

**FAAT FACULDADES  
ENGENHARIA CIVIL**

**GUSTAVO FREIRE MONAY  
ISABEL PEREIRA TESSER ORTIZ  
THIAGO MARANGONE**

**ELABORAÇÃO DO PROJETO DE UM CONDOMÍNIO DE  
VINTE UNIDADES COM APLICAÇÕES SUSTENTÁVEIS**

**ATIBAIA – 2017**

**FAAT FACULDADES  
ENGENHARIA CIVIL**

**GUSTAVO FREIRE MONAY  
ISABEL PEREIRA TESSER ORTIZ  
THIAGO MARANGONE**

**ELABORAÇÃO DO PROJETO DE UM CONDOMÍNIO DE  
VINTE UNIDADES COM APLICAÇÕES SUSTENTÁVEIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil pela FAAT FACULDADES, sob orientação da professora Fernanda Rocha Pereira.

**ATIBAIA – 2017**

## **AGRADECIMENTOS**

Nós, autores deste trabalho, Gustavo Freire Monay, Isabel Pereira Tesser Ortiz e Thiago Marangone gostaríamos de agradecer nossos respectivos familiares, pelo apoio e suporte durante nossa jornada acadêmica, nossos professores, por, através de suas aulas, fornecerem uma ótima fonte de aprendizado, que contribuiu diretamente para a conclusão deste trabalho. Nós gostaríamos de agradecer exclusivamente nossa Professora Orientadora Fernanda Rocha Pereira, pelo suporte e auxílio durante toda a realização deste trabalho. E, por último – mas não menos importante - agradecemos aos nossos colegas pelo companheirismo durante estes cinco anos de curso.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT NBR	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CAD	AutoCad
EPA	Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos
FAAT	Faculdades Atibaia
ISO	International Organization for Standardization (Organização Internacional de Normalização)
ODM	Objetivos de Desenvolvimento do Milênio
SDG	Sustainable Development Goals (Metas do Desenvolvimento Sustentável)

## RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso contém os projetos, o estudo de normas, conceitos, diretrizes e todas as análises necessárias para a construção de um condomínio residencial sustentável com vinte unidades. A sustentabilidade nos dias atuais é um tema muito popular devido à situação climática de nosso planeta e a deterioração crescente do meio-ambiente. Por isso, é enfatizada a importância da existência de estudos como esse, voltados a soluções que respeitem ecologicamente e diminuam os efeitos causados pela construção civil. Para este trabalho foram feitos estudos de caso em um empreendimento onde foram utilizados contêineres em suas estruturas. Esse estudo e visita à obra foi muito útil para a compreensão de como funciona um projeto com a utilização de contêineres e quais as melhores formas de executar esse projeto. O terreno escolhido para a implantação desse projeto está localizado na Estrada Municipal Luciano da Rocha Peçanha, Bairro da Ressaca, na cidade de Atibaia, São Paulo. As dimensões do terreno proporcionaram facilidade para a realização do projeto, que, por conter vinte unidades, necessita de um terreno de dimensões consideráveis. Para a construção de cada uma das vinte casas foram utilizados quatro contêineres, sendo estes presentes em dois tamanhos: o Contêiner Standard 20", de 6,058 metros de comprimento por 2,438 metros de largura, e o Contêiner High Cube 40", de 12,191m de comprimento por 2,896 metros de largura. Os sistemas sustentáveis utilizados em cada edificação foram: Utilização de contêineres, que diminuí consideravelmente os resíduos da obra; Isolante termo-acústico de lã de pet, cujo material provem de matéria prima reciclada e é 100% reciclável; Sistema para reuso de água da chuva; Estação Compacta de Tratamento de Efluentes Sanitários; Energia Fotovoltaica, que fornece energia limpa e não emite CO<sub>2</sub>; Telhado verde, que além de ter funções estéticas apresenta solução termo-acústica e de drenagem. Também foi elaborada neste trabalho a análise dos custos e elaboração do cronograma físico-financeiro, assim como a curva S.

**PALAVRAS-CHAVE:** Condomínio sustentável. Sustentabilidade. Contêineres. Reutilização de materiais. Reuso de água de chuva.

## ABSTRACT

This final course assignment contains the projects, precepts studies, concepts, guidelines and all the necessary analysis for the construction of a sustainable residential complex with twenty unities. Environmental sustainability nowadays it's a very popular subject due our planet's critical climatic situation and the nature's growing deterioration. Because of that, this project emphasizes the importance of the very own existence of projects like this, focused on solutions that decreases the effects caused by the civil construction. Case studies of local places that used containers in their structures were made for this assignment. This study and the visit to the building were very useful for the understanding of how a project with containers works and what are the best ways of executing a project like this. The chosen property for the project deployment is located in the Luciano da Rocha Peçanha Road, district of Ressaca, in Atibaia town, São Paulo. The dimensions of this land provided an easy realization of the project, whose, because of including twenty houses, requires a land of considerable dimensions. Four containers were used for the construction of each one of the houses, presented in two types: the Standard 20" container, 6,058 meters length by 2,438 meters width, and the High Cube Container 40", 12,191 meters length by 2,896 meters width. The sustainable systems used in each one of the edifications were: Application of containers, which considerable decreases the waste in the construction; Thermo-acoustic isolating of bottle wool, which the material come from recycled raw material and it's 100% recyclable; A system for rainwater reuse; Photovoltaic energy, that provides clean energy and does not emit CO<sub>2</sub>; Green roof, that excluding the esthetic functions, present's a thermo-acoustic solution and a drain solution; Is also elaborated in this assignment the cost analysis and the elaboration of a physical-financial chronogram, as well as an S curve.

**KEY-WORDS:** Sustainable condominium. Sustainability. Containers. Reuse of materials. Reuse of rainwater.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Mapa Zoneamento ZR5.....	21
Figura 2: Localização do terreno. ....	21
Figura 3: Contêineres 20”e 40”.....	24
Figura 4: Isolante Lã de Pet. ....	28
Figura 5: Exemplo de coleta e armazenamento de água de chuva. ....	30
Figura 6: Esquemática da Estação de Tratamento. ....	31
Figura 7: Investimento.....	37
Figura 8: Gráfico de economia na conta de luz. ....	38
Figura 9: Estimativa Ambiental.....	38
Figura 10: Sistema indicado.....	39
Figura 11: Placas Solares. ....	39
Figura 12: Casa com placas solares. ....	40
Figura 13: Esquema das camadas do telhado verde.....	43
Figura 14: Exemplo de utilização de telhado verde em residência. ....	44
Figura 15: Exemplo de utilização de telhado verde em residência. ....	44
Figura 16: Quartos feitos de contêiner.....	45
Figura 17: Quarto feito de contêiner.....	46
Figura 18: Interior do quarto.....	46
Figura 19: Interior do quarto.....	47
Figura 20: Interior do quarto.....	47
Figura 21: Casa contêiner.....	50
Figura 22: Cobertura metálica.....	51
Figura 23: Bloco de fundação.....	52
Figura 24: Esquadrias.....	53
Figura 25: Estrutura do contêiner.....	54
Figura 26: Área de jogos e lazer.....	55
Figura 27: Banheiros.....	56
Figura 28: Esgoto.....	57
Figura 29: Suporte para fixar perfis.....	58
Figura 30: Perfil metálico galvanizado.....	59
Figura 31: Parafuso auto brocante.....	60
Figura 32: Placas de gesso a cartonado.....	61
Figura 33: Isolamento termo acústico.....	62
Figura 34: Acabamento de placa de gesso.....	63
Figura 35: Vista da nova construção de contêineres.....	64
Figura 36: Vista do térreo da construção.....	64
Figura 37: Vista frontal da construção.....	65
Figura 38: Vista de um dos contêineres laterais.....	65
Figura 39: Vista de cima de um dos contêineres.....	66
Figura 40: Planta baixa, primeiro andar.....	68
Figura 41: Planta baixa, segundo andar.....	69
Figura 42: Implantação.....	70
Figura 43: Corta A-A.....	71
Figura 44: Corte B-B.....	71
Figura 45: Vista Frontal.....	72
Figura 46: Vista lateral.....	72
Figura 47: Detalhe da escada helicoidal.....	73
Figura 48: Detalhamento da terraplenagem.....	75
Figura 49: Projeto de fundação em planta.....	79
Figura 50: Detalhe dos blocos.....	80
Figura 51: Curva S.....	86

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Características e Finalidades das Zonas .....	22
Tabela 2: Restrição de Ocupação do Solo .....	22
Tabela 3: Critérios Independentes da Localização Aplicável do Empreendimento ...	22
Tabela 4: Especificação técnica .....	24
Tabela 5: Especificação técnica – Container High Cube 40” .....	24
Tabela 6: Quadro de iluminação e ventilação.....	74
Tabela 7: Orçamento.....	83
Tabela 8: Descrição Sigla CUB .....	84
Tabela 9: Custo Unitário Básico. ....	84
Tabela 10: Cronograma .....	86

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1. Justificativa.....	14
1.2. Objetivos .....	14
<b>2. METODOLOGIA.....</b>	<b>15</b>
<b>3. DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>16</b>
3.1. Um Estudo Sobre Sustentabilidade .....	16
3.1.1. O que é sustentabilidade? .....	16
3.1.2. Os três pilares da sustentabilidade.....	17
3.1.2.1. Desenvolvimento econômico .....	17
3.1.2.2. Desenvolvimento social .....	17
3.1.2.3. Proteção Ambiental.....	18
3.1.3. Metas Primárias da Sustentabilidade. ....	18
3.2. Revisão Bibliográfica.....	20
3.2.1. Conceitos básicos de zoneamento.....	20
3.2.2. Terreno.....	20
3.3. Contêiner.....	23
3.3.1. Vantagens na utilização de contêineres .....	25
3.3.2. Desvantagens na utilização de contêineres .....	26
3.4. Isolamento termoacústico .....	27
3.4.1. O Material.....	27
3.4.2. Vantagens .....	27
3.5. Reutilização de água de chuva .....	29
3.5.1. Normatização .....	29
3.5.2. A água da chuva .....	29
3.5.3. Sobre o consumo da água da chuva .....	30

3.5.4.	Coleta de água .....	30
3.6.	Estação Compacta de Tratamento de Efluentes Sanitários .....	31
3.6.1.	Benefícios.....	32
3.6.2.	Dimensionamento.....	33
3.6.3.	Etapas do tratamento .....	33
3.6.4.	Limpeza.....	34
3.6.5.	Manutenção.....	34
3.6.6.	Sobre o consumo .....	34
3.6.7.	Reuso da água tratada .....	34
3.7.	Energia Fotovoltaica .....	35
3.7.1.	Normas.....	35
3.7.2.	O Sistema.....	35
3.7.3.	O Projeto .....	37
3.8.	Telhado Verde.....	41
3.8.1.	Características Gerais .....	41
3.8.2.	Dados Técnicos.....	42
3.8.3.	O Projeto .....	42
3.9.	Estudos de Caso.....	45
3.9.1.	Estudo de Caso - Quartos .....	45
3.9.1.1.	Isolamento Térmico .....	48
3.9.1.2.	Controle de temperatura .....	48
3.9.1.3.	Fatores Positivos observados na visita .....	48
3.9.1.4.	O Projeto.....	49
3.9.2.	Estudo de Caso - Casa .....	49
3.9.2.1.	A Casa .....	50
3.9.2.2.	Cobertura metálica.....	51
3.9.2.3.	Fundação.....	52

3.9.2.4.	Estrutura do contêiner.....	53
3.9.2.5.	Área de jogos e lazer .....	55
3.9.2.6.	Banheiros.....	56
3.9.2.7.	Esgoto.....	57
3.9.2.8.	Instalações e Revestimento .....	58
3.9.2.9.	Conclusão do estudo de caso.....	64
<b>4.</b>	<b>PROJETOS .....</b>	<b>67</b>
4.1.	Projeto Arquitetônico .....	67
4.1.1.	Detalhes do Projeto .....	67
4.1.1.1.	Planta baixa .....	68
4.1.1.2.	Iluminação e ventilação .....	74
4.1.1.3.	Terraplenagem.....	75
4.2.	Projeto de Implantação do condomínio .....	76
4.2.1.	As residências .....	76
4.2.2.	Acesso.....	76
4.2.3.	Estacionamento.....	76
4.2.4.	Áreas de lazer .....	77
4.2.5.	Área verde.....	77
4.3.	Projeto de Fundação.....	78
4.3.1.	Dimensionamento.....	78
4.4.	Projeto Hidráulico e de Esgoto.....	81
4.5.	Projeto Elétrico.....	82
4.6.	Orçamento e Cronograma Físico Financeiro. ....	83
4.6.1.	Orçamento.....	83
<b>5.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>87</b>
<b>6.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>88</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>90</b>

<b>Anexo A – Projeto Arquitetônico.....</b>	<b>90</b>
<b>Anexo B – Projeto de Implantação do Condomínio.....</b>	<b>91</b>
<b>Anexo C – Projeto de Fundação.....</b>	<b>92</b>
<b>Anexo D – Projeto de Hidráulica e Esgoto .....</b>	<b>93</b>
<b>Anexo E – Projeto Elétrico .....</b>	<b>94</b>
<b>Anexo F – Apoio Visual Casa 3D.....</b>	<b>95</b>
<b>Anexo G – Cronograma.....</b>	<b>96</b>
<b>Anexo H– Orçamento .....</b>	<b>97</b>
<b>Anexo I – Cronograma de Desenvolvimento.....</b>	<b>98</b>

---

## 1. INTRODUÇÃO

O mundo atual vive uma época de mudança, em que a incessante e crescente industrialização agravam os efeitos do aquecimento global e das mudanças climáticas. Tais fatos propulsionam a buscar novas soluções sustentáveis. A construção civil se mantém antiquada em relação às novas tecnologias sustentáveis que vem sendo aprimoradas ao longo dos anos, seja para utilização de blocos verdes, ou para o uso de alguns sistemas que trarão efeitos somente a longo prazo. Considerando tais fatos, com este trabalho, foi decidido elevar o tema ao extremo, fazendo uso de contêineres e sistemas sustentáveis para projetar um condomínio, de modo a desmitificar a “engenharia verde”, mostrando suas vantagens e desvantagens ao longo do desenvolvimento deste trabalho. Os contêineres começaram a serem usados na década de 90 (noventa), devido a grande quantidade de esse material estar sendo descartado e inutilizado e a necessidade de novas tecnologias sustentáveis, com custo baixo para construção civil. “A indústria da construção civil consome 50% dos recursos mundiais, convertendo-se em uma das atividades menos sustentáveis do planeta. No entanto, a vida cotidiana da sociedade desenvolve-se em ambientes edificados: vivem em casas, viajam sobre estradas, trabalham em escritórios e socializam em bares e restaurantes. A civilização contemporânea depende de edificações para seu resguardo e sua existência, mas este planeta não é capaz de ser mudado nesse aspecto e os profissionais da construção têm uma grande responsabilidade nesse processo.” (EDWARDS, 2005, p.3)

---

## 1.1. Justificativa

Atualmente, “com 7 bilhões de pessoas no planeta - teoricamente a partir de hoje - haverá um inevitável aumento da demanda sobre os recursos naturais do mundo.” (THE GUARDIAN), tornando imprescindível a mudança dos hábitos, ao que se refere ao modo como o planeta é tratado. A sustentabilidade segundo o Relatório de Brundtland (1987), elaborado pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, é concebida como: “o desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades.”. O Relatório faz parte de uma série de iniciativas, as quais reafirmam uma visão crítica do modelo de desenvolvimento adotado pelos países industrializados e reproduzido pelas nações em desenvolvimento, e que ressaltam os riscos do uso excessivo dos recursos naturais sem considerar a capacidade de suporte dos ecossistemas. O relatório aponta para a incompatibilidade entre desenvolvimento sustentável e os padrões de produção e consumo vigentes. É seguindo este pensamento que foi dado início a este projeto, utilizando sistemas de coleta e tratamento de água pluvial, e de economia e geração de energia através de placas fotovoltaicas. Algumas formas da utilização dos mesmos serão apresentadas a seguir.

## 1.2. Objetivos

O objetivo deste trabalho é projetar um condomínio residencial de 20 unidades, e realizar uma pesquisa dos possíveis sistemas a serem instalados nas residências, a fim de diminuir a geração de impactos ambientais. Contextualizar a utilização de contêineres na construção civil, expondo suas vantagens e desvantagens ao longo do desenvolvimento do projeto. Realizar os projetos: arquitetônico, urbanístico, hidrossanitário e elétrico. E, por fim, montar uma análise dos custos para viabilizar o projeto do condomínio sustentável. Lembrando que a proposta deste projeto é fazer o estudo levando em conta que são, teoricamente, vendidos juntos terreno e casa de contêiner.

---

## **2. METODOLOGIA**

Para a elaboração deste projeto de condomínio sustentável de vinte unidades, este trabalho baseia-se em pesquisas por meios virtuais e bibliográficos sobre os sistemas sustentáveis, para melhor compreensão e entendimento sobre os métodos atuais de execução e funcionamento dos sistemas. O estudo de caso sobre a utilização de contêineres na construção civil também é uma das bases para a realização deste trabalho, servindo como importante auxílio para responder as questões referentes às tecnologias dos contêineres.

Em resumo, as pesquisas e estudo de caso se unem durante o desenvolvimento deste trabalho, levando a conclusão da proposta do projeto.

### **3. DESENVOLVIMENTO**

A seguir será apresentado o desenvolvimento do presente trabalho.

#### **3.1. Um Estudo Sobre Sustentabilidade**

Neste tópico serão abordados alguns fatores relevantes para a compreensão da Sustentabilidade e a sua crescente importância nos dias atuais. Com este breve estudo contido neste tópico é possível ressaltar a importância cada vez maior de estudos e trabalhos voltados ao desenvolvimento sustentável e como este é um fator essencial para a existência humana.

##### **3.1.1. O que é sustentabilidade?**

A definição de “sustentabilidade” é o estudo de como sistemas naturais funcionam, permanecem diversificados e produzem tudo o que é preciso para que a ecologia permaneça em balanço. É também sabido que a civilização humana utiliza de recursos naturais para sustentar seu modo de vida moderno. Há inúmeros exemplos através da história humana em que uma civilização causou danos ao próprio ambiente e seriamente afetou suas próprias chances de sobrevivência. Sustentabilidade leva em conta o quanto é preciso viver em harmonia com o meio natural, protegendo-o de danos e da destruição.

O mundo se encontra em um cenário moderno, consumista e de grande existência de áreas urbanas decorrentes de seu crescimento e partes significativas de recursos naturais são consumidos todos os dias. Nos centros urbanos, é consumido mais energia do que em áreas rurais e centros urbanos usam mais energia do que o normal, mantendo as ruas e edifícios cívicos iluminados.

Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável focam no balanço da linha tênue que é as necessidades de crescimento – a necessidade de avançar tecnologicamente e economicamente, e a necessidade de proteger os ambientes que outros vivem. Sustentabilidade não é apenas sobre o meio ambiente, mas sim sobre a saúde da sociedade ao garantir que não existam pessoas ou áreas sofrendo como resultado de uma legislação ambiental, e é também sobre examinar os efeitos das ações da humanidade a longo termo, perguntando questões sobre como isso pode ser melhorado.

### **3.1.2. Os três pilares da sustentabilidade**

Os três pilares da sustentabilidade são o desenvolvimento econômico, o desenvolvimento social e a proteção ambiental.

#### **3.1.2.1. Desenvolvimento econômico**

Este é o assunto que se prova o mais problemático pelo fato de que a maioria das pessoas discorda com a política de ideologia e o que é e não é economicamente estável, e como isso pode afetar os negócios e, ainda, os empregos e taxas de empregabilidade. Trata-se também de incentivar as empresas e outras organizações a aderir diretrizes de sustentabilidade além dos requisitos legais normais. Também, para encorajar e alimentar incentivos para que população de classe média consiga fazer a sua parte sempre que puder; uma pessoa raramente pode conseguir grandes resultados, mas, considerando um grupo, os efeitos em algumas áreas são acumulativos. O suprimento e demanda do mercado é consumido na natureza e a vida moderna requer muitos recursos todos os dias. Para o bem do meio ambiente, ter um controle sobre o que é pego para ser consumido é a questão primordial. O desenvolvimento econômico consiste em dar às pessoas o que elas querem sem comprometer a qualidade de vida, especialmente no mundo em desenvolvimento e reduzir o fardo financeiro e a "burocracia" de fazer o que é certo.

#### **3.1.2.2. Desenvolvimento social**

Existem muitas facetas para este pilar. O mais importante é a conscientização e legislação de proteção da saúde das pessoas contra a poluição e outras atividades nocivas das empresas e outras organizações. Na América do Norte, Europa e no resto do mundo desenvolvido, existem fortes verificações e programas de legislação para garantir que a saúde e o bem-estar das pessoas sejam fortemente protegidos. Trata-se também de manter o acesso aos recursos básicos sem comprometer a qualidade de vida. A maior tendência para muitas pessoas neste momento é a habitação sustentável e como podemos construir melhor as casas em que vivemos a partir de material sustentável. O elemento final é a educação - encorajando as pessoas a participar da sustentabilidade ambiental e ensinando-as sobre os efeitos da proteção

---

ambiental, além de alertar sobre os perigos se não conseguirmos atingir nossos objetivos.

### **3.1.2.3. Proteção Ambiental**

É sabido que é preciso proteger o meio ambiente, seja reciclando, reduzindo o consumo de energia desligando os aparelhos eletrônicos ao invés de deixá-los no *standby* ou caminhando distâncias curtas ao invés de pegar o ônibus. As empresas são regulamentadas para prevenir a poluição e para manter suas próprias emissões de carbono baixas. Há incentivos para a instalação de fontes de energia renováveis em nossas casas e negócios. A proteção ambiental é o terceiro pilar e para muitos, a principal preocupação do futuro da humanidade. Ele define a necessidade de estudar e proteger ecossistemas, qualidade do ar, integridade e sustentabilidade dos recursos e focar nos elementos que provocam o estresse no meio ambiente. Também diz respeito à forma como a tecnologia irá impulsionar o futuro mais verde; a EPA (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos) reconheceu que o desenvolvimento de tecnologia e biotecnologia é a chave para essa sustentabilidade e a proteção do meio ambiente do futuro contra danos potenciais que os avanços tecnológicos poderiam potencialmente trazer.

### **3.1.3. Metas Primárias da Sustentabilidade.**

A rede profissional de desenvolvimento sustentável pensa, atua e trabalha globalmente. Em 2012, a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável reuniu-se para discutir e desenvolver um conjunto de metas para trabalhar; Eles surgiram dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) que reivindicaram sucesso na redução da pobreza global, ao mesmo tempo em que reconhecia que ainda havia muito mais a fazer. O SDG (Metas do Desenvolvimento Sustentável) finalmente apresentou uma lista de 17 itens, que incluiu, entre outras coisas:

- a) O fim da pobreza e da fome;
- b) Melhores padrões de educação e saúde - particularmente no que diz respeito à qualidade da água e melhor saneamento;
- c) Alcançar a igualdade de gênero;

- d) Crescimento econômico sustentável, promovendo empregos e economias mais fortes;
- e) Tudo acima e mais, abordando os efeitos das mudanças climáticas, a poluição e outros fatores ambientais que podem causar danos e prejudicar a saúde, os meios de subsistência e as vidas das pessoas;
- f) Sustentabilidade para incluir a saúde da terra, do ar e do mar.

## 3.2. Revisão Bibliográfica

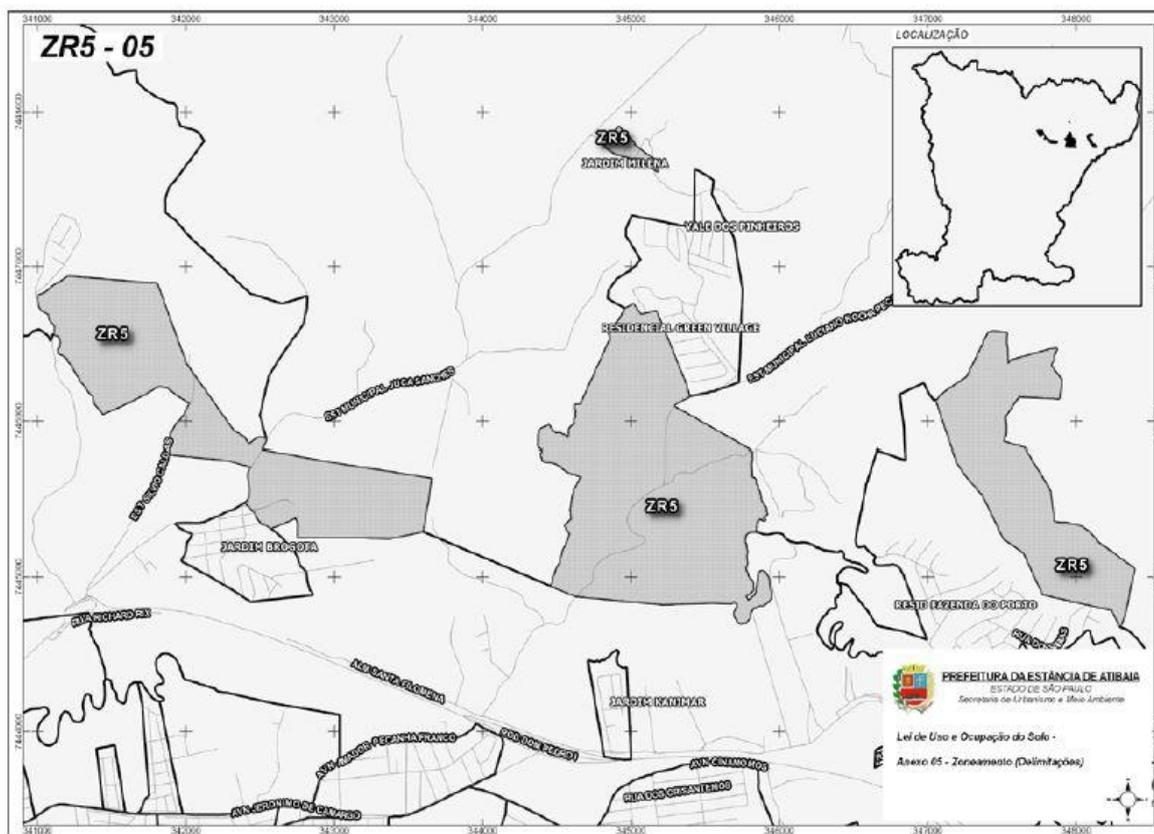
### 3.2.1. Conceitos básicos de zoneamento

- a) Taxa de Ocupação ( $T_o$ ): porção da área do terreno que poderá ser ocupado pela edificação; superfície edificável do terreno.
- b)  $T_o = A_o/A_t$  (relação entre área ocupada e área total do terreno).
- c) Coeficiente de Aproveitamento ( $I_o$ ): grau de aproveitamento do terreno; quantidade de edificação que poderá ser construída na superfície edificável do terreno.
- d)  $I_o = A_c/A_t$  (relação entre área construída e área total do terreno).
- e) Índice de Elevação ( $I_e$ ): proporção em que se eleva a área construída em um determinado terreno.
- f)  $I_e = A_c/A_o$  (relação entre área construída e área ocupada do terreno).
- g) Taxa de Permeabilidade ( $T_p$ ): porção da área do terreno que deve ser mantida permeável, permitindo a infiltração das águas pluviais.
- h)  $T_p = A_p/A_t$  (relação entre área permeável e área total do terreno).
- i) Recuos: distâncias medidas entre o limite externo da projeção horizontal da edificação e as divisas do lote; impõem a reserva de áreas não edificantes dentro dos lotes.
- j) Altura da Edificação: medida, em metros, tomada a partir do ponto médio da testada do lote que se encontra na cota mais elevada do terreno até o ponto mais alto da edificação, incluindo cumeeira, caixa d'água e outros elementos.

### 3.2.2. Terreno

O terreno escolhido está localizado na Estrada Municipal Luciano da Rocha Peçanha, Bairro da Ressaca, e conforme a Lei Complementar nº 714/15 de 05 de agosto de 2015 - LEGISLAÇÃO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO da Estância de Atibaia, está localizado na zona ZR5 Predominantemente Residencial B.

Figura 1: Mapa Zoneamento ZR5.



Fonte: Imprensa Oficial da Estância de Atibaia.

Figura 2: Localização do terreno.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Será apresentado os principais anexos a serem analisados do plano diretor. A tabela 1 trás as características e finalidades das zonas, a Tabela 2 as restrições de ocupação do solo e a Tabela 3 os critérios aplicáveis aos empreendimentos.

Tabela 1. Características e Finalidades das Zonas.

Município de Atibaia - LEI DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO  
Anexo 03 - ZONEAMENTO - CARACTERÍSTICAS E FINALIDADES DAS ZONAS

Zonas		Características	Finalidades
Cód.	Nome		
ZR5	ZONA PREDOMINANTEMENTE RESIDENCIAL B	Áreas compreendidas entre as demais categorias de zonas e os limites das áreas urbanas. Áreas abertas para as iniciativas de mercado que impliquem em maior aproveitamento, desde que cada novo empreendimento reúna condições de absorver, no interior de sua delimitação, a totalidade dos impactos urbanísticos e ambientais que provoque.	Preservar as atividades rurais ainda existentes na borda interior da área urbana contínua. Permitir, consistentes na absorção total, em nível do próprio empreendimento, dos impactos urbanísticos e ambientais, eventualmente gerados, a realização de empreendimentos da indústria imobiliária e da construção civil que apresentem inovações em relação ao ordenamento urbanístico e às soluções de infraestrutura.

Fonte: Imprensa Oficial da Estância de Atibaia.

Tabela 2: Restrição de Ocupação do Solo.

Município de Atibaia - LEI DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO  
Anexo - 07 - RESTRIÇÕES DE OCUPAÇÃO DO SOLO (22)

Zonas	Restrições								
	Índices Urbanísticos		Dimensionamento mínimo do lote		Recuos mínimos (m) (1) (10)			Taxa de Permeabilidade (Tp) (%)	Altura Máxima (m) (4)
	To (%) (3)	Io (2)	Lote (m²)	Frete (m)	Frete (6) (19)	Lado (7)	Fundo (5)		
ZR5 (20)	70	1,45	360,00	12,00	4,00	1,5 (8)	4,00	4,00	10,00
			2.000,00 (21)	40,00 (21)					

Fonte: Imprensa Oficial da Estância de Atibaia.

Tabela 3: Critérios Independentes da Localização Aplicável do Empreendimento.

Município de Atibaia - LEI DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO  
Anexo 10 - CRITÉRIOS INDEPENDENTES DA LOCALIZAÇÃO APLICÁVEIS AOS EMPREENDIMENTOS

Empreendimentos	Especificação
Descrição	
Conjunto vila	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Largura mínima das vias de circulação interna de 9,00m (nove metros), sendo deste total 7,00m (sete metros) para o leito carroçável, podendo esses valores, em casos especiais, de vias com, no máximo 50,00m (cinquenta metros) de comprimento, serem reduzidos para 7,00m (sete metros) e 5,00m (cinco metros).</li> <li>• Passeios exigidos apenas entre o leito carroçável da via interna de circulação de veículos e a testada de lote com unidades habitacionais, observadas, para os mesmos, largura mínima de 1,00m (um metro).</li> <li>• Previsão de um ou mais espaços para manobras e retorno de veículos nas vias internas de circulação.</li> <li>• Área Verde não inferiores a 5% (cinco por cento) da área total do empreendimento, devendo as mesmas serem implantadas sobre o terreno natural e mantidas ajardinadas e arborizadas, em condições de uso pelos moradores.</li> <li>• Reserva de área destinada à convivência dos condôminos na proporção de 3,00 m² de área / UI, com o mínimo de 40,00 m², para empreendimentos a partir de 8 unidades.</li> </ul>

Fonte: Imprensa Oficial da Estância de Atibaia.

### 3.3. Contêiner

A necessidade de utilização de materiais sustentáveis na construção civil juntamente com o fato de que os contêineres costumavam ter quantidades excedentes em relação a descartes e inutilização fez com que estes fossem um material cada vez mais usado na área de construção. A utilização dos contêineres começou a partir dos anos noventa.

Segundo estatísticas, é estimado que quase 90% do transporte de mercadorias mundial utilize contêineres. Isso pode acarretar em uma quantidade de 5000 contêineres por ano.

Este material torna possível uma redução de preço final da obra em até 30% em comparação com o uso de materiais tradicionais. Também acelera o prazo da obra, pelo fato de os métodos serem dimensionados pela ISO (International Standards Organization). De acordo com Sotello (2012) é visto que para a utilização deste método adaptações termoacústicas são necessárias, porque sem estas adaptações a moradia em uma edificação como esta se tornaria desconfortável.

Os contêineres começaram a ter novas utilizações na área da arquitetura, como a edificação de residências, escritórios, áreas comerciais e etc. É importante ressaltar que nesta área ainda há falta de estudos aprofundados, fazendo deste método algo tecnicamente visto como “novo” na construção civil. Porém, pode-se afirmar que este método vem ganhando destaque e espaço no mercado consumidor, pelo fato de ser um material reutilizado que reduz impactos ambientais e pela consequente economia para a obra.

São diversos os tipos e modelos de contêineres disponíveis no mercado. Eles possuem diferença em relação ao tamanho, resistência e formato, conforme especificados nas tabelas 4 e 5. Os mais encontrados na arquitetura atual são os da categoria Dry de 20 e 40 pés, com duas portas nas laterais. No contêiner de 20 pés, as dimensões externas são: 2,438 metros de largura; 6,06 metros de comprimento; e 2,59 metros de altura. Eles suportam até 22,10 toneladas. Já o contêiner de 40 pés apresenta dimensões iguais em relação a largura e altura ao de 20 pés e se diferencia apenas na medida de comprimento, que possui 12,92 metros. Ele é projetado para suportar até 27,30 toneladas. O modelo Dry High Cube de 40 pés possui medidas de 2,44

metros de largura, 2,79 metros de altura e 12 metros de comprimento. Este é o mais encontrado ao tratar-se de uso para residenciais devido a sua altura, possibilitando um pé direito mais alto após o acabamento.

Tabela 4: Especificação técnica

STANDARD 20					
	Medidas Externas	Medidas Internas	Entradas	Capacidade	Pesos
	Comprimento: 6.058mm	Comprimento: 5.898mm	Largura: 2.340mm	Total: 33.2m <sup>3</sup>	Máximo: 30.480 Kg
	Largura: 2.438mm	Largura: 2.353mm	Altura: 2.280mm		Tara: 2.220 Kg
	Altura: 2.591mm	Altura: 2.393mm			Carga: 21.920 Kg

Fonte: <http://www.santoscontainer.com.br/especificacoes-tecnicas>

Tabela 5: Especificação técnica – Container High Cube 40”.

HIGH CUBE 40					
	Medidas Externas	Medidas Internas	Entradas	Capacidade	Pesos
	Comprimento: 12.191mm	Comprimento: 12.032mm	Largura: 2.340mm	Total: 76.4m <sup>3</sup>	Máximo: 32.500 Kg
	Largura: 2.896mm	Largura: 2.252mm	Altura: 2.585mm		Tara: 3.900 Kg
	Altura: 2.895mm	Altura: 2.698mm			Carga: 28.600 Kg

Fonte: <http://www.santoscontainer.com.br/especificacoes-tecnicas>

Figura 3: Contêineres 20” e 40”.



Fonte: <http://www.aquaairerprises.com/dry-van-container>

### 3.3.1. Vantagens na utilização de contêineres

A seguir serão listadas algumas vantagens obtidas com a utilização de contêineres na construção civil.

- a) Economia de aproximadamente 30% no custo total da residência, desde a fundação da casa até o revestimento externo.
- b) A estrutura é muito forte, pois é projetada para resistir às diversas intempéries e suportar grandes cargas, sua vida útil em construções pode durar até 90 anos.
- c) Para a arquitetura, permite modularidade e grande flexibilidade, dado que as dimensões são padronizadas e as peças são facilmente encaixáveis entre si O que facilita a construção e/ ou montagem, permitindo diversas configurações.
- d) Agilidade na construção, leva geralmente entre 60 a 90 dias para uma residência ficar pronta.
- e) Reutilização de material nobre descartável (containers) o que proporciona economia de recursos naturais que não foram utilizados na construção da casa: areia, tijolo, cimento, água, ferro etc. Isso gera uma obra mais limpa, com redução de entulho e de outros materiais;
- f) São leves, com isso podem ser facilmente transportados para qualquer lugar;
- g) Podem ser facilmente levantados sobre estacas acima do nível do solo, útil principalmente em áreas com risco de inundação ou com dificuldades para aterrar/ fazer piso;
- h) Respeito ao perfil do terreno: mais economia e rapidez na terraplanagem. Dependendo, em apenas um dia, os serviços de terraplanagem e limpeza do terreno são totalmente executados.
- i) Impermeabilização máxima de 15% do terreno preserva o solo e lençol freático: o projeto respeita ao máximo o relevo natural do terreno, evitando interferências no solo e no lençol freático. Mais de 85% do terreno fica permeável, contribuindo para absorção da água das chuvas.
- j) Reuso de água da chuva: Os projetos podem captar água da chuva pelo telhado, armazenada e filtrada em reservatório próprio, para uso

---

na irrigação do jardim, limpeza externa, lavagem de carro e máquina de lavar roupa.

- k) Ventilação cruzada nos ambientes: Nesses projetos são utilizadas janelas e aberturas para evitar o uso de ar condicionado, um dos grandes consumidores de energia elétrica.
- l) Uso de lã de PET: Entre a estrutura do container e o acabamento há isolante termo acústico feito à partir da reciclagem de garrafa PET.

### **3.3.2. Desvantagens na utilização de contêineres**

Neste tópico serão listadas desvantagens na utilização de contêineres na construção.

- a) O fato de ser fabricado em aço, que é um bom condutor de calor e péssimo isolante acústico exige acabamentos e revestimentos para garantir o conforto dos usuários;
- b) Por ser um material cujo manuseio e corte exige mão-de-obra especializada, que é mais cara do que a mão de obra para a construção de uma casa convencional, pode encarecer os custos, porém, o custo total da obra continua sendo inferior a uma obra tradicional;
- c) Necessita-se de equipamento especializado, como empilhadeiras e guindastes, para transportar, movimentar e auxiliar na montagem;
- d) O uso de estrutura metálica em residência não é muito comum, o que pode dificultar na obtenção do aval de construção em alguns países. Além da inexistência de legislação e normas que regulem o uso de container para esse fim;
- e) Dificuldade para obtenção de financiamento junto à instituições financeiras.

### **3.4. Isolamento termoacústico**

O material escolhido para o isolamento termoacústico é o ISOSOFT, confeccionado com garrafa pet.

#### **3.4.1. O Material**

Será utilizado neste projeto o isolante termo acústico ISOSOFT, mais conhecido como Lã de Pet.

O isolante térmico e acústico de Lã de Pet é ecologicamente correto e provém de matéria-prima reciclada. Esta matéria prima é 100% reciclável e é encontrada no mercado na forma de painéis ou mantas, como pode ser visto em detalhe na figura 4. Tem como diferencial a sustentabilidade, pois é produzida a partir da fibra de poliéster (garrafas PET) reciclada, sem utilizar água no processo, sem resinas e sem emissão de carbono na atmosfera. Possui certificação pela LEED.

#### **3.4.2. Vantagens**

Algumas das vantagens na utilização de isolante de Lã de Pet são:

- a) Fungos e bactérias não proliferam;
- b) Roedores, pássaros e insetos não atacam este material;
- c) Dispensa o uso de EPI's específicos. Apresenta fácil instalação;
- d) Redução do tempo da obra;
- e) Ótimo custo-benefício;
- f) Hipoalérgica, não libera esporos;
- g) Tem como consequência uma obra mais eficiente e limpa;
- h) Facilidade em se adaptar a todo tipo de projeto e obra;
- i) Não é cancerígena;
- j) Não é combustível;

Figura 4: Isolante Lã de Pet.



Fonte: [http://www.leroymerlin.com.br/la-de-pet-termo-acustico-isosoft-25m-ig50-trisoft\\_89089154?region=grande\\_sao\\_paulo](http://www.leroymerlin.com.br/la-de-pet-termo-acustico-isosoft-25m-ig50-trisoft_89089154?region=grande_sao_paulo)

## **3.5. Reutilização de água de chuva**

### **3.5.1. Normatização**

O Brasil ainda não possui normatização técnica específica para os sistemas de reutilização da água de chuva. Na maioria das vezes, são adotados referenciais internacionais ou orientações técnicas de instituições privadas. O sistema de reaproveitamento de água de chuva deste projeto será feito conforme: NBR 15.527 – Água da Chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis, publicada em 24-10-2007 pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. Quanto ao projeto do sistema de coleta, este atenderá as diretrizes da ABNT – NBR 5.626 e da NBR 10.844.

### **3.5.2. A água da chuva**

A formação da chuva vem do vapor da água da chuva que se condensa e produz gotas que criam peso o suficiente para se precipitar em direção à terra. Nas áreas urbanas a água geralmente entra em contato com poluentes provenientes da poluição atmosférica e das superfícies onde ela cai (como pisos, telhados, folhas de árvores e etc.). Ao cair, a chuva arrasta estes poluentes consigo. Por causa disso o primeiro volume de água é sempre o mais sujo.

Segundo a lei, existe um padrão de potabilidade a ser seguido pela água fornecida pelo abastecimento público. Isso quer dizer que esta deve atender a alguns requisitos, afim de não oferecer risco em seu uso mais nobre: o consumo. A água da chuva proveniente da coleta em residências não é avaliada neste padrão, ou seja, não é considerada potável. Mesmo sua aparência estando limpa, ela não possui garantia de qualidade. Por este motivo e para garantir maior segurança, é necessário ferver a água antes de ser usada para cozinhar ou para beber.

A água da chuva é indicada para fins não potáveis. Para outros usos é sempre preferível a água passar pelo tratamento da rede de abastecimento. Porém, em condições não usuais de distribuição, é possível utilizar a água da chuva para tomar banho, lavar louça e roupas. É necessário seguir as

orientações de coleta para isso, assim como as de tratamento e armazenamento correto da água.

### 3.5.3. Sobre o consumo da água da chuva

Como já ressaltado anteriormente, a água da chuva não é indicada para o consumo humano. A água de melhor qualidade sempre deve ser escolhida ao tratar-se de usos mais nobres, como cozinhar e beber. A não garantia da qualidade da água para essas finalidade pode apresentar riscos à saúde. Em situações extremas, a água da chuva tem de ser filtrada e desinfetada com água sanitária.

### 3.5.4. Coleta de água

Alguns cuidados devem ser tomados para captar e armazenar água de chuva de melhor qualidade: filtrar para remoção de sujeiras (como folhas, insetos e outras partículas); descartar sempre a água da primeira chuva e; possuir reservatório adequado, protegido contra o mosquito da dengue.

O sistema utilizado em nosso projeto é simples e conta basicamente com calhas instaladas no telhado que levam esta água precipitada – através de canos PVC – até a caixa d'água de armazenamento.

Figura 5: Exemplo de coleta e armazenamento de água de chuva.



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

### 3.6. Estação Compacta de Tratamento de Efluentes Sanitários

Para melhor e mais consciente disposição do sistema de esgoto deste projeto, será utilizada a Estação Compacta de Tratamentos de Efluentes Sanitários.

A Estação Compacta de Tratamentos de Efluentes Sanitários é um sistema modular para tratamento biológico de águas servidas (esgoto). Sua aplicação é recomendada para residências, edifícios e condomínios residenciais, indústrias (carga orgânica de refeitórios e banheiros), parques, casas de praia, chácaras, sítios, fazendas e todas as situações em que não haja atendimento por uma rede pública de esgoto.

A Estação Compacta é indicada também para quem deseja fazer o reuso da água tratada, no próprio ambiente, para funções que não exigem água potável como: descarga em vasos sanitários, lavagem de piso e veículos, regas de jardim, etc.

Esta Estação Compacta realiza tratamento de caráter biológico associando etapas anaeróbias (com a ausência de oxigênio) e aeróbias (com a presença do oxigênio), através das quais ocorre a descontaminação do efluente segundo o esquema abaixo:

Figura 6: Esquematização da Estação de Tratamento.



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

---

De acordo com o esquema, temos:

1. Caixa de gordura;
2. Caixa de passagem e inspeção;
3. Tanque séptico;
4. Caixa de inspeção e;
5. Filtro biológico septo-difusor.

A carga orgânica contida na água servida é removida pela ação de micro-organismos eficientes (bactérias), eliminando patógenos que podem causar doenças e contaminar o lençol freático por infiltração no solo. A ação desse micro-organismo permite que a água devolvida ao meio ambiente recupere sua transparência, não apresentando turbidez ou odores e não oferecendo riscos à saúde e à natureza. Esta água assim tratada pode mesmo ser armazenada e reutilizada para fins não potáveis.

### **3.6.1. Benefícios**

Dentre os benefícios da Estação Compacta de Tratamento de Efluentes Sanitários, estão:

- a) Trata as águas servidas no próprio local de sua geração;
- b) Atende populações a partir de 2 pessoas;
- c) Apresenta eficiência acima de 90% de remoção de DBO (demanda bioquímica de oxigênio);
- d) Pequena exigência de área para instalação (a partir de 4 m<sup>2</sup>);
- e) Permite o reaproveitamento da água para funções secundárias;
- f) Permite economia estimada em 40% na conta de água pelo reaproveitamento (fonte: ATA, Austrália);
- g) Construída de plástico atóxico em módulos e pode ser ampliada com o crescimento da demanda;
- h) Seus componentes são estanques e resistentes a trincas e vazamentos (problema comum em fossas e filtros de cimento);
- i) Instalação e manutenção simples, não requer alvenaria nem obras complexas
- j) Eficiência muito superior à dos sistemas de concreto;
- k) Atende às normas da ABNT NBR 7229/93 e NBR 13969/97 bem como à legislação ambiental dos Estados e Municípios;

- 
- l) A água tratada resultante pode ser lançada em corpos d'água ou infiltrada diretamente no solo;

### **3.6.2. Dimensionamento**

O dimensionamento é feito de acordo com as normas NBR 7229/93 e NBR 13969/97 da ABNT.

### **3.6.3. Etapas do tratamento**

- a) Entrada do efluente por um difusor de entrada, com quebra de sólidos e redução da velocidade do fluxo de entrada, evitando a turbulência do material já depositado.
- b) No tanque séptico ocorre a decantação dos materiais pesados no fundo e a flutuação dos leves na parte superior. Esta separação leva à formação de uma estratificação com uma região de lodo ao fundo, uma região de depuração no centro e uma área de materiais flutuantes na superior.
- c) A saída do efluente passa por um pré-filtro de saída preenchido com brita número 03, cuja função é impedir a saída de sólidos flutuantes.
- d) Uma caixa de passagem e inspeção entre o tanque séptico e os filtros biológicos septo-difusores facilita a distribuição do efluente entre os mesmos.
- e) Passagem do efluente pelo filtro anaeróbio onde ocorre o tratamento pela sua filtragem lenta através do processo de colmatagem do geotêxtil contido no sistema e subsequente de colmatagem bacteriana.
- f) O efluente tratado poderá, então, infiltrar no solo, ser coletado e conduzido a um corpo receptor ou ser reaproveitado para uso em lavagem de pisos e veículos, rega de jardins, descarga em vasos sanitários ou reuso industrial. A eficiência do sistema é da ordem de 94 a 98% (abatimento do DBO – demanda bioquímica de oxigênio).

---

#### **3.6.4. Limpeza**

A remoção do lodo depositado no tanque séptico é feita a cada 1, 3 ou 5 anos, de acordo com o modelo adotado.

#### **3.6.5. Manutenção**

O sistema não requer manutenção, exceto a limpeza periódica citada acima. Inspeções periódicas na qualidade do efluente devem ser feitas nas caixas de inspeção.

#### **3.6.6. Sobre o consumo**

A água tratada por este sistema não é potável, portanto, seu uso é vedado para beber, cozinhar, lavar alimentos e roupas e banhar-se.

#### **3.6.7. Reuso da água tratada**

A solução ecologicamente correta para a água tratada é reutilizá-la no próprio local. A Estação Compacta não reaproveita a água diretamente mas a trata e disponibiliza para o reuso. Para poder reaproveitar essa água é necessário adicionar alguns complementos ao sistema como cisternas, equipamento de bombeamento e sistemas para pós-tratamento (cloração, raios ultravioleta, etc.).

## **3.7. Energia Fotovoltaica**

### **3.7.1. Normas**

Os sistemas fotovoltaicos desse trabalho atendem as diretrizes das normas:

- a) ABNT NBR 11704 – Sistemas Fotovoltaicos – Classificação: Esta norma classifica os sistemas de conversão fotovoltaica de energia solar em elétrica.
- b) ABNT NBR 11876 – Módulos Fotovoltaicos – Especificação: Esta norma especifica os requisitos exigíveis e os critérios para aceitação de módulos fotovoltaicos para uso terrestre, de construção plana e sem concentradores, que utilizem dispositivos fotovoltaicos como componentes ativos para converter diretamente a energia solar radiante em elétrica.

### **3.7.2. O Sistema**

São muitas as vantagens apresentadas pelo uso da energia solar em edificações. Esta é a forma de conversão que apresenta mais facilidade para integrar-se às edificações e cidades.

Sistemas fotovoltaicos propiciam uma eletricidade limpa e não emitem CO<sub>2</sub>. É estimado que para cada quilowatt-hora (kWh) produzido por energia fotovoltaica, é evitada a emissão de 0,6 kg de CO<sub>2</sub>. Este valor pode chegar a 1,0kg/kWh ao haver a substituição da energia elétrica produzida por geradores domésticos a diesel por células fotovoltaicas. Foi comprovado em estudos que em uma casa típica britânica, é possível reduzir até 60% das emissões de CO<sub>2</sub> ao utilizar-se de medidas de conservação de energia. Porém, ao utilizar o sistema fotovoltaico, sistemas de calefação solares de ambiente e de aquecimento de água, as reduções podem chegar a 90%. Segundo o Comitê Real Sobre Poluição Ambiental, esse valor seria suficiente para ter uma estabilidade das mudanças climáticas, caso as alterações ocorressem em todas as edificações.

O fornecimento nos sistemas de conversão de energia do sistema solar fica localizado no ponto de consumo, de forma que as perdas de transmissão têm menor valor ou inexistentes. Isto garante, também, que não haja risco de blecaute. Placas fotovoltaicas podem gerar energia elétrica nas áreas em que

a rede de transmissão tradicional não possui atuação. Este sistema de energia fotovoltaica pode ser independente da rede pública, o que garante o fornecimento em possíveis momentos de blecautes da rede pública. Sendo que hoje em dia mais de três bilhões de pessoas no mundo possuem conexão a redes convencionais, isto é um aspecto muito importante, pois pode apresentar a oportunidade de apoio caso estas redes forem interrompidas, embora ainda haja melhorias em seu desenvolvimento para que isto seja possível em grande escala. Concluindo, a partir do momento em que a energia elétrica começar a se tornar menos confiável, este tipo de energia limpa se tornará cada vez mais importante.

Blecautes em períodos do dia em que a energia é mais necessária já estão ocorrendo em muitas partes do mundo. Como exemplo temos os países de clima mais quente. Em dias de elevadas temperaturas, pode haver blecautes devido ao condicionamento do ar em certas regiões. Em edifícios onde o consumo de energia é mais sensato, o ar pode ser refrigerado por ventiladores de teto alimentados por energia fotovoltaica ou até mesmo com o uso de sistemas de refrigeração passivos. Sistemas fotovoltaicos não possuem capacidade para alimentar equipamentos grandes de climatização mecânica, mesmo que sejam feitos grandes progressos no campo da refrigeração solar.

Os sistemas solares são resistentes, silenciosos e exigem pouca manutenção. Muitas vezes estes são incorporados à pele das edificações, o que reduz o custo da instalação.

Outras funções podem ser desempenhadas pelos sistemas solares quando estes são integrados adequadamente aos prédios, configurando protetores para a chuva, coberturas, brises, passarelas cobertas, telhas planas ou curvas e também geradores de energia elétrica instalados como protetores de autoestradas.

Em tese, as células fotovoltaicas são em geral sistemas muito duradouros, pois apresentam poucas partes móveis. São muitas as vantagens extras que podem apresentar um importante papel no cenário de mudanças climáticas. Uma delas, por exemplo, é que os telhados solares são mais “escorregadios” que os convencionais – pode-se observar um exemplo nas figuras 11 e 12 -, nas regiões sujeitas a precipitações de neve, estes telhados

não precisam ser construídos com grande inclinação, o que gera grande economia na construção. Além disso, o fato de os telhados solares serem conectados com firmeza a cobertura, eles são menos vulneráveis a danos provocados por tempestades quando comparados às coberturas tradicionais.

Os sistemas fotovoltaicos se tornam menos eficientes quando a temperatura de teste (25º) é ultrapassada. Ou seja, não funcionam muito bem durante a ocorrência de ondas de calor intenso.

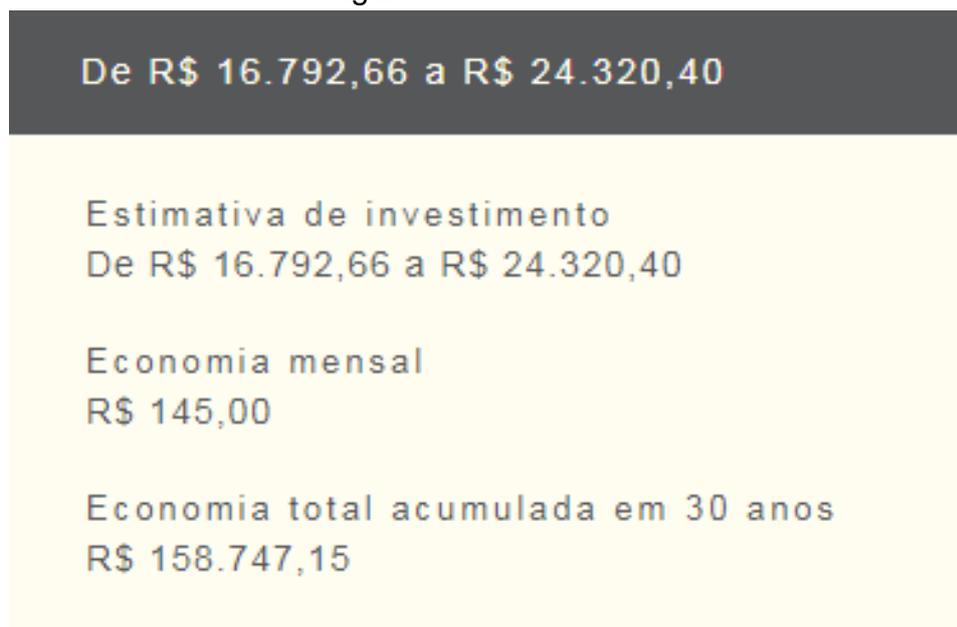
Os sistemas domésticos fotovoltaicos podem apresentar um corte pela metade da energia anual da rede normal de distribuição de uma casa familiar. Isto representa uma economia, em média, de 200 dólares por ano. Estes sistemas são capazes de gerar até 25% da necessidade total de energia de uma casa durante o inverno.

### 3.7.3. O Projeto

Nas imagens a seguir serão apresentadas informações com base nos cálculos feitos no simulador-calculadora de energia fotovoltaica.

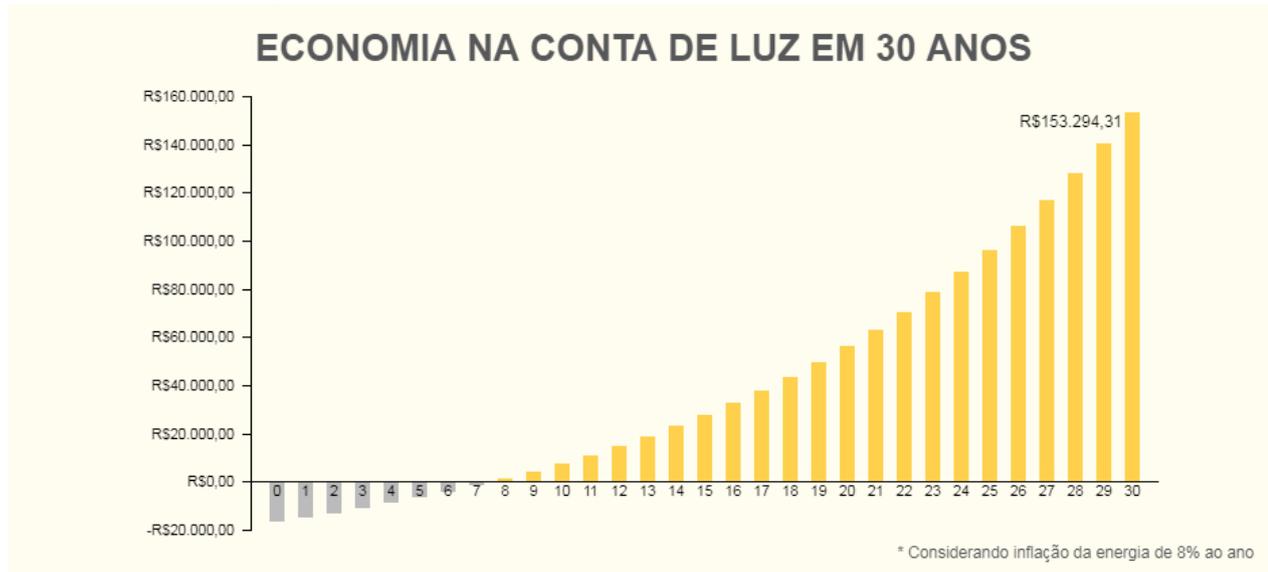
É de suma importância exaltar o fato de que esses cálculos foram feitos com base nas necessidades energéticas de uma só casa do condomínio. Para fazer a análise de acordo com as vinte casas, basta multiplicar os resultantes por vinte.

Figura 7: Investimento.



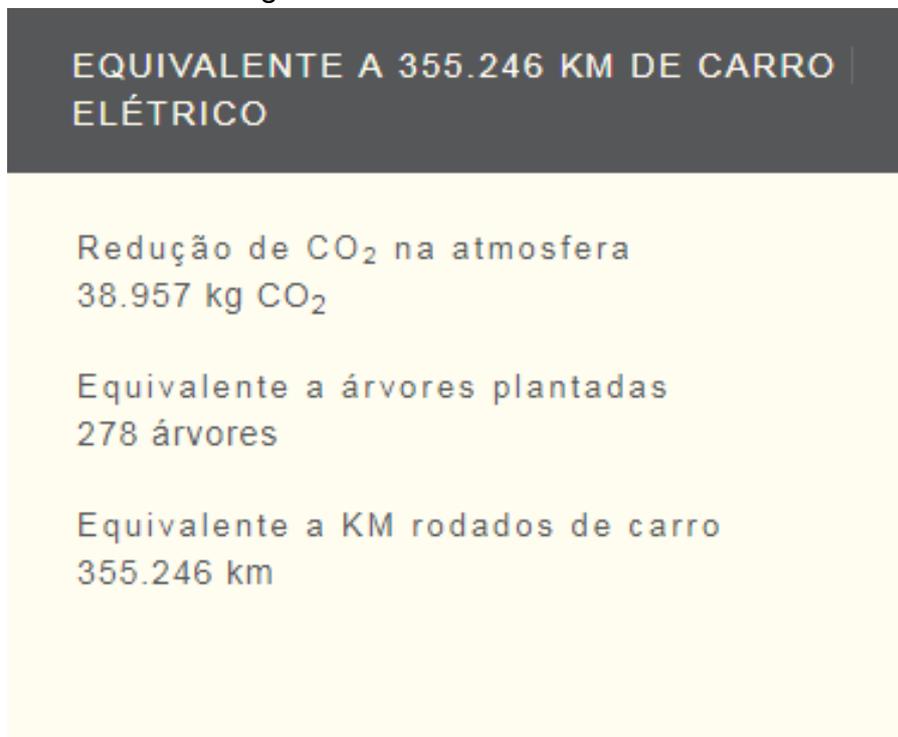
Fonte: <https://www.neosolar.com.br/simulador-solar-calculadora-fotovoltaica>

Figura 8: Gráfico de economia na conta de luz.



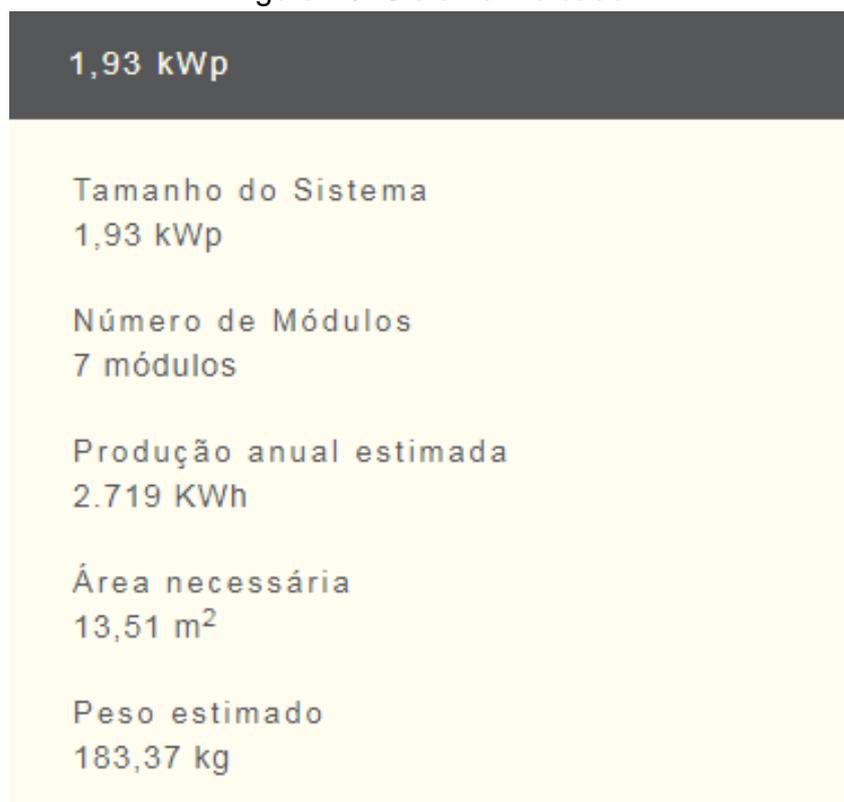
Fonte: <https://www.neosolar.com.br/simulador-solar-calculadora-fotovoltaica>

Figura 9: Estimativa Ambiental.



Fonte: <https://www.neosolar.com.br/simulador-solar-calculadora-fotovoltaica>

Figura 10: Sistema indicado.



Fonte: <https://www.neosolar.com.br/simulador-solar-calculadora-fotovoltaica>

Figura 11: Placas Solares.



Fonte: <http://www.energiapura.com/casa-100-solar-palmeiras-ba>

Figura 12: Casa com placas solares.



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

### **3.8. Telhado Verde**

Será apresentado a seguir, as características, dados técnicos e vantagens da utilização de telhados verde.

#### **3.8.1. Características Gerais**

Os telhados verdes consistem, basicamente, na aplicação de uma camada vegetal sobre uma base impermeável, que podem ser um telhado convencional ou, como mais indicado, uma laje impermeabilizada.

A aplicação de telhados verdes tem ganhado grande espaço na área da arquitetura e construção, pois apresenta uma alternativa viável para gerir as águas pluviais em meios urbanos, assim como a drenagem pluvial (runoff), o que pode levar à diminuição de problemas como enchente. São também vistos como uma solução estética, além de apresentar soluções termo-acústicas, ao atuar como isolante e evitando a transferência de frio, calor e ruídos para o interior da edificação. Neste projeto de condomínio, este fator é essencial, pois uma edificação de contêiner precisa apresentar formas adequadas de controlar a temperatura do ambiente e também de garantir o bem estar dos moradores no quesito acústico. Então, desta forma, os telhados verdes também minimizam gastos energéticos que seriam investidos em refrigeração e aquecimento, o que acarreta a economia de energia.

É sabido que as áreas verdes contribuem para a captação de carbono e outros gases do efeito estufa decorrentes da poluição – como pode-se observar nas figuras 14 e 15 -, o que apresenta um aspecto importante nos microlimas urbanos. Essas áreas podem atuar na diminuição de stress causados pelas construções. Desta forma, contribuem para a queda de temperatura nas ilhas de calor urbanas, quando o calor armazenado nas edificações atinge níveis desagradáveis.

Pode-se concluir que os telhados verdes, além de apresentarem um artifício arquitetônico, são capazes de aproximar o ser humano de ambientes mais verdes e conseqüentemente melhorar sua qualidade de vida.

### 3.8.2. Dados Técnicos

Alguns dados técnicos devem ser observados ao tratarmos do estudo da aplicação e funcionamento de telhados verdes. Estes devem ser aplicados preferencialmente em superfícies impermeabilizadas, o que as torna aptas a receber uma camada de grama e substrato. A estrutura da edificação deve suportar cargas de em média  $80\text{kg/m}^2$  (carga estática), podendo variar conforme o tipo de projeto. No caso deste projeto, a edificação de contêiner apresenta comprovada resistência a pesos, pois estes são conhecidos por serem utilizados na área de transportes marítimos, principalmente.

Dados técnicos:

- a) Possui módulos de retenção da água da chuva de  $33\text{L/m}^2$ ;
- b) A carga estática saturada, com exceção do gramado é de  $80\text{kg/m}^2$ ;
- c) A carga estática saturada ao tratar-se de gramados é de  $150\text{kg/m}^2$ ;
- d) Apresenta 2% de inclinação mínima e 35% de máxima, podendo chegar até 75% se houver travamento dos módulos;
- e) É necessário considerar a instalação do meio drenante abaixo da camada de substrato, levando em consideração os bocais para escoamento da água da chuva, conforme a ABNT/NBR 10844;

### 3.8.3. O Projeto

Os projetos de telhado verde apresentam grande flexibilidade, podendo se adaptar a diversas necessidades, como jardins suspensos.

É de grande importância ao definir-se o projeto, observar e fazer um estudo de quais funcionalidades são esperadas do telhado verde. É necessário dar preferências a plantas que não necessitam de muita manutenção, plantas mais robustas e que necessitam de pouco consumo de água.

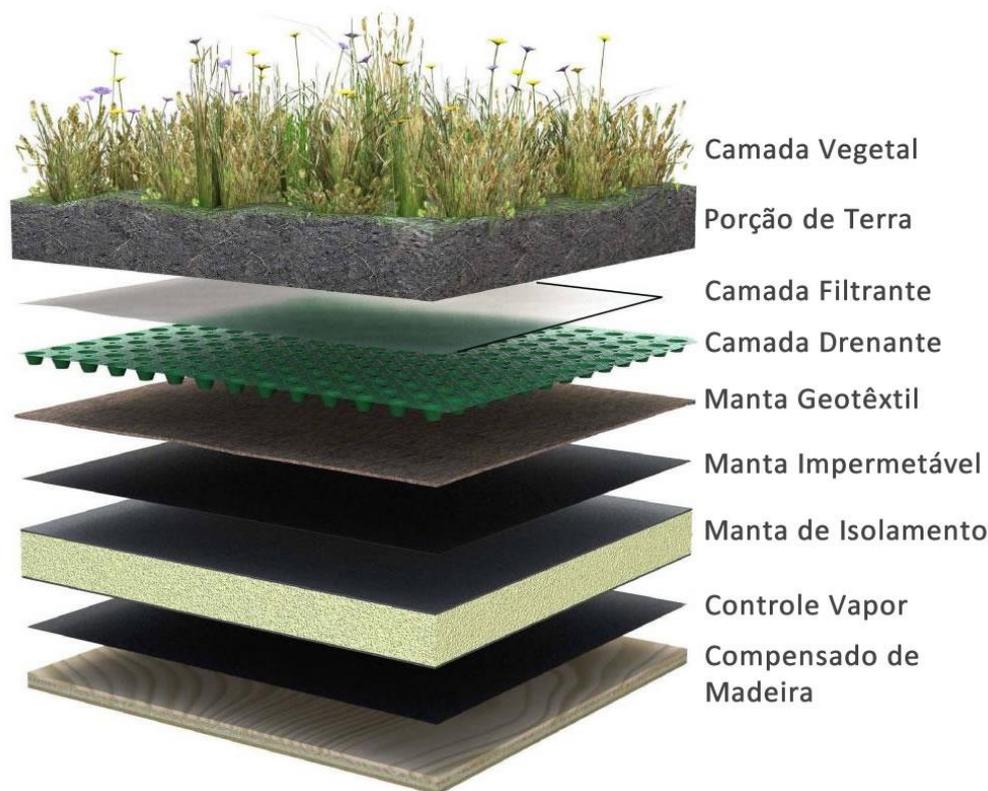
Como já dito anteriormente, é necessário dar a devida atenção na impermeabilização da base onde será colocado o telhado verde. É importante, também, a utilização de produtos apropriados e de mão de obra qualificada, assim como seguir as diretrizes previstas na NBR15352 e NBR9952.

Para evitar problemas com a escolha do plantio e sobrevivência das plantas, é de grande importância consultar uma empresa especializada, para garantir um melhor funcionamento deste sistema. Desta forma, também é possível tomar conhecimento dos cuidados necessários para manter o telhado verde saudável, para seu máximo aproveitamento.

No projeto de cada casa deste condomínio, serão utilizados aproximadamente 33 m<sup>2</sup> de telhado verde. Devem ser instaladas vigas tipo “U” no interior do container para dar suporte ao peso do material depositado, visto que as chapas do container são finas e podem não aguentar o peso do solo saturado. É possível observar esta implantação deste sistema no anexo A e anexo F. Na figura 13 pode-se observar um esquema das camadas do telhado verde.

É de grande importância ressaltar que o projeto do telhado verde de cada casa deste condomínio foi feito de modo a considerar que a estrutura dos dois contêineres que suportam as placas são o suficiente, não necessitando de qualquer outra estrutura.

Figura 13: Esquema das camadas do telhado verde.



Fonte: <http://images.arquidicas.com.br/wp-content/uploads/2014/05/telhado-verde.jpg>

Figura 14: Exemplo de utilização de telhado verde em residência.



Fonte: <http://blog.giulianaaflores.com.br/wp-content/uploads/2013/05/telhado-verde.jpg>

Figura 15: Exemplo de utilização de telhado verde em residência.



Fonte: <http://www.fazfacil.com.br/wp-content/uploads/2016/11/20161109-telhado-verde-casa.jpg>

### 3.9. Estudos de Caso

Neste tópico serão apresentados dois estudos de caso que foram realizados durante este estudo. Duas obras foram acompanhadas pelos autores deste trabalho, e ambas tratam-se de edificações que utilizaram contêineres como o material principal de sua estrutura. Estes acompanhamentos foram de grande importância para este estudo, pois propiciaram a maior compreensão do material, como a sua execução, acabamento e desempenho.

#### 3.9.1. Estudo de Caso - Quartos

O primeiro estudo de caso foi realizado na pousada “Recanto dos Bentos”, localizada em Itapeva – MG, na qual foram construídos dois quartos utilizando contêineres para sua estrutura, como pode ser visto nas imagens à seguir. Os quartos foram feitos a partir de um contêiner de 40” que foi cortado ao meio. Para melhor visualização deste tipo de contêiner, ver Figura 3, página 19 deste trabalho.

Figura 16: Quartos feitos de contêiner.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 17: Quarto feito de contêiner.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 18: Interior do quarto.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 19: Interior do quarto.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 20: Interior do quarto.



Fonte: Elaborado pelo autor.

### **3.9.1.1. Isolamento Térmico**

No isolamento térmico destes quartos foi utilizada a lã de vidro, que é um dos isolantes térmicos mais tradicionais encontrados no mercado, devido a suas propriedades físicas e químicas.

Como já dito anteriormente neste trabalho, o isolamento térmico neste tipo de edificação é de total importância para obter um uso racional de energia.

### **3.9.1.2. Controle de temperatura**

Em épocas mais quentes do ano, o ar condicionado e ventiladores possuem um papel importante para o controle de temperatura dos quartos, pois, apesar do isolante térmico, nestes dias muito quentes os quartos podem atingir elevadas temperaturas.

### **3.9.1.3. Fatores Positivos observados na visita**

Entre os fatores positivos observados na visita, estão:

- a) Execução rápida, levando entre 30 a 60 dias para o término;
- b) Obra mais barata e limpa, pela redução de materiais e entulho;
- c) Reutilização de materiais;
- d) Uso menor de areia, água, cimento, ferro e etc;
- e) Economia de recursos naturais;
- f) Uma impermeabilização de até 15% do terreno pode preservar o solo e lençol freático;
- g) O projeto respeita o relevo natural do terreno, o que evita interferências no solo e lençol freático;
- h) É uma construção flexível. Pode ser desmontada e transferida para outro terreno. Suas características favorecem a construção e montagem;

#### **3.9.1.4. O Projeto**

Algumas das características do projeto dos quartos de contêiner:

- a) Cada quarto possui uma área total de 15m<sup>2</sup>;
- b) Ventilação cruzada nos ambientes: São utilizadas janelas e aberturas para diminuir o uso de ar condicionado quando utilizado;
- c) Sistema de tratamento de esgoto ecológico com biodigestor;
- d) Aquecimento solar nos chuveiros;
- e) Conforto térmico e acústico: Foi utilizado isolamento térmico e acústico para proporcionar um maior conforto;
- f) Telhado branco pode reduzir entre 40% à 70% a temperatura nos ambientes, com capacidade de reduzir também em até 96% os raios UV, e refletir mais 80% os raios solares, no qual pode gerar uma economia de energia elétrica em torno de 30% nas edificações;

#### **3.9.2. Estudo de Caso - Casa**

No dia 07 de setembro de 2017, foi realizada a segunda visita técnica de uma casa contêiner, que está também localizada na pousada “Recanto dos Bentos”, Itapeva – MG, com o objetivo de levantar os processos construtivos, apontar as principais exigências para que não ocorram futuras patologias, garantir o conforto do usuário, além de fazer um estudo de viabilidade. A segunda visita técnica realizada ocorreu meses após a primeira, devido ao tempo para execução da segunda construção com contêineres.

### 3.9.2.1. A Casa

Figura 21: Casa contêiner.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A figura 21 mostra a casa contêiner que está em fase de acabamento. Para a construção desta casa contêiner foram utilizados quatro contêineres, com comprimento de 12,19 metros, largura de 2,89 metros e altura igual a 2,89 metros, somando um total de 140,92 m<sup>2</sup>.

### 3.9.2.2. Cobertura metálica

Figura 22: Cobertura metálica.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Pode-se observar que na figura 22 a cobertura foi executada com estrutura metálica, que é mais leve em relação aos outros materiais utilizados para cobertura. O valor de aquisição é menor e a mão de obra também. As telhas são de aço galvanizado, que é mais viável com relação às outras telhas, pois têm maior durabilidade, são mais leves e de fácil manuseio. As telhas foram pintadas com uma tinta isolante térmica parcial para diminuir a temperatura que é transferida para o ambiente. Pode-se observar também na figura 22, que foram colocadas telhas de fibra transparente, pra tornar o ambiente mais claro reduzindo o gasto com energia elétrica.

### 3.9.2.3. Fundação

Figura 23: Bloco de fundação.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Como mostra a figura 23, a fundação é simples, pois através de cálculos realizados e estudo de solo o engenheiro responsável decidiu que seriam necessários apenas blocos de concreto para apoiar os contêineres.

### 3.9.2.4. Estrutura do contêiner

Figura 24: Esquadrias



Fonte: Elaborado pelo autor.

As esquadrias, como mostra a figura 24, precisam de uma atenção especial, pois precisam ser colocadas antes do acabamento para não danificar a pintura devido ao corte e a solda. O corte tem que ser previsto e realizado com precisão para que a esquadria encaixe sem deixar folgas, possibilitando um acabamento perfeito. É possível notar que a esquadria passa 24 centímetros para dentro do container, isso porque esse espaço serve para acomodar a rede hidráulica, rede elétrica e perfis para fixar as placas de gesso.

Figura 25: Estrutura do contêiner

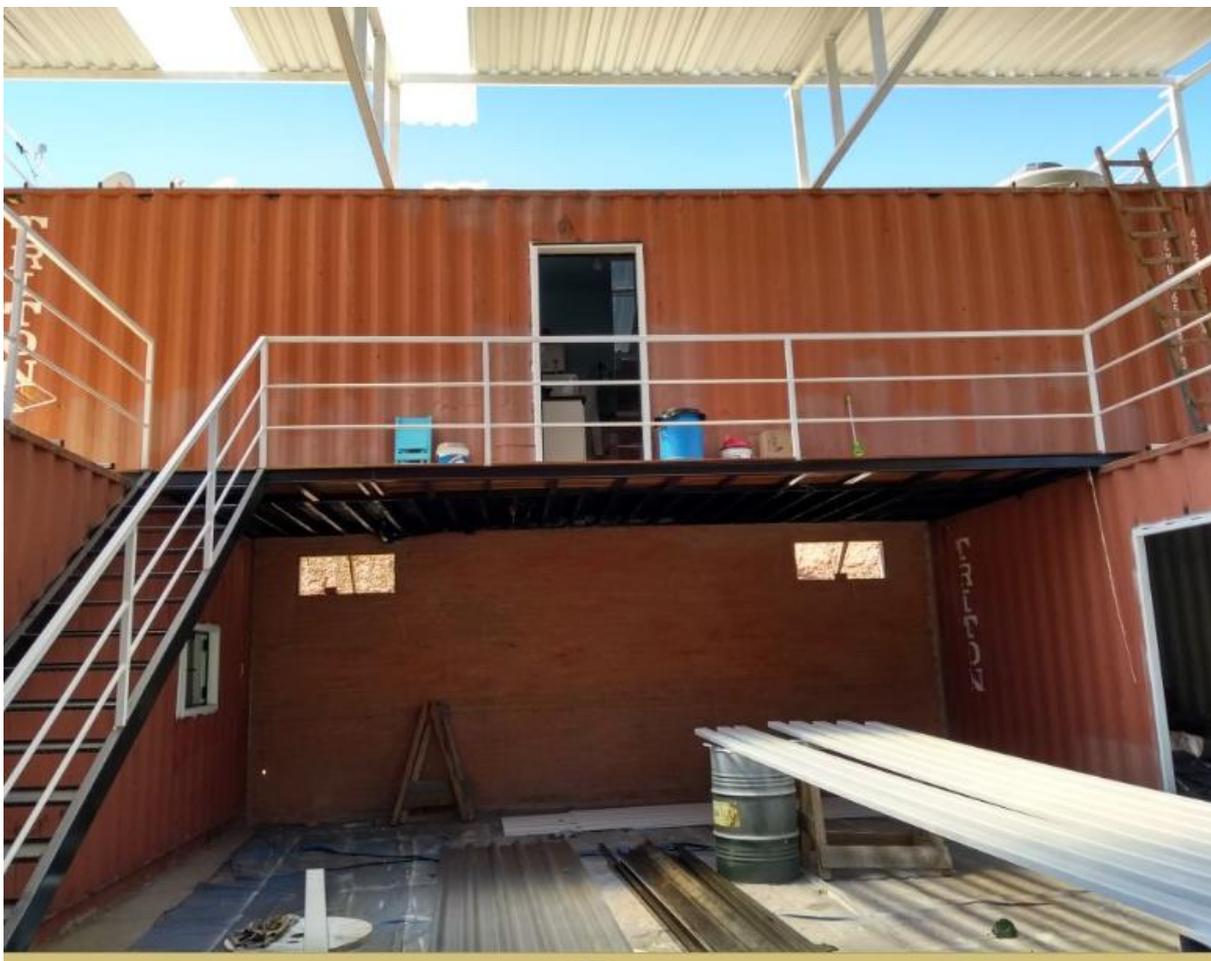


Fonte: Elaborado pelo autor.

A figura 25 mostra parte da estrutura principal da casa contêiner. Essas estruturas não podem sofrer cortes e nem sobre carga além do seu limite. É possível notar que o contêiner superior foi apoiado na extremidade do contêiner inferior, transmitindo a carga do peso próprio e acidental para a coluna metálica. Se o contêiner superior fosse apoiado no meio do contêiner inferior, a estrutura do contêiner inferior não suportaria a carga aplicada advinda do peso próprio e da carga acidental, ocasionando deformações no contêiner devido ao momento positivo. Os cortes das esquadrias deixariam o contêiner mais vulnerável, facilitando a deformação. Por isso é importante fazer um estudo prévio antes de executar uma casa contêiner para não ocorrer problemas futuros.

### 3.9.2.5. Área de jogos e lazer

Figura 26: Área de jogos e lazer.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A figura 26 mostra onde será o salão de jogos e lazer, com um amplo espaço arejado por consideráveis entradas de ar, o que possibilita uma sensação térmica agradável.

### 3.9.2.6. Banheiros

Figura 27: Banheiros.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A figura 27 mostra o contêiner que será dividido ao meio, entre as duas esquadrias menores, formando dois quartos com banheiro. O banheiro será executado com impermeabilização total, para não danificar a estrutura através de ferrugem formada pela infiltração. No piso do banheiro será feito uma massa com espessura de 2 centímetros misturado com impermeabilizante e depois será colocado piso cerâmico para acabamento. Nas paredes do banheiro serão utilizadas placas de gesso cimentícias, que são mais resistentes a água, e depois será feito revestimento com azulejo cerâmico.

### 3.9.2.7. Esgoto

Figura 28: Esgoto.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A figura 28 mostra a rede de esgoto da casa contêiner, onde foi utilizado tubo de PVC de diâmetro nominal igual a 100 mm para o vaso de descarga e o tubo de queda conforme NBR 8160, que estabelece o diâmetro mínimo para vaso de descarga de 100mm e queda mínima de 1%. Foram utilizados tubos de diâmetro nominal igual a 75mm para o ralo do chuveiro e para a pia da cozinha com queda mínima de 2%, que foram conectados no tubo de queda. Foi colocada no ralo do chuveiro uma caixa sifonada, com o objetivo de evitar que gases retornem para dentro do recipiente provocando odores indesejáveis conforme NBR 8160. Foi utilizado também sifão normatizado para pia da cozinha com o mesmo objetivo. Para o dimensionamento dos tubos de esgoto residencial e predial é necessário utilizar tabela de unidades Hunter de

contribuição dos aparelhos sanitários e diâmetro nominal mínimo dos ramais de descarga conforme NBR 8160.

### 3.9.2.8. Instalações e Revestimento

Figura 29: Suporte para fixar perfis.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme mostra a figura 29, foram colocados suportes metálicos retangulares que estão soldados na estrutura do contêiner e serão utilizados como suporte para os perfis metálicos galvanizados, onde serão fixadas as placas de gesso. Existe outra solução onde os perfis metálicos galvanizados são pendurados por cabos de aço, mas o proprietário optou por este que é soldado, pois segundo ele é mais resistente e gera menos manutenção.

Figura 30: Perfil metálico galvanizado.



Fonte: <https://quallyforros.wordpress.com/about/page/2/>

A figura 30 mostra o perfil metálico galvanizado onde serão fixadas as placas de gesso por parafusos auto brocantes

---

Figura 31: Parafuso auto brocante.

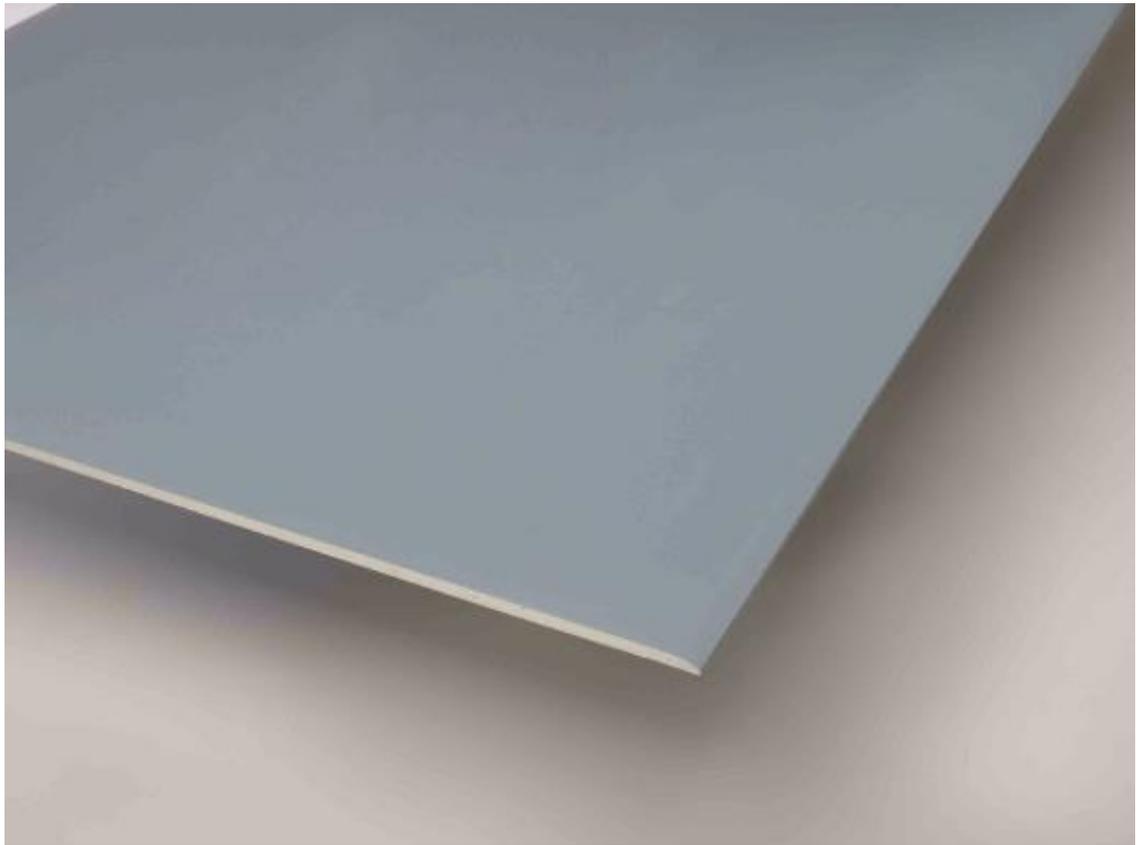


---

Fonte: <https://www.wurth.com.br/wurth/b2c/produto?R=parafuso-cabeca-flangeada-e-recartilhada-philips-auto-brocante-prod700006-60002>

A figura 31 mostra o parafuso auto brocante que foi utilizado para fixar as placas de gesso nos perfis metálicos galvanizado.

Figura 32: Placas de gesso a cartonado.



Fonte: [https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-834305587-drywall-placa-de-gesso-acartonado-porto-alegre-rs-\\_JM](https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-834305587-drywall-placa-de-gesso-acartonado-porto-alegre-rs-_JM)

A figura 32 mostra a placa de gesso a cartonado que foi utilizado para dar acabamento no interior do contêiner.

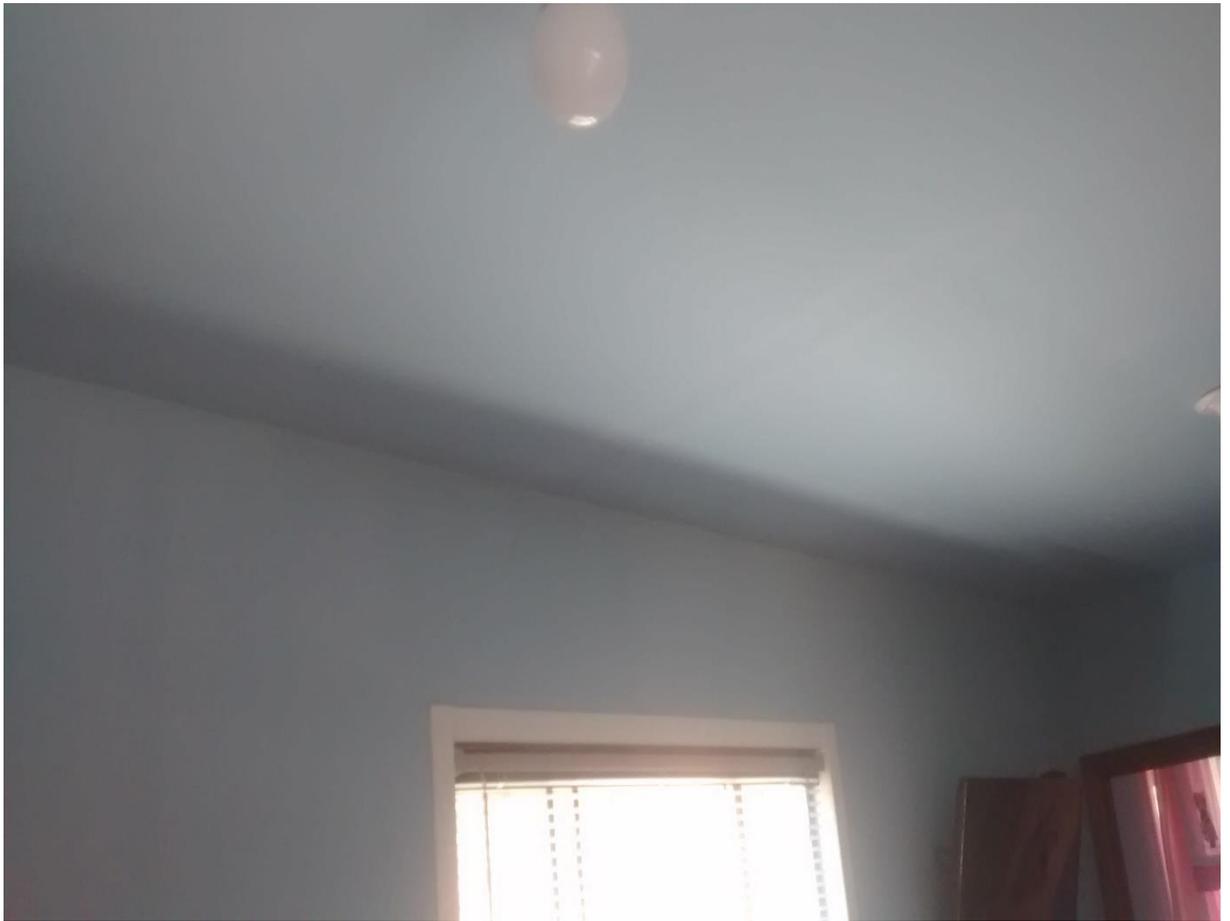
Figura 33: Isolamento termo acústico.



Fonte: <http://www.akustik.com.br/isolamento-termo-acustico.php>

A figura 33 mostra a manta termo acústica que será utilizada na casa contêiner, uma solução adotada para diminuir o calor no interior do container. A manta é acústica também e de fácil aplicação. Outra solução térmica adotada foi de pintar os containers com tinta refletiva que reflete os raios solares diminuindo a temperatura do ambiente. É importante que essas soluções sejam aplicadas para atender a NBR 15575 que trata sobre o desempenho da construção e refere-se ao conforto térmico, luminosidade ventilação e acústica. A NBR 10151 estabelece procedimentos para avaliação dos ruídos, visando o conforto do usuário. A NBR 10152 define o desempenho mínimo para o conforto acústico.

Figura 34: Acabamento de placa de gesso.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A figura 34 mostra o acabamento do interior do contêiner, feito com placas de gesso a cartonado. É possível notar que a esquadria ficou rente com as placas proporcionando um acabamento mais preciso.

### 3.9.2.9. Conclusão do estudo de caso

Figura 35: Vista da nova construção de contêineres.



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 36: Vista do térreo da construção.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 37: Vista frontal da construção.



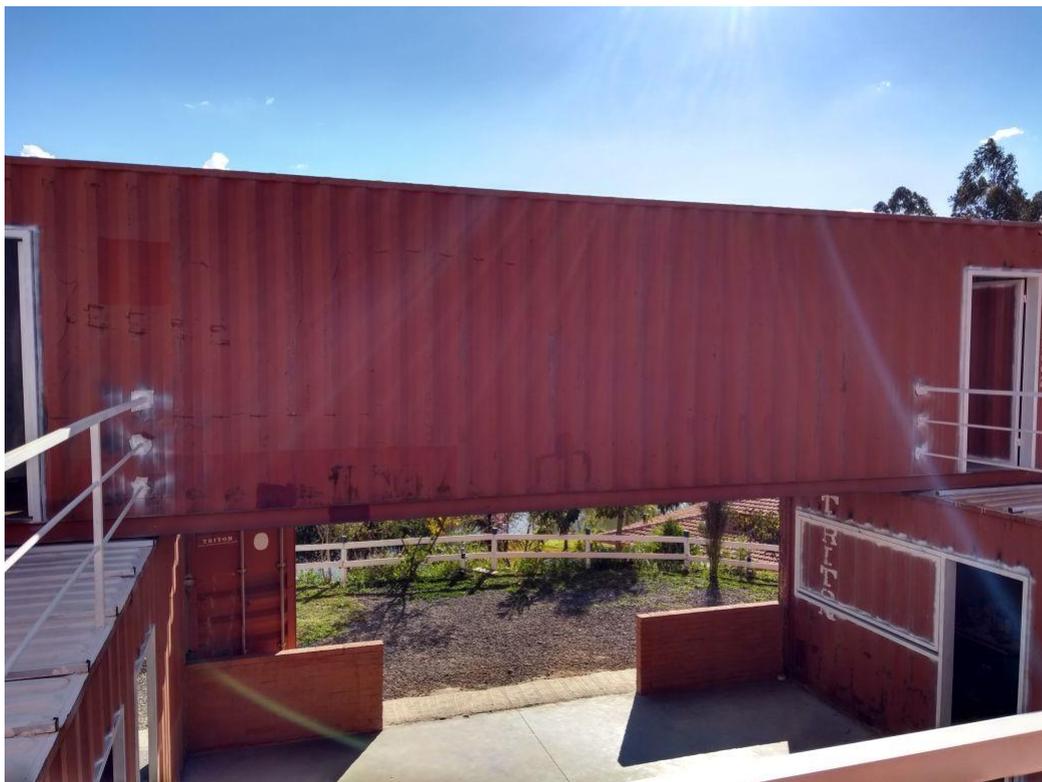
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 38: Vista de um dos contêineres laterais.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 39: Vista de cima de um dos contêineres.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Esta segunda visita a uma construção utilizando contêineres foi muito esclarecedora em diversos aspectos relacionados à tecnologia da construção, o que é de total importância para a realização deste trabalho de conclusão de curso.

---

## **4. PROJETOS**

Neste tópico serão vistos o Projeto Arquitetônico da casa contêiner padrão do condomínio, o projeto de Implantação do Condomínio, a terraplenagem, o Projeto de Fundação, o Projeto Hidráulico e de Esgoto, o Projeto Elétrico da casa, a Análise de Custos, o Cronograma Físico-Financeiro e o histograma.

### **4.1. Projeto Arquitetônico**

Cada casa contêiner deste projeto de condomínio possui o mesmo projeto arquitetônico, sendo esses distribuídos nos vinte lotes. O projeto arquitetônico foi feito de modo a aproveitar ao máximo o espaço de cada estrutura de contêiner. Cada casa possui quatro contêineres em sua estrutura, sendo três do tipo 40" High Cube e um do tipo 20". Os detalhes de cada tipo de contêiner podem ser visualizados novamente no tópico 2 no início deste trabalho.

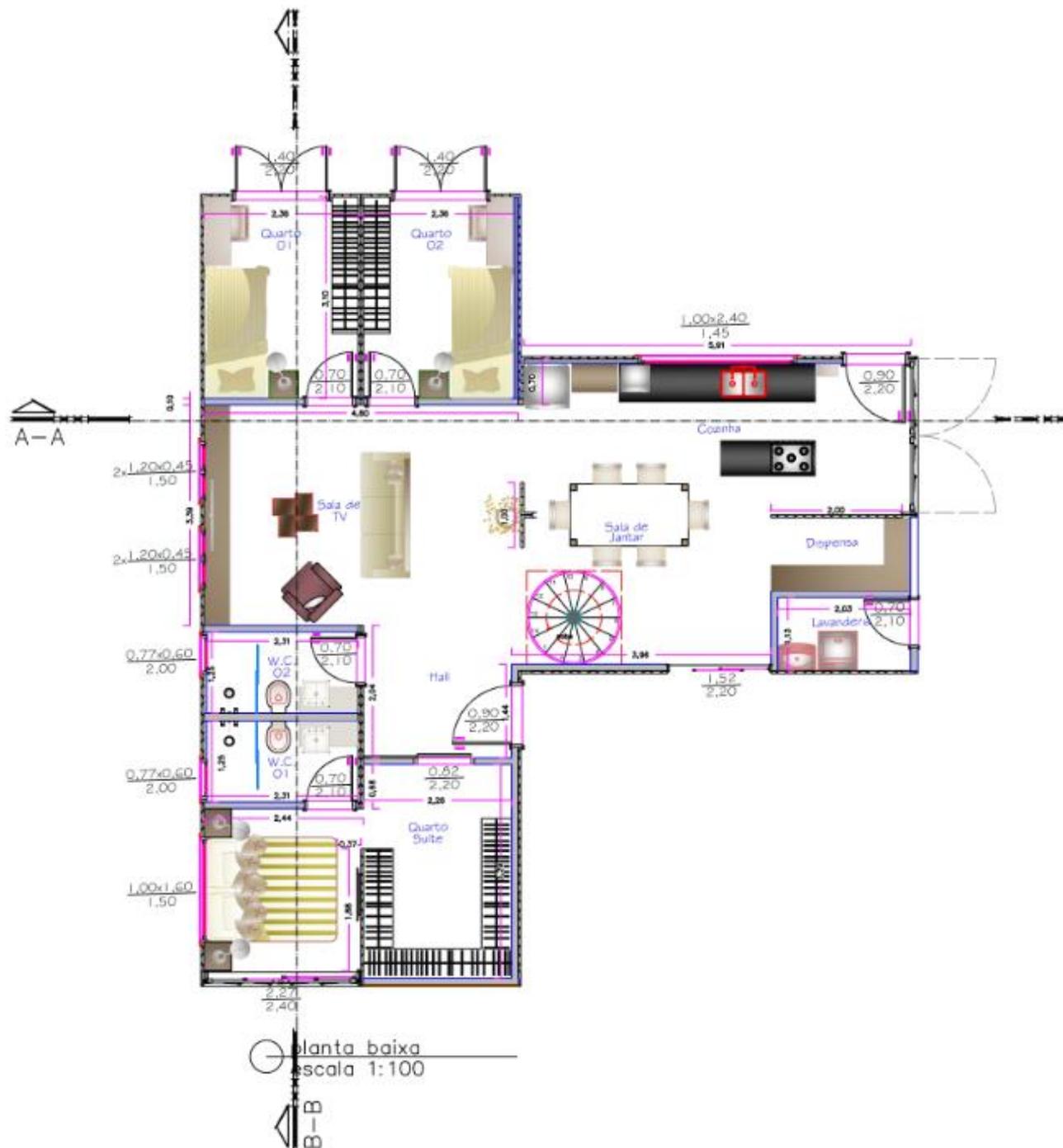
O projeto completo pode ser encontrado em anexo, intitulado como Anexo A, caso necessário.

#### **4.1.1. Detalhes do Projeto**

Neste tópico serão mostrados detalhes do projeto arquitetônico feitos no AutoCAD.

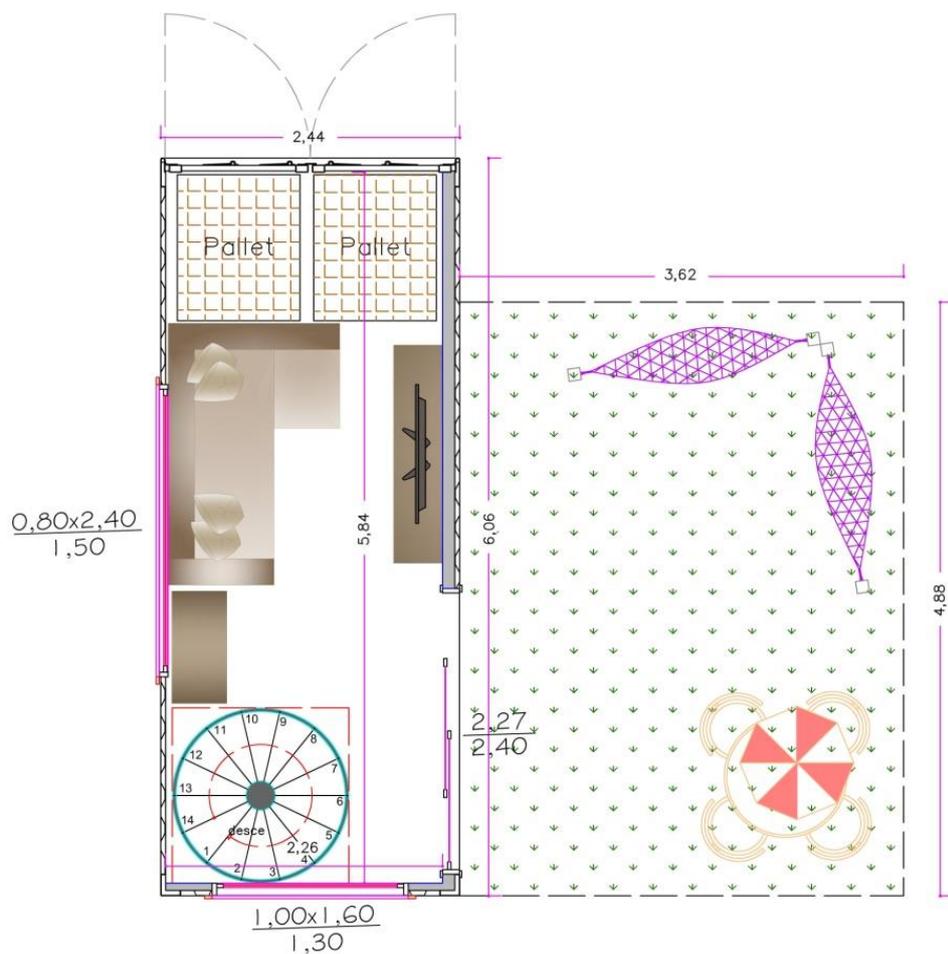
### 4.1.1.1. Planta baixa

Figura 40: Planta baixa, primeiro andar.



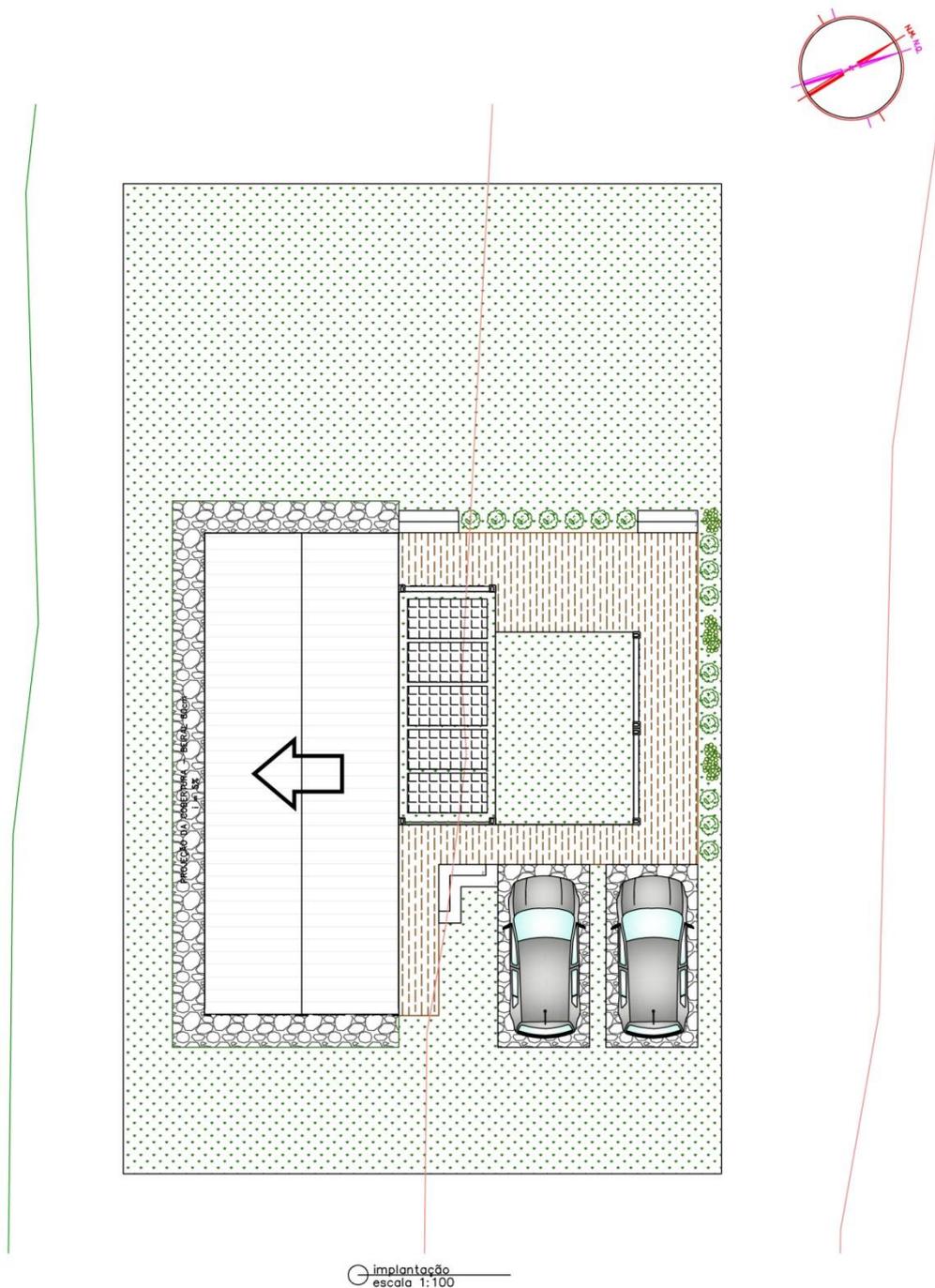
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 41: Planta baixa, segundo andar.



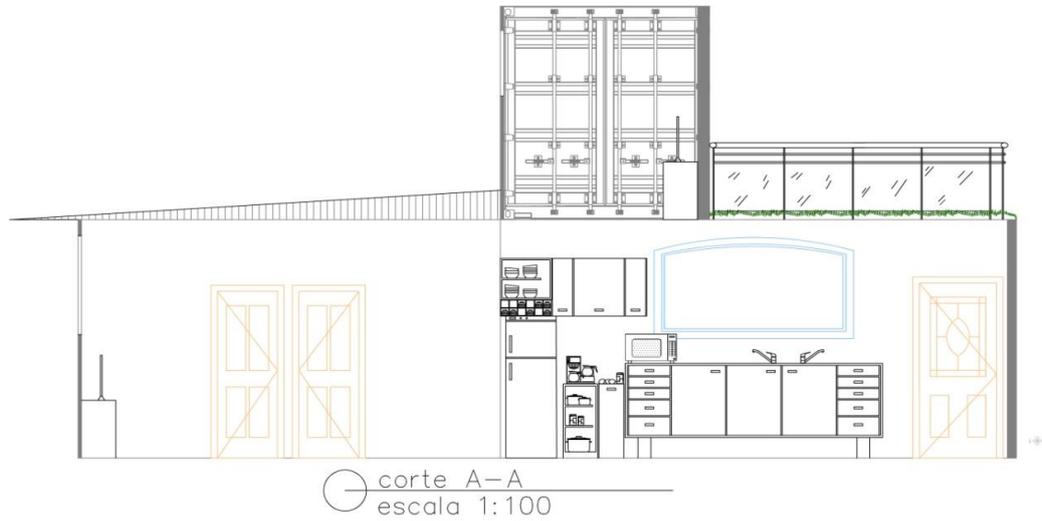
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 42: Implantação.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 43: Corta A-A.



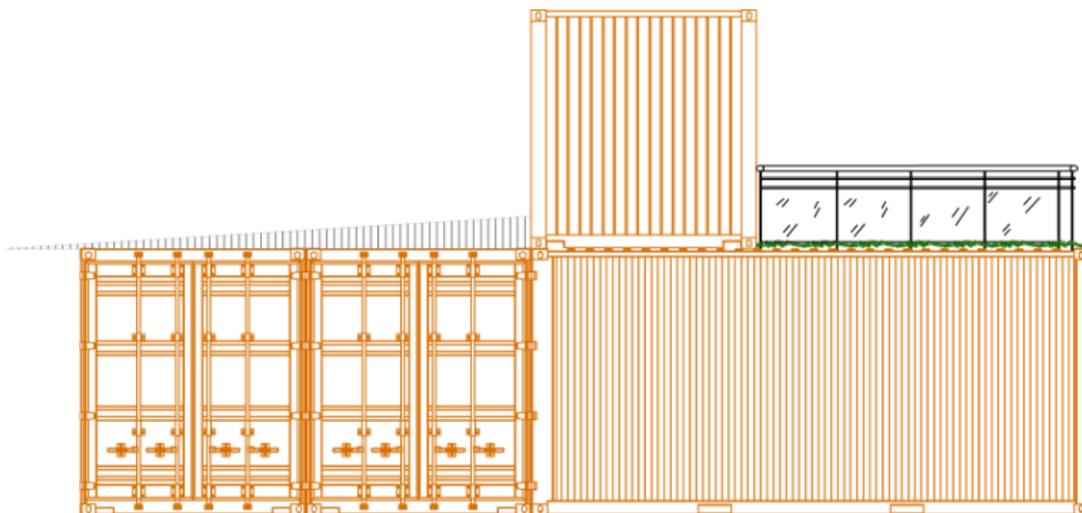
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 44: Corte B-B.



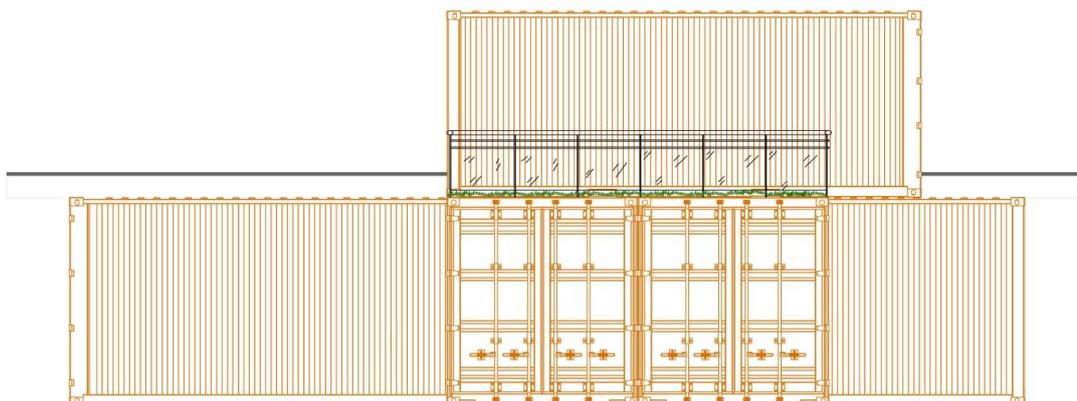
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 45: Vista Frontal.



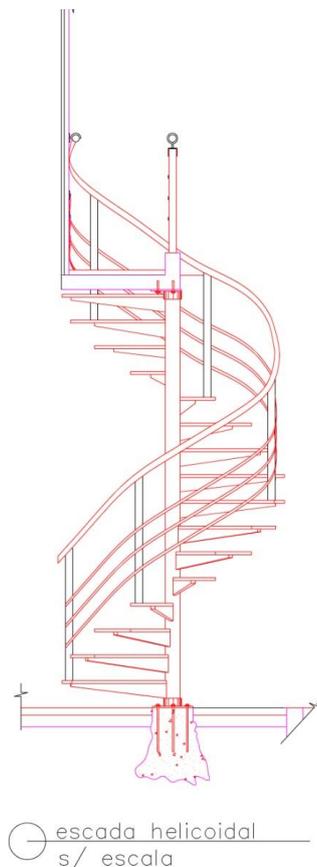
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 46: Vista lateral.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 47: Detalhe da escada helicoidal.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Esse tipo de escada foi escolhido para este projeto após estudos que levaram a constatação de que esta é a que menos ocupa espaço no ambiente, o que é essencial para este projeto e para o maior aproveitamento do espaço disponível.

A escada helicoidal possui o mesmo cálculo dos demais tipos de escada, a única diferença é o piso em formato de leque para ser fixado o mastro e os pontos de início e chegada da escada.

O projeto desta escada seguiu as diretrizes da NBR 9077.

#### 4.1.1.2. Iluminação e ventilação

A iluminação natural é muito importante para se obter um ambiente salubre, assim como a ventilação. Em países quentes como o Brasil, o sol possuiu importante papel e funciona como bactericida e fungicida natural.

É necessário certo cuidado ao projetar as janelas, pois suas dimensões não podem fornecer calor ou luz em excesso.

A tabela abaixo indica os ambientes e suas respectivas áreas, assim como a área mínima necessária de ventilação e iluminação. Indica também a área prevista em projeto, tudo de acordo com o Código Sanitário Estadual – Decreto nº 12.342/78.

Tabela 6: Quadro de iluminação e ventilação.

QUADRO DE ILUMINAÇÃO E VENTILAÇÃO					
Ambiente	Área do piso	Área mínima necessária		Área prevista em projeto	
		Iluminação	Ventilação	Iluminação	Ventilação
Sala Jantar	8,57m <sup>2</sup>	1,07m <sup>2</sup>	0,54m <sup>2</sup>	5,74m <sup>2</sup>	2,87m <sup>2</sup>
Cozinha	13,93m <sup>2</sup>	1,74m <sup>2</sup>	0,87m <sup>2</sup>	5,74m <sup>2</sup>	2,87m <sup>2</sup>
Dispensa	2,40m <sup>2</sup>	0,30m <sup>2</sup>	0,15m <sup>2</sup>	1,11m <sup>2</sup>	0,56m <sup>2</sup>
A.S.	2,30m <sup>2</sup>	0,29m <sup>2</sup>	0,14m <sup>2</sup>	1,47m <sup>2</sup>	0,74m <sup>2</sup>
Hall	4,61m <sup>2</sup>	0,58m <sup>2</sup>	0,29m <sup>2</sup>	1,98m <sup>2</sup>	0,99m <sup>2</sup>
Sala TV	16,40m <sup>2</sup>	2,05m <sup>2</sup>	1,03m <sup>2</sup>	2,16m <sup>2</sup>	1,08m <sup>2</sup>
Quarto 01	7,31m <sup>2</sup>	0,91m <sup>2</sup>	0,46m <sup>2</sup>	3,08m <sup>2</sup>	1,54m <sup>2</sup>
Quarto 02	7,31m <sup>2</sup>	0,91m <sup>2</sup>	0,46m <sup>2</sup>	3,08m <sup>2</sup>	1,54m <sup>2</sup>
Suíte	13,44m <sup>2</sup>	1,68m <sup>2</sup>	0,84m <sup>2</sup>	7,05m <sup>2</sup>	3,53m <sup>2</sup>
WC 01	2,89m <sup>2</sup>	0,36m <sup>2</sup>	0,18m <sup>2</sup>	0,46m <sup>2</sup>	0,23m <sup>2</sup>
WC 02	2,89m <sup>2</sup>	0,36m <sup>2</sup>	0,18m <sup>2</sup>	0,46m <sup>2</sup>	0,23m <sup>2</sup>
De acordo com o Código Sanitário Estadual – Decreto nº 12.342/78					

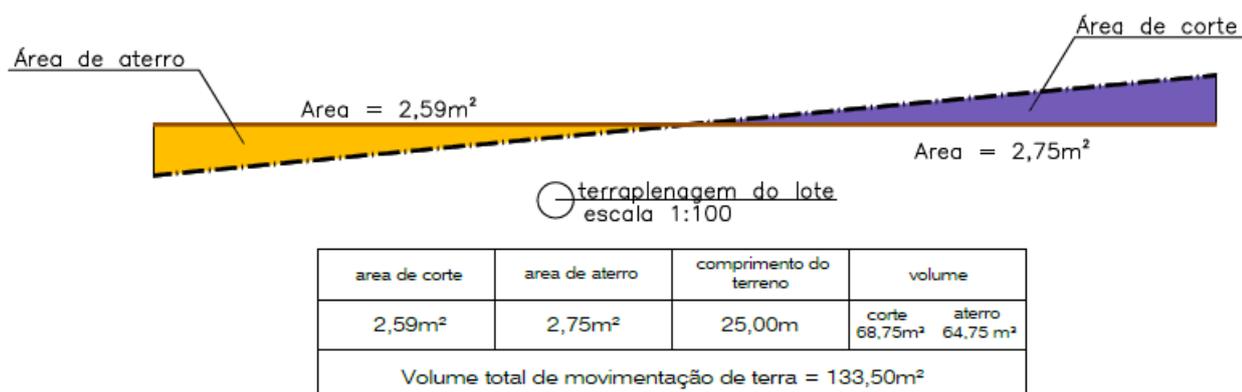
Fonte: Elaborado pelo autor.

### 4.1.1.3. Terraplenagem

O estudo do terraplenagem é o primeiro passo a ser realizado para iniciar-se um projeto. Este estudo tem início com a análise e investigações das características do terreno. É necessário que a terraplenagem seja feita de modo a atender as exigências do projeto e também a conceder segurança à obra. A execução da terraplenagem geralmente conta com os processos de escavação, aterramento, compactação, troca de solo, drenagem e prevenção à erosão.

A figura abaixo contém o detalhamento de terraplenagem para o terreno deste projeto de condomínio, indicando a área de corte e de aterro e seu volume total de movimentação.

Figura 48: Detalhamento da terraplenagem.



Fonte: Elaborado pelo autor.

## **4.2. Projeto de Implantação do condomínio**

Como já citado no início deste trabalho, o projeto deste condomínio localiza-se em um terreno de 28493,01m<sup>2</sup>, localizado na Estrada Municipal Luciano da Rocha Peçanha, Bairro da Ressaca.

O projeto de implantação do condomínio foi feito de modo a aproveitar as características do terreno, para que este seja acessível, bem aproveitado e para que as vinte residências sustentáveis sejam bem dispostas.

Está em anexo a impressão do projeto de implantação deste condomínio, para proporcionar melhor visualização do mesmo.

Para a leitura e compreensão dos tópicos a seguir é importante à visualização do Anexo B.

### **4.2.1. As residências**

Como citado anteriormente, este condomínio foi projetado com vinte unidades. No projeto de implantação foram projetadas três quadras de residências. Na primeira quadra, sinalizada no projeto como quadra A, próxima ao acesso, foram dispostas cinco residências. A segunda quadra, B, ao lado da primeira, foram dispostas dez das vinte residências, sendo esta a do meio e a quadra de maior dimensão. A terceira e quadra C possui, assim como a primeira, cinco residências.

Cada terreno destas residências possuiu 375 m<sup>2</sup> de área total.

### **4.2.2. Acesso**

A entrada do condomínio está sinalizada no projeto como "ACESSO". Para acessar o condomínio é necessário passar pela guarita, o que garante a segurança do local.

### **4.2.3. Estacionamento**

Cada residência possui vaga para até dois veículos, como visto no tópico 3.1.1, figura 42. Foram projetadas também vagas extras, para visitantes e afins, em frente à quadra B, na Avenida Um. Dez vagas estão dispostas na quadra B e trinta e duas paralelamente, no lado oposto da quadra B. Os

---

parâmetros dimensionais para este estacionamento foram feitos de acordo com a CET, companhia de engenharia de tráfego.

#### **4.2.4. Áreas de lazer**

As áreas de lazer são de grande importância para a boa estruturação e valorização de um condomínio, assim como o bem estar dos moradores. Estas áreas ainda facilitam a vida dos residentes pelo fato de estes não precisarem sair do condomínio para praticar atividades.

Para este condomínio foram projetadas opções que proporcionam os benefícios citados no parágrafo anterior. O projeto conta com duas quadras para prática de esportes como futebol e basquete, uma piscina de 80m<sup>2</sup>, um parquinho, uma academia e uma área reservada a eventos, como festas e confraternizações. Essas áreas podem ser visualizadas no anexo X.

#### **4.2.5. Área verde**

A presença de áreas verdes no condomínio é importante tanto para questões ambientais como para o bem estar dos moradores.

Alguns dos benefícios trazidos com as áreas verdes são:

- a) Regulação da temperatura: A presença de plantas favorece o controle da temperatura em dias muito quentes e também bloqueiam os raios ultravioletas do sol, que provocam efeitos negativos no corpo humano.
- b) Melhoria na qualidade do ar: as áreas verdes diminuem os efeitos do CO<sup>2</sup> liberados pelas atividades humanas.
- c) Qualidade de vida: Um ambiente arborizado também reduz o nível de estresse, melhorando a qualidade de vida dos moradores.
- d) Valorização: Áreas verdes muitas vezes valorizam o condomínio por contribuírem para a estética do ambiente.

No caso deste projeto de condomínio a presença de áreas verdes é ainda mais importante, por apresentar sistemas sustentáveis e defender uma política sustentável. O projeto conta com um total de 10.623,13m<sup>2</sup> de área verde.

---

### **4.3. Projeto de Fundação**

O projeto de fundação detalhado abaixo é referente a cada casa de contêineres. Este projeto pode ser encontrado completo na área de anexos deste trabalho, nomeado como Anexo C.

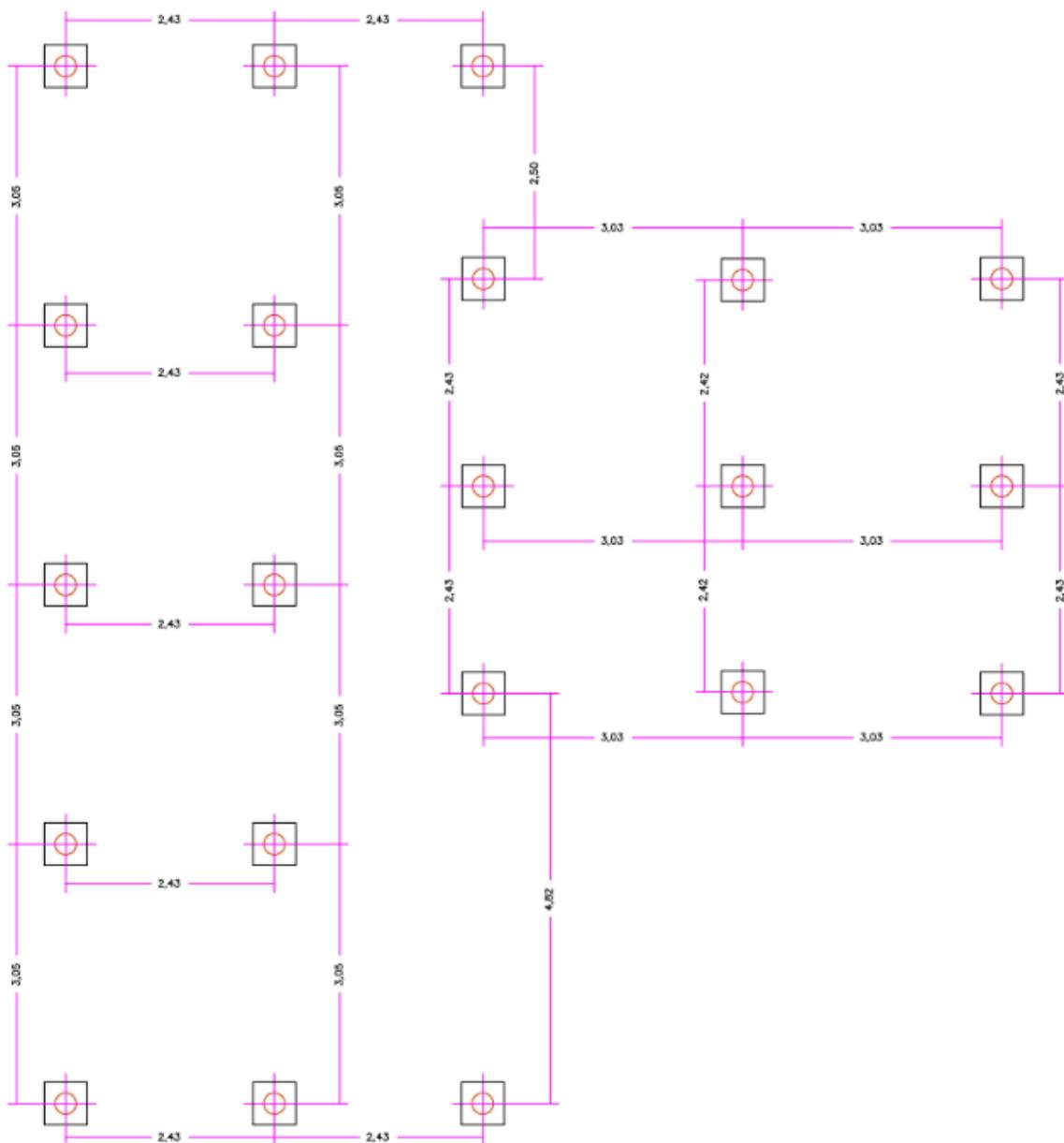
O tipo de fundação utilizado foi o Bloco sobre Estaca.

#### **4.3.1. Dimensionamento**

Estruturas feitas de contêineres não possuem tanto peso quanto as feitas de materiais mais tradicionais, como a alvenaria. Por isso, o dimensionamento da fundação foi feito de acordo com pesquisas e diálogos com profissionais que já trabalharam com esse tipo de material.

A seguir será mostrada a imagem do projeto de locação da fundação, feito no AutoCAD.

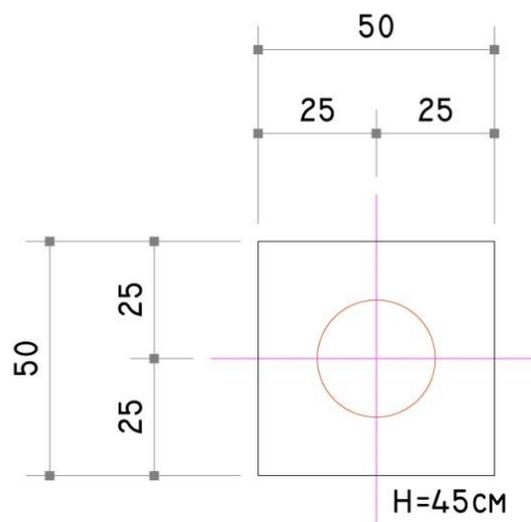
Figura 49: Projeto de fundação em planta.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 50: Detalhe dos blocos.

## DETALHE DOS BLOCOS



Fonte: Elaborado pelo autor.

---

#### **4.4. Projeto Hidráulico e de Esgoto**

O projeto hidráulico e de esgoto de cada casa deste projeto de condomínio pode ser encontrado na área de anexos deste trabalho, intitulado como Anexo D.

O objetivo deste projeto de condomínio é enfatizar a utilização de sistemas sustentáveis e é por isso que o projeto hidráulico e de esgoto conta com a presença de um reservatório de reaproveitamento de água de chuva, um filtro anaeróbio e fossa séptica como diferenciais. Toda a água do esgoto tratado na residência será armazenada em um reservatório e reutilizada. Mais informações sobre esses sistemas podem ser observados novamente nos tópicos 2.4 e 2.5 deste trabalho.

---

#### **4.5. Projeto Elétrico**

Como cada casa de contêiner deste condomínio possui o mesmo projeto arquitetônico, os demais projetos serão iguais para todas as casas. O projeto elétrico foi feito de modo a atender as diretrizes da NBR 5410.

A energia solar possui um papel importante neste projeto, pois foi dimensionado para atender a demanda de energia da residência. As placas serão ligadas à rede de distribuição de energia, para não haver problemas de falta de energia devido a intemperes.

Para mais informações sobre o sistema de energia solar, é possível reler este estudo no tópico 2.6. deste trabalho.

O projeto elétrico completo pode ser encontrado na área de anexos, intitulado com Anexo E.

## 4.6. Orçamento e Cronograma Físico Financeiro.

Neste capítulo será apresentado o orçamento do empreendimento fazendo uma análise comparativa entre o custo de uma construção convencional e uma construção feita em container. E também a análise do cronograma e curva S.

### 4.6.1. Orçamento.

Como toda obra e projeto da construção civil, é necessário a realizado de um orçamento afim de fazer o estudo de viabilidade do empreendimento. Como pode ser visto na tabela abaixo, o orçamento do condomínio foi dividido para a melhor análise dos custos de cada etapa da obra.

Tabela 7: Orçamento.

Código	Descrição	Preço total
<b>A.</b>	<b>CUSTOS INDIRETOS</b>	<b>1.589.860,29</b>
A.01.	PROJETOS	41.909,53
A.02.	MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO	1.390,48
A.03.	CANTEIRO DE OBRAS E ALOJAMENTO	35.671,53
A.04.	ADMINISTRAÇÃO LOCAL DA OBRA	1.510.888,76
<b>B.</b>	<b>INFRAESTRUTURA DO CONDOMÍNIO</b>	<b>6.260.514,64</b>
B.01.	SERVIÇOS PRELIMINARES	4.720.285,37
B.02.	INFRAESTRUTURA DO CONDOMÍNIO	180.860,28
B.03.	ARRUAMENTOS	619.923,00
B.04.	EDIFICAÇÕES CONDOMÍNIO	653.143,22
B.05.	AJARDINAMENTO / PAISAGISMO	86.302,76
<b>C.</b>	<b>CONSTRUÇÃO DAS UNIDADES</b>	<b>4.279.846,31</b>
C.01.	SERVIÇOS PRELIMINARES	379.457,90
C.02.	INFRA ESTRUTURA	292.987,70
C.03.	SUPER ESTRUTURA	859.128,17
C.04.	ISOLAMENTOS TÉRMICO E ACÚSTICO	1.741,05
C.05.	ESQUADRIAS	593.111,25
C.06.	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	443.082,98
C.07.	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	154.196,17
C.08.	REVESTIMENTO	728.550,90
C.09.	SERVIÇOS COMPLEMENTARES	827.590,20
<b>PREÇO TOTAL DA OBRA:</b>		<b>12.130.221,23</b>

Fonte: Elaborado pelo autor.

A tabela 7 mostra o preço para a construção das residências em container, permitindo o cálculo do custo por unidade que é de 1.364,85R\$/m<sup>2</sup>, o que possibilitou a análise de comparação entre uma residência convencional de alvenaria com a proposta de utilização de containers, pela tabela do Custo Unitário Básico (CUB).

O objetivo básico do CUB/m<sup>2</sup> é disciplinar o mercado de incorporação imobiliária, servindo como parâmetro na determinação dos custos dos imóveis. Em função da credibilidade do referido indicador, alcançada ao longo

dos seus mais de 40 anos de existência, a evolução relativa do CUB/m<sup>2</sup> também tem sido utilizada como indicador macroeconômico dos custos do setor da construção civil. Publicada mensalmente, a evolução do CUB/m<sup>2</sup> demonstra a evolução dos custos das edificações de forma geral.

Para efeito de comparação, foi adotado uma residência unifamiliar de padrão normal, sigla R1-N, com área real de 106,44m<sup>2</sup>, como mostra tabela abaixo.

Tabela 8: Descrição Sigla CUB.

Sigla	Nome e Descrição	Dormitórios	Área Real (m <sup>2</sup> )	Área Equivalente (m <sup>2</sup> )
R1-B	Residência unifamiliar padrão baixo: 1 pavimento, com 2 dormitórios, sala, banheiro, cozinha e área para tanque.	2	58,64	51,94
R1-N	Residência unifamiliar padrão normal: 1 pavimento, 3 dormitórios, sendo um suíte com banheiro, banheiro social, sala, circulação, cozinha, área de serviço com banheiro e varanda (abrigo para automóvel).	3	106,44	99,47
R1-A	Residência unifamiliar padrão alto: 1 pavimento, 4 dormitórios, sendo um suíte com banheiro e <i>closet</i> , outro com banheiro, banheiro social, sala de estar, sala de jantar e sala íntima, circulação, cozinha, área de serviço completa e varanda (abrigo para automóvel).	4	224,82	210,44

Fonte: <http://www.cub.org.br/static/web/download/cartilha-principais-aspectos-cub.pdf>

Tabela 9: Custo Unitário Básico.

	Padrão Baixo	Padrão Normal	Padrão Alto
<b>R-1</b>	1.280,74	1.587,16	1.892,72
<b>PP-4</b>	1.165,77	1.486,10	–
<b>R-8</b>	1.107,99	1.295,95	1.513,82
<b>PIS</b>	871,02	–	–
<b>R-16</b>	–	1.255,90	1.625,51

Fonte: <http://www.cub.org.br/static/web/download/cartilha-principais-aspectos-cub.pdf>

O preço para a construção de uma residência de padrão normal, segundo o CUB, é de 1.587,16R\$/m<sup>2</sup>, isso nos dá uma diferença de 222,31R\$/m<sup>2</sup> a mais do que foi apresentado no estudo do orçamento das casas containers. Tendo em vista o valor ambiental e sustentável proposto, o barato sai barato.

---

Foi concluído, de uma maneira geral, que o projeto do empreendimento do condomínio sustentável é viável, tanto ao que se refere na preservação ambiental quanto no retorno financeiro.

#### **4.6.2. Cronograma**

No decorrer da execução de um projeto, é bastante comum ocorrerem atrasos na entrega de tarefas, contudo, é muito importante que o gestor e os seus colaboradores possuam controle do tempo gasto em cada etapa, a fim de que isso não ocorra frequentemente. Para isso, a EAP (estrutura analítica do projeto) e o cronograma de projetos são fundamentais para realizar a gestão de tempo.

A EAP é um diagrama com classes hierárquicas, formado pelos pacotes de trabalho que fazem parte de um projeto. Em planos com ações sequenciadas, ficam bastante detalhados os processos e o gerenciamento do escopo. A EAP é uma ferramenta para a gestão do projeto e do relacionamento com os clientes, principalmente para aqueles que não compreendem bem a conexão das ações. Por isso, ela é utilizada como intenso instrumento de comunicação. De forma geral, as atividades na EAP são colocadas sequencialmente, seus componentes são organizados para que o segundo nível acompanhe o ciclo de vida do projeto, e cada subnível adicione detalhamento ao projeto, como é mostrado na imagem abaixo.

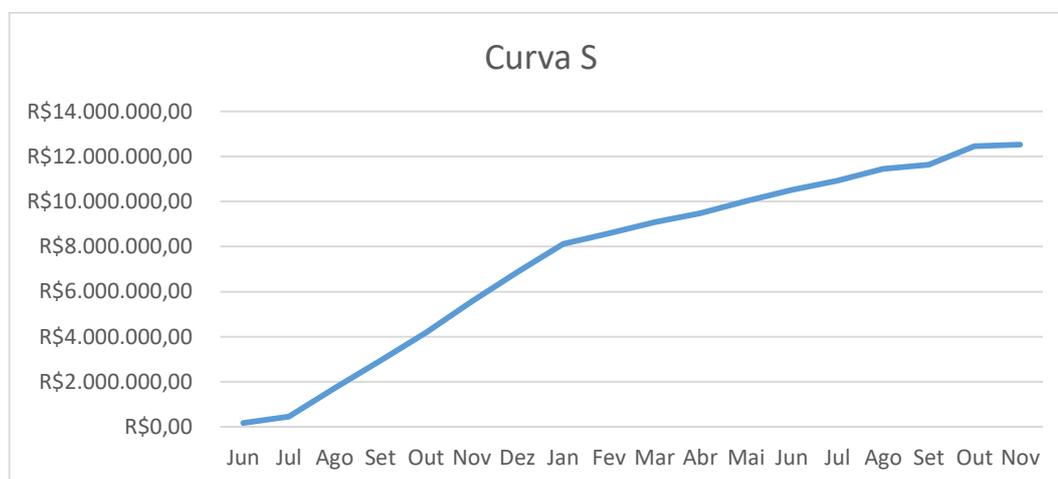
Tabela 10: Cronograma.

0	CONDOMÍNIO SUSTENTÁVEL	590 dias	Qui 01/06/17	Sex 11/01/19	R\$ 12.533.514,73
1	CUSTOS INDIRETOS	588 dias	Sáb 03/06/17	Sex 11/01/19	R\$ 1.589.860,30
2	INFRAESTRUTURA DO CONDOMÍNIO	160 dias	Qui 01/06/17	Ter 07/11/17	R\$ 6.291.813,63
3	CONSTRUÇÃO DAS UNIDADES	550 dias	Ter 11/07/17	Sex 11/01/19	R\$ 4.651.840,80
3.1	UNIDADE 1	55 dias	Ter 11/07/17	Dom 03/09/17	R\$ 232.592,04
3.2	UNIDADE 2	55 dias	Ter 11/07/17	Dom 03/09/17	R\$ 232.592,04
3.3	UNIDADE 3	55 dias	Seg 04/09/17	Sáb 28/10/17	R\$ 232.592,04
3.4	UNIDADE 4	55 dias	Seg 04/09/17	Sáb 28/10/17	R\$ 232.592,04
3.5	UNIDADE 5	55 dias	Dom 29/10/17	Sex 22/12/17	R\$ 232.592,04
3.6	UNIDADE 6	55 dias	Dom 29/10/17	Sex 22/12/17	R\$ 232.592,04
3.7	UNIDADE 7	55 dias	Sáb 23/12/17	Qui 15/02/18	R\$ 232.592,04
3.8	UNIDADE 8	55 dias	Sáb 23/12/17	Qui 15/02/18	R\$ 232.592,04
3.9	UNIDADE 9	55 dias	Sex 16/02/18	Qua 11/04/18	R\$ 232.592,04
3.10	UNIDADE 10	55 dias	Sex 16/02/18	Qua 11/04/18	R\$ 232.592,04
3.11	UNIDADE 11	55 dias	Qui 12/04/18	Ter 05/06/18	R\$ 232.592,04
3.12	UNIDADE 12	55 dias	Qui 12/04/18	Ter 05/06/18	R\$ 232.592,04
3.13	UNIDADE 13	55 dias	Qua 06/06/18	Seg 30/07/18	R\$ 232.592,04
3.14	UNIDADE 14	55 dias	Qua 06/06/18	Seg 30/07/18	R\$ 232.592,04
3.15	UNIDADE 15	55 dias	Ter 31/07/18	Dom 23/09/18	R\$ 232.592,04
3.16	UNIDADE 16	55 dias	Ter 31/07/18	Dom 23/09/18	R\$ 232.592,04
3.17	UNIDADE 17	55 dias	Seg 24/09/18	Sáb 17/11/18	R\$ 232.592,04
3.18	UNIDADE 18	55 dias	Seg 24/09/18	Sáb 17/11/18	R\$ 232.592,04
3.19	UNIDADE 19	55 dias	Dom 18/11/18	Sex 11/01/19	R\$ 232.592,04
3.20	UNIDADE 20	55 dias	Dom 18/11/18	Sex 11/01/19	R\$ 232.592,04

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com a definição dos custos no cronograma, é feito a curva S. A ferramenta permite que os gestores controlem o andamento do projeto e verifiquem se cada etapa está de acordo com a linha base definida na etapa de planejamento. Uma característica comum em projetos de engenharia é que o trabalho nas fases iniciais é consideravelmente menor do que o realizado nas fases intermediárias. Por isso, os valores acumulados resultam em um gráfico no formato da letra “S”.

Figura 51: Curva S.



Fonte: Elaborado pelo autor.

---

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o término deste trabalho, pode-se concluir que aplicação de sistemas sustentáveis na construção civil requer atenção, estudos e análises de projeto. É um tema em alta no mercado, mas que, apesar disso, ainda encontra preconceitos pela visão de grande parte da população, por sair da esfera dos métodos usuais.

A utilização de contêineres como estrutura na construção civil mostrou-se prática e com grande disponibilidade no mercado, apresentando facilidade em sua execução e no projeto, além de apresentar uma solução essencial ligada à sustentabilidade. É um material que será – e está sendo – cada vez mais utilizado neste meio.

Este trabalho possibilitou uma maior compreensão dos sistemas sustentáveis que podem ser aplicados em residências – e, neste caso, num condomínio – e discorreu sobre os cuidados e como se deve proceder na aplicação de cada um desses sistemas. É de total importância que o estudo desses sistemas seja conhecido e mais utilizado na área da construção civil atual e futura, a fim de se obter uma sociedade que se desenvolva de forma cada vez mais sustentável.

Foi possível, também, obter conhecimento em relação ao custo com os projetos de orçamento e cronograma, e, assim, entender os parâmetros de cada etapa do projeto.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410**: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004. Versão corrigida 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**: Instalação Predial de Água Fria. Rio de Janeiro, 1988.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7229**: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro, 1993.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8160**: Sistemas prediais de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1999.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9077**: Saídas de emergência em edifícios. Rio de Janeiro, 2001. Emenda Nº 1.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: **NBR 10152**: Níveis de ruído para conforto acústico. Rio de Janeiro,
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844**: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11704**: Sistemas fotovoltaicos. Rio de Janeiro, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11876**: Módulos fotovoltaicos. Rio de Janeiro, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13969**: Tanques Sépticos. Rio de Janeiro, 1997.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.527**: Água de Chuva. Rio de Janeiro, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Edificações Habitacionais. Rio de Janeiro, 2013.
- COMO FUNCIONA O SISTEMA FOTOVOLTAICO. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/sistema-fotovoltaico--como-funciona.html>>. Acessado em: 17 de julho. 2016.
- ESTAÇÃO COMPACTA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES SANITÁRIOS. ROTOGINE. Disponível em: <[http://www.rotogine.com.br/site/?page\\_id=675](http://www.rotogine.com.br/site/?page_id=675)>. Acesso em: 17 de julho. 2016.
- INFORMAÇÕES ÚTEIS. ESTRUTURA CONTAINER. Disponível em:

<<http://www.ecoestrutural.com.br/informacoes-uteis>>. Acesso em: 08 de junho. 2016.

SUSTENTABILIDADE. POUSADA RECANTO DOS BENTOS. Disponível em: <<http://www.pousadarecantodosbentos.com.br/>>. Acessado em: 13 de maio. 2017.

SUSTAINABILITY. MATTHEW MASON. Disponível em: <<https://www.environmentalscience.org/sustainability>>. Acessado em: 7 de janeiro de 2017.

ISOSOFT, O ISOLANTE TERMO-ACÚSTICO ESCOLHIDO PARA O PROJETO CASA CONTAINER. PORTAL METÁLICA. Disponível em: <<http://wwwo.metlica.com.br/isosoft-o-isolante-termoacustico-escolhido-para-o-projeto-casa-container>>. Acessado em: 27 de agosto de 2016.

TELHADOS VERDES. TÉCNICA. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/148/artigo287671-4.aspx>>.

Acessado em: 30 de agosto de 2016.

---

## **ANEXOS**

### **Anexo A – Projeto Arquitetônico**

---

## **Anexo B – Projeto de Implantação do Condomínio**

---

## **Anexo C – Projeto de Fundação**

---

## **Anexo D – Projeto de Hidráulica e Esgoto**

---

## **Anexo E – Projeto Elétrico**

---

## **Anexo F – Apoio Visual Casa 3D**

---

## **Anexo G – Cronograma**

---

## **Anexo H- Orçamento**

---

## **Anexo I – Cronograma de Desenvolvimento**