

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA**



**Thiago Sales Rocha**

**Estudo de Investimento em Condomínios Residenciais  
com Práticas Sustentáveis no Brasil**

Trabalho de Graduação  
2017

**Curso de Engenharia Civil-Aeronáutica**

**Thiago Sales Rocha**

**ESTUDO DE INVESTIMENTO EM CONDOMÍNIOS  
RESIDENCIAIS COM PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS NO  
BRASIL**

Orientador

Prof. Dr Maryangela Geimba Lima (ITA)

**ENGENHARIA CIVIL-AERONÁUTICA**

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

2017

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**  
**Divisão de Informação e Documentação**

Sales Rocha, Thiago  
Estudo de Investimento em Condomínios Residenciais com Práticas Sustentáveis no Brasil / Thiago Sales Rocha  
São José dos Campos, 2017.  
Número de folhas no formato 111f.

Trabalho de Graduação – Divisão de Engenharia Civil – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2017.  
Orientador: Prof. Dr. Maryangela Geimba Lima.

1. Sustentabilidade. 2. Wood Frame. 3. Energia Solar 4. Mercado Imobiliário 5. Viabilidade Econômica 6. Água da Chuva 7. Retorno Financeiro. 8. Construção Sustentável I. Instituto Tecnológico de Aeronáutica. II. Estudo de Investimento em Condomínios Residenciais com Práticas Sustentáveis no Brasil

**REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA**

**SALES ROCHA, THIAGO. Estudo de Investimento em Condomínios Residenciais com Práticas Sustentáveis no Brasil. 2017. 111f. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Engenharia Civil-Aeronáutica – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.**

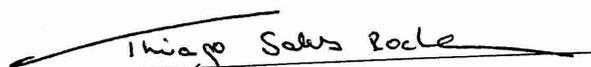
**CESSÃO DE DIREITOS**

NOME DO AUTOR: Thiago Sales Rocha

TÍTULO DO TRABALHO: Estudo de Investimento em Condomínios Residenciais com Práticas Sustentáveis no Brasil

TIPO DO TRABALHO/ANO: Graduação / 2017

É concedida ao Instituto Tecnológico de Aeronáutica permissão para reproduzir cópias deste trabalho de graduação e para emprestar ou vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste trabalho de graduação pode ser reproduzida sem a autorização do autor.

  
Thiago Sales Rocha  
Avenida Rogaciano Leite, 900 - Guararapes  
60810-786, Fortaleza - CE

# **Estudo de Investimento em Condomínios Residenciais com Práticas Sustentáveis no Brasil**

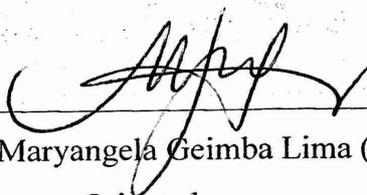
Essa publicação foi aceita como Relatório Final de Trabalho de Graduação



---

Thiago Sales Rocha

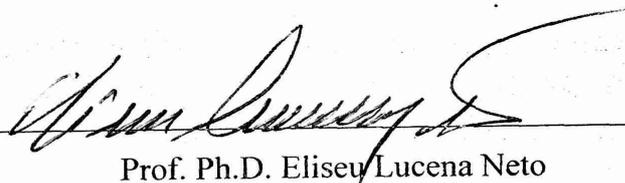
Autor



---

Prof. Dr. Maryangela Geimba Lima (ITA)

Orientador



---

Prof. Ph.D. Eliseu Lucena Neto

Coordenador do Curso de Engenharia Civil-Aeronáutica

São José dos Campos, 20 de novembro de 2017.

Dedico este trabalho a minha FAMÍLIA, que não economizou esforços na minha formação e é o alicerce de tudo que sou hoje, aos meus AMIGOS que vivenciaram os melhores e mais difíceis momentos da minha vida ao meu lado, independentemente da situação, e a DEUS, por todas as bênçãos nesse meu curto caminho de vida.

## Agradecimentos

Agradeço a Deus por todas as bênçãos em minha vida, por me conduzir por um caminho de paz e serenidade, um caminho, sobretudo, de aprendizado e felicidade.

Aos meus pais, Kátia e Ricardo, por serem os meus maiores bens. Todas as minhas conquistas e os meus êxitos foram alcançados por causa de vocês, por causa do empenho e motivação pela minha educação. Noites viradas e trabalhos intensos para fornecer conforto ao seu filho primogênito que tem, como maior orgulho, ser exatamente o filho de vocês. Mãe, obrigado pelo seu colo e demonstração de força e zelo. Pai, obrigado por ser meu exemplo de homem, de profissional, de serenidade, dedicação e ética. Com vocês aprendi a discernir o que é certo e errado. Espero ser pelo menos metade do homem/mulher, pai/mãe que vocês representam.

As minhas irmãs, Vanessa e Bruna, por serem meu abraço de suporte, por serem o sorriso que me deu forças durante seis anos. O carinho de vocês é motivação para eu ser um homem melhor.

Aos meus amigos, independente onde eles estejam, por compartilharem os momentos mais felizes e difíceis da minha trajetória sempre ao meu lado.

A turma de 2016, a Civil 16 e a Civil 17 por serem minha segunda família e fazerem meus momentos no ITA mais felizes.

À empresa Dinâmica Construções Modulares em Madeira e ao administrador Humberto Túfalo Netto, por todo suporte na execução deste trabalho.

Ao ITA, por me dá principalmente maturidade e autoconhecimento para os próximos anos de minha vida, e aos professores, em nome da Prof. Maryangela, pelos aprendizados.

Aos amigos de 112 e ao Angav, por manter o equilíbrio do sistema e manter a motivação em níveis baixíssimos, mas suficiente para dar certo.

Ao Ceará Sporting Club, por ser o maior clube que já se viu nesse mundo.

*"Se preocupe não filho, a gente é Rocha. Enverga, mas não quebra".*

Rocha, Ricardo.

## Resumo

Já é temática atual a aplicação em maior escala de práticas de sustentabilidade na construção civil, nos mais diversificados tipos de obras. Embora as vantagens de reduzir consumo de água, energia, resíduos e gerar menos impacto ao meio ambiente sejam mais claras para a sociedade em geral, ainda não se sabe ao certo como precificar e se realmente vale a pena investir em práticas sustentáveis no Brasil. Existem diversos exemplos positivos em outros países com aplicação de novos e vantajosos métodos e processos construtivos, mas é inegável que existe uma resistência e certo preconceito no país a mudanças propostas no sentido da sustentabilidade.

Para comprovar a eficácia das práticas de sustentabilidade, em aspectos fora aos de conhecimento comum, o presente trabalho traz discussões e resultados econômicos e financeiros que demonstram que sim, práticas de sustentabilidades aplicadas a condomínios residenciais no Brasil valem a pena por motivos diversos como prazo de execução de obra e valorização do preço de venda no mercado imobiliário. Para guiar o estudo, foram escolhidas três práticas de sustentabilidade com possível maior aplicação: construção em Wood Frame, sistema de energia elétrica fotovoltaica e sistema de reaproveitamento de água da chuva.

O Trabalho de Conclusão mostra que, mesmo com maior investimento sendo necessário por parte das incorporadoras, o capital utilizado para construções com aplicação de práticas de sustentabilidade tem melhor rentabilidade perante construções convencionais, ou seja, em aspectos financeiros e econômicos, as práticas também são vantajosas no Brasil.

## **Abstract**

Nowadays, a very important theme is the discussion about the application in greater scale of practices of sustainability in the civil construction, in the varied types of works. Although the advantages of reducing water, energy and waste consumption and generating less impact to the environment are clear to society in general, it is still not clear how to price and whether it is worth investing in sustainable practices in Brazil. There are several positive examples in other countries applying new and advantageous methods and constructive processes, but it is undeniable that there is resistance and a certain prejudgment in our country to proposed changes towards sustainability.

In order to prove the effectiveness of sustainability practices, in aspects other than those of common knowledge, the present work brings economic and financial discussions and results that demonstrate that, yes, sustainability practices applied to residential projects in Brazil are worth for many reasons such as term of execution of work and valuation of the sale price in the real estate market. In order to guide the study, three sustainability practices were chosen with a possible greater application: Wood Frame construction, photovoltaic electric energy system and rainwater reuse system.

The present work shows that, even with more investment being required by the developers, the capital used for constructions with application of sustainability practices has better profitability in face of conventional constructions, that is, in financial and economic aspects, the practices are also advantageous in Brazil.

## Lista de Figuras

Figura 1.1 - Áreas de Estudo para Certificado LEED .....	18
Figura 2.1 - Áreas de Estudo para Certificado LEED – GBC (2017) .....	20
Figura 2.2 – Uso e Disponibilidade de Água no Mundo – FAO (2015) .....	22
Figura 2.3 – Tamedia Office Building – (ARCH DAILY) .....	26
Figura 2.4 – Construção de Casa em Aço nos Estados Unidos - FIEC (2014) .....	28
Figura 2.5 - Comportamento de Tarifa de Energia Elétrica no Brasil – (AUTOR) .....	30
Figura 2.6 – Variação do Consumo de Energia Elétrica Residencial – (AUTOR) .....	31
Figura 2.7 – Sistema de Energia Solar – (NeoSolar).....	32
Figura 2.8 – Geração de Energia Eólica no Brasil – VEJA (2013).....	33
Figura 2.9 – Exemplo de Fachada Dinâmica na Áustria – FIEC (2014).....	34
Figura 2.10 – Exemplo de Sistema de Aproveitamento de Água da Chuva – DAEMO Ambiental (2016).....	35
Figura 2.11 – Exemplo de Telhado Verde – (Sinergia Engenharia) .....	37
Figura 2.12 – Gráfico de Análise das Práticas de Sustentabilidade – (AUTOR).....	39
Figura 3.1 – Pavimento Térreo – (Construtora Sérgio Porto Engenharia) .....	42
Figura 3.2 – Pavimento Superior – (Construtora Sérgio Porto Engenharia) .....	42
Figura 3.3 – Vistas Frontais Projeto Arquitetônico – (Construtora Sérgio Porto Engenharia) .....	43
Figura 3.4 – Estrutura Interna de Madeira - (AUTOR).....	50
Figura 3.5 – Estrutura de Sustentação de Madeira - (AUTOR) .....	50
Figura 3.6 – Isolamento Térmico e Acústico - (AUTOR).....	51
Figura 4.1 – Orçamento Empresa A para Sistema Energia Solar .....	57
Figura 4.2 – Detalhamento Sistema Energia Solar Empresa B .....	58
Figura 5.1 – Variação de Preços por m <sup>2</sup> em Barueri .....	65

Figura 5.2 – Mortgage Rates no Brasil (BTG,2017) .....	70
Figura 5.3 – Preço Média de Venda (R\$/m <sup>2</sup> ) em Tamboré – AGENTE IMÓVEL (2017) .....	73
Figura 5.4 – Sensibilidade de Rentabilidade no Empreendimento .....	90
Figura 6.1 – Índices do Mercado Imobiliário em Barueri – VIVA REAL (2017) .....	92

## Lista de Tabelas

Tabela 2.1 – Indicadores sobre Materiais na Construção - NETTO (2010)	25
Tabela 2.2 – Estudo da Priorização das Práticas de Sustentabilidade - (AUTOR)	38
Tabela 3.1 – Estudo de Localidade do Empreendimento – (AUTOR)	44
Tabela 3.2 – Razão Venda por Custo – (AUTOR)	46
Tabela 3.3 – Propriedades da Madeira nas Peças Construtivas – PHILLIPI (2014)	48
Tabela 4.1 – Preço Médio de Terreno em Barueri – (AUTOR)	52
Tabela 4.2 – Padrão Residencial – (NBR 12.721/2006)	54
Tabela 5.1 – Inflação Projetada (BANCO CENTRAL, 2017)	64
Tabela 5.2 – Modelo de Precificação Energia Solar	66
Tabela 5.3 – Modelo de Precificação Sistema de Reaproveitamento de Água da Chuva	68
Tabela 5.4 – Fluxo de Caixa de Pagamento do Terreno	71
Tabela 5.5 – Resumo Custos Atualizados Empreendimento	72
Tabela 5.6 – Ramp Up de Vendas do Empreendimento	75
Tabela 5.7 – Descontos no Valor Base de Vendas	77
Tabela 5.8 - Valor de Condomínio em Barueri SP por Mês	78
Tabela 5.9 – Fluxo de Caixa Simulado Construção Convencional	80
Tabela 5.10 – Fluxo de Caixa Simulado Construção Convencional + Reap.Água da Chuva	82
Tabela 5.11 – Fluxo de Caixa Const. Convencional + Reap. da Chuva + Energia Solar	83
Tabela 5.12 – Fluxo de Caixa Const. Wood Frame + Reap. Água da Chuva + Energia Solar	84
Tabela 5.13 – Sensibilidade Custo de Construção (R\$/m <sup>2</sup> ) x Preço de Venda (R\$/m <sup>2</sup> )	87
Tabela 5.14 – Custo de Instalação Energia Solar (R\$/un) x Redução do Consumo (%)	88
Tabela 5.15 – Sensibilidade com Prazo de Obra	89
Tabela 5.16 – Sensibilidade c/ Custo do Sistema de Reaproveitamento de Água da Chuva	89

## Sumário

<b>1</b>	<b>CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....</b>	<b>15</b>
<b>1.1</b>	<b>Introdução .....</b>	<b>15</b>
<b>1.2</b>	<b>Objetivo .....</b>	<b>17</b>
<b>1.3</b>	<b>Estrutura e Metodologia de Trabalho .....</b>	<b>17</b>
<b>2</b>	<b>PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1</b>	<b>Diretrizes de Sustentabilidade.....</b>	<b>21</b>
<b>2.2</b>	<b>Possíveis Práticas de Sustentabilidade.....</b>	<b>24</b>
2.2.1	Método Construtivo em Madeira.....	25
2.2.2	Método Construtivo em Steel Frame.....	27
2.2.3	Energia Elétrica Fotovoltaica .....	28
2.2.4	Aero geradores de Energia Eólica .....	32
2.2.5	Utilização de Fachadas Dinâmicas .....	33
2.2.6	Sistema de Canalização e Tanques D'Água para Aproveitamento das Águas da Chuva 34	
2.2.7	Telhado Verde .....	36
2.2.8	Outros .....	37
<b>2.3</b>	<b>Escolha de Práticas Sustentáveis em Projeto .....</b>	<b>38</b>
<b>3</b>	<b>PROJETO DE CONDOMÍNIO RESIDENCIAL – ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>40</b>
<b>3.1</b>	<b>Projeto Arquitetônico.....</b>	<b>40</b>
<b>3.2</b>	<b>Localidade .....</b>	<b>43</b>
<b>3.3</b>	<b>Projeto Estrutural .....</b>	<b>46</b>
<b>3.4</b>	<b>Demais Projetos .....</b>	<b>50</b>
<b>4</b>	<b>CUSTOS E PRAZOS DO PROJETO .....</b>	<b>52</b>
<b>4.1</b>	<b>Custo com Terreno .....</b>	<b>52</b>
<b>4.2</b>	<b>Custo de Padrão Construtivo Convencional.....</b>	<b>53</b>
<b>4.3</b>	<b>Custos com Práticas de Sustentabilidade .....</b>	<b>56</b>
4.3.1	Custo com Sistema de Reaproveitamento de Água da Chuva.....	56
4.3.2	Custo com Sistema de Energia Elétrica Fotovoltaica.....	57
4.3.3	Custo com Método de Construção em Wood Frame.....	59
4.3.4	Resumo de Custos do Projeto .....	61
4.3.5	Resumo de Custos do Projeto .....	61
<b>5</b>	<b>MODELAGEM DE INVESTIMENTO .....</b>	<b>62</b>

<b>5.1</b>	<b>Parâmetros de Análise .....</b>	<b>62</b>
<b>5.2</b>	<b>Valorização Práticas de Sustentabilidade .....</b>	<b>64</b>
5.2.1	Energia Elétrica Fotovoltaica .....	64
5.2.2	Sistema de Reaproveitamento de Água da Chuva.....	67
5.2.3	Construção em Wood Frame .....	68
<b>5.3</b>	<b>Premissas de Modelagem .....</b>	<b>69</b>
5.3.1	Formas de Pagamento – Custos Base .....	69
5.3.1.1	Terreno.....	69
5.3.1.2	Construção .....	71
5.3.2	Parâmetros de Vendas .....	72
5.3.2.1	Valor de Venda R\$/m <sup>2</sup> .....	72
5.3.2.2	Ramp-up de Vendas .....	74
5.3.2.3	Condições de Pagamento e Venda.....	75
5.3.2.4	Vacância .....	78
5.3.2.5	Impostos .....	79
<b>5.4</b>	<b>Resultados .....</b>	<b>80</b>
5.4.1	Construção Convencional.....	80
5.4.2	Construção com Práticas de Sustentabilidade .....	81
5.4.3	Sensibilidade.....	86
<b>6</b>	<b>RISCOS E OPORTUNIDADES .....</b>	<b>91</b>
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>93</b>
<b>7.1</b>	<b>Conclusões .....</b>	<b>93</b>
<b>7.2</b>	<b>Sugestões.....</b>	<b>94</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>95</b>
	<b>APÊNDICE A – CUSTOS DE INFRAESTRUTURA.....</b>	<b>100</b>
	<b>APÊNDICE B – FLUXOS DE CAIXA DE CONSTRUÇÃO.....</b>	<b>102</b>
	<b>APÊNDICE C – CORREÇÃO INCC-M.....</b>	<b>104</b>
	<b>ANEXO A – CRITÉRIOS GREEN BUILDING (CERTIFICADO LEED).....</b>	<b>107</b>
	<b>ANEXO B – TARIFAS HISTÓRICAS DE ENERGIA ELÉTRICA .....</b>	<b>110</b>

# 1 Considerações Iniciais

O conceito de desenvolver construções de tal forma que os impactos ao meio ambiente sejam minimizados e o contato com a natureza seja valorizado vem ganhando cada vez mais força entre arquitetos e engenheiros. A aplicação de “Sustentabilidade” deixou de ser algo apenas das próximas gerações e passou a ser demanda real para o presente.

A temática da Sustentabilidade em debates atuais vem trazendo problemas amplos em aspectos como: desigualdade social, pobreza extrema, desenvolvimento em países emergentes, direitos humanos e igualdade de gênero, serviços de educação e saúde, entre outros. Recentemente foram estabelecidos, pela Organização das Nações Unidas - ONU (2015), 17 objetivos de desenvolvimento sustentável de forma bem ambiciosa.

Como não poderia deixar de ser, um dos mais importantes e ressaltados objetivos é justamente o desenvolvimento de cidades e comunidades autossustentáveis.

Nesse contexto, e considerando diferentes tipos de construção no mundo, o presente trabalho pretende analisar economicamente o impacto financeiro de práticas sustentáveis em condomínios residenciais no Brasil.

## 1.1 Introdução

A indústria de Construção Civil é uma das mais antigas da humanidade e uma das mais mutáveis ao longo dos séculos. Pode-se basicamente dizer que a história da engenharia civil está atrelada ao desenvolvimento da ciência. Da construção de casas com pedras operadas por artesões, sem máquinas e conhecimento técnico, na idade média, até prédios de mais de 600 metros de altura com desenvolvidas tecnologias e uma indústria que movimenta bilhões e bilhões de dólares, além de milhares de empregos.

O momento é de continuar inovando e o desafio está atrelado à sustentabilidade, produtividade e eficiência. O conceito de *Green Building*, por exemplo, traz uma edificação planejada com uma construção responsável e operação ambientalmente de menor impacto, utilizando matéria prima local, água, energias e materiais de forma eficaz, com menor emissão de gases de efeito estufa e, principalmente, uma conexão com sua cidade e aproveitamento dos seus recursos de forma consciente, planejada e exaustiva.

Segundo dados da *U.S. General Services Administration* (2017) e transmitidos pela empresa UGREEN, foi constatado que edifícios verdes, quando comparados com edifícios convencionais, possuem:

- ✓ Custos de manutenção 13% menor;
- ✓ Consumo de energia 26% menor;
- ✓ 27% de maior índice de satisfação do usuário;
- ✓ Níveis 33% menores de emissão de  $CO_2$ .

Então, por que não temos uma difusão maior de práticas sustentáveis no Brasil? Por que mesmo com dados tão relevantes dos benefícios da aplicação de edifícios verdes ainda vemos os mesmos modelos tradicionais, que empregam matérias-primas altamente emissoras de  $CO_2$  e elevado consumo energético, utilizados nas construções há tanto tempo? Segundo INO (2017), professora do Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (IAU-USP) em uma entrevista ao site Painel Florestal, o mercado ainda está preso aos velhos paradigmas de construção, aos métodos “convencionais”. É necessário um incentivo à inovação e olhar o que está sendo bem feito em outros países também para aplicarmos no Brasil.

Como proposto por INO (2017), uma das práticas a ser incentivada é o uso de madeira nas construções residenciais. O potencial florestal brasileiro é enorme, a vocação nacional para esse ramo é visualizada pelas grandes áreas plantadas e uma das maiores reservas nativas do planeta. Dados do Laboratório de Madeiras e Estruturas de Madeiras – LaMEM (2017), associado à Universidade Federal de São Carlos, retratam que a produtividade volumétrica de madeira no Brasil varia entre 50  $m^3/ha/ano$  em áreas da Floresta Amazônica e 20  $m^3/ha/ano$  em áreas de reflorestamento no sul e sudeste do país, enquanto que na Finlândia, nação fortemente vinculada ao desempenho do setor florestal, produz-se em média 5  $m^3/há/ano$ . Nos Estados Unidos esse índice chega no máximo a 15  $m^3/ha/ano$ , por exemplo.

Todavia, mesmo com todo potencial supracitado, segundo dados apresentados por DIAS (2017), arquiteto e professor da Universidade Estadual de Maringá (UEM), no 4º Simpósio Madeira & Construção, países como Estônia, Letônia, Finlândia e Áustria, o consumo per capita é de 1,27 metros cúbicos por habitante por ano, ao mesmo tempo que o Brasil tem um consumo de baixos 0,108 metros cúbicos nas mesmas proporções.

Para contextualizar mais um fator importante, o Brasil é um país privilegiado em termos de energia solar, mas faz pouco uso deste potencial. Como comentado por CARLINI

(2014), mesmo na região Sul, zona com menor irradiação em média anual, os índices de incidência solar são ao menos 40% maiores que a região mais ensolarada da Alemanha, país com maior produção de energia solar no mundo.

Como prova da importância de construções sustentáveis em países desenvolvidos, HOWARD (2017), CEO da Associação Nacional de Construtores dos EUA, em uma entrevista citou que “A madeira não só está presente em quase todas as casas de família recém-construídas nos Estados Unidos, como é inconcebível construir uma casa sem a madeira. Mesmo as casas com paredes de tijolos ou pedras têm elementos estruturais de madeira”. O Brasil pode seguir o mesmo caminho, não apenas para edificações de madeira, mas para aplicações de energia solar, aproveitamento de resíduos, entre outras práticas sustentáveis.

## **1.2 Objetivo**

Com o intuito de fomentar práticas sustentáveis no mercado brasileiro, o presente trabalho pretende avaliar a viabilidade econômico-financeira de utilizar algumas práticas de sustentabilidade em condomínios residenciais no âmbito da construção civil.

Nesse sentido, serão utilizadas rotinas de investimento para desenvolvimento completo de soluções sustentáveis para moradia no Brasil, onde os retornos financeiros serão comparados com aplicações de capital padrão no mercado econômico atual e as novas práticas construtivas poderão ser precificadas.

Além de aspectos financeiros, serão citadas as vantagens sócio ecológicas de cada uma das práticas de sustentabilidade comentadas no presente trabalho.

## **1.3 Estrutura e Metodologia de Trabalho**

O presente trabalho utilizará da contribuição da empresa Dinâmica Construções Modulares em Madeira, na presença do engenheiro Ricardo Rocha e do administrador e especialista em preservação de madeiras Humberto Túfulo Netto, e irá seguir a estrutura da Figura 1.1.

Para contribuir com dados e inputs de trabalho, serão utilizados artigos de graduação e pós-graduação citados ao longo do relatório, tal como inputs do SINDUSCON-SP, Revista Pini, site Viva Real, entre outras fontes.



Figura 1.1 - Áreas de Estudo para Certificado LEED

Abaixo tem-se as especificações de cada etapa.

- ✓ Levantamento de Práticas de Sustentabilidade: Para esta etapa, foi realizado um levantamento e análise das práticas de sustentabilidade passíveis de serem aplicadas em construções residenciais juntamente a um estudo de viabilidade.
- ✓ Definição Projeto Padrão de Condomínio Residencial: Foi utilizado um perfil de construção residencial na cidade de São José dos Campos para análise de investimento. Feito as ressalvas das práticas de sustentabilidade a serem aplicadas, os projetos arquitetônicos, hidráulicos, elétricos e sanitários terão mesmo padrão convencional para base de custos.
- ✓ Levantamento de Custos: Esta é uma etapa de consolidação para preço de construção por metro quadrado considerando as implementações das práticas de sustentabilidade. Válido ressaltar o cuidado maior com impostos e outras taxas usualmente não trabalhadas neste tipo de análise e que serão inseridas para maior afeição a realidade.
- ✓ Modelagem de Negócios e Estudo do Investimento: Nesse caso será utilizado um modelo de investimento em planilha de Excel® para avaliar retornos financeiros e econômicos, tais como Taxa Interna de Retorno (TIR) e *Multiple of Invested Capital* (MOIC). Para obter tais resultados, serão necessários estudos de mercado tais como valores de aluguel e venda por metro quadrado.

- ✓ Riscos e Oportunidades: Esta etapa irá analisar tanto aspectos quantitativos como qualitativos do projeto de condomínio residencial com práticas de sustentabilidade. O intuito é utilizar práticas de mercado para melhor equiparação.
- ✓ Relatórios e apresentação: Esta é a última etapa e corresponde a elaboração do relatório final e apresentação, onde são demonstrados os resultados dos estudos realizados durante todo o trabalho de graduação.

## 2 Práticas de Sustentabilidade

No conceito da Sustentabilidade, o presente trabalho prezou por analisar fatores que promovem intervenções reduzidas sobre o meio ambiente, sem impacto para fauna e flora da região, mas, mais do que isso, fatores que permitam uso de materiais e de soluções tecnológicas com o intuito de aproveitar eficientemente os recursos finitos disponíveis para a construção e operação das residências em estudo, tais como água e energia.

Não foram aplicadas, no decorrer deste relatório, todas as condições previamente estabelecidas para adquirir certificados de *Green Building* e similares, por restringir uma definição específica de residência. Todavia, um exemplo que está crescendo no mercado é o Certificado *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), com mais de 1.000 empreendimentos registrados no Brasil, e reconhecido potencial para valorização dos edifícios, segundo a *Green Building Council* – GBC (2017). Esse certificado será base para escolha de práticas inovadoras no projeto estudado e para precificação do mesmo.

A tipologia do LEED que mais se aplicaria ao projeto em questão, condomínio residencial de casas, seria o LEED-ND, aplicada para bairros planejados. Nesse segmento, seria necessário analisar oito áreas, conforme material do GBC, mostrado na Figura 2.1.



Figura 2.1 - áreas de Estudo para Certificado LEED – GBC (2017)

Conforme a análise dos fatores acima, o “bairro” poderia receber as classifica es: “*Certified*”, “*Silver*”, “*Gold*” e “*Platinum*”, onde este último é o melhor nível a ser alcançado. Os critérios para sele o estão especificados no Anexo A e este será um potencial a ser explorado pelo trabalho como um possível *upside* ao retorno analisado no Item 5.

## 2.1 Diretrizes de Sustentabilidade

Sendo assim, antes de analisar possíveis práticas de sustentabilidade, serão analisados objetivos que esse novo método de construção almeja. Os princípios estabelecidos pela Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (AsBEA) e Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS), por exemplo, ajudam a guiar as diretrizes básicas do projeto:

### *a) Eficiência Energética*

Conforme citado por TAVARES (2010), o grande objetivo em eficiência energética, é diminuir o dispêndio de energia no empreendimento. Para tal, os materiais escolhidos, o paisagismo, a orientação e a escolha da tipologia são importantes para tal.

Fatores importantes são escolhas relativas a aberturas na residência (janelas – sombreamentos, alturas e quantidade de camadas), dispositivos de sombreamento (telhados, varandas e sacadas), cores das paredes (cores claras permitem maior reflexão de raios solares), material de revestimento (que permitam menor absorção solar). Esses pontos são importantes para garantirmos maior incidência de iluminação natural e menor necessidade de controle de temperatura (refrigeração ou aquecimento), tanto que a entrada de ventos é crucial para o projeto em termos de conforto térmico e economia de energia.

TAVARES (2010) também traz à tona a discussão e o tema de “casa de energia zero”, aproveitando recursos do meio ambiente de forma ampla, tanto em captação energética quanto recursos arbóreos (árvores altas), e reduzindo tanto o consumo de energia como a emissão de  $CO_2$ .

### *b) Redução do Consumo de Água*

Segundo provisões da FAO – Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (2015), em 2050, mais de 45% da população mundial não terá um acesso digno a porções individuais de água para necessidades básicas. Conforme infográfico na Figura 2.2, apenas 8% do uso de água doce é consumido pelo setor doméstico, sendo essencial economizar e reservar água para os próximos anos.

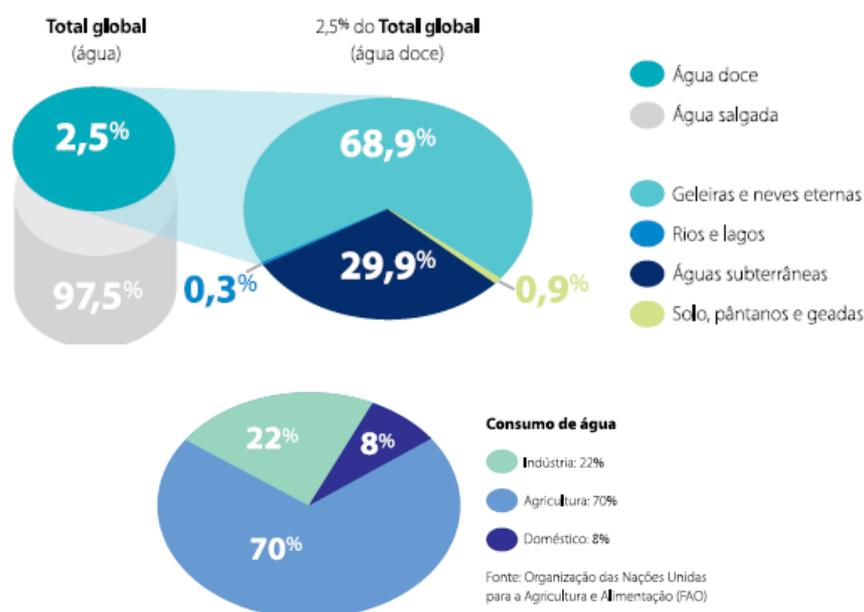


Figura 2.2 – Uso e Disponibilidade de Água no Mundo – FAO (2015)

No sentido de ampliar todas as possíveis fontes de água para o meio doméstico e economizar o custo com operadoras de fornecimento de água potável, são válidas ações que estimulem tanto o reaproveitamento deste recurso, como também façam o tratamento da mesma nos momentos de despejo para evitar contaminações.

Quanto às contaminações, é necessário tanto um tratamento do sistema de esgoto, como a existência de saneamento básico. Em países mais subdesenvolvidos, com urbanização recente, as águas residuais muitas vezes são lançadas em rios e lagos sem precaução ou cuidados prévios.

Para reaproveitamento de água e redução do consumo doméstico das agências reguladoras, sistemas de coleta de água pluvial vêm se tornando recomendados, assim como reutilização de águas das pias e do ar-condicionado / sistemas de refrigeração para descargas nos banheiros e propósitos de irrigação.

### *c) Reduzir Impactos nos Entornos*

É parte da prerrogativa do certificado LEED ter uma construção associada a um espaço sustentável, sem impacto relevante na qualidade de vida dos moradores e no ambiente de fauna e flora da região estudada.

Dentro deste contexto, é valorizada a baixa geração dos diversos tipos de poluição, sendo elas: sonora, atmosférica, visual, térmica e hídrica, por exemplo. Com esse intuito,

métodos construtivos de pré-moldados têm vantagens em cima das construções “*in-loco*”, por trazerem para obras maior agilidade e menor desperdício de materiais, entre outras vantagens. Inclusive, o teor de montagem associado a peças pré-fabricadas diminui a geração de ruídos para as redondezas.

Da mesma forma que as formas de poluição acima mencionadas, em obras sustentáveis também se almejam baixas movimentações de terra associado à terraplanagem. Por este motivo, construções leves com fundações não tão complexas são valorizadas para evitar deslocamentos de solo e maiores custos.

#### *d) Gestão Sustentável da Implantação da Obra*

Objetivo diretamente ligado aos certificados de Edificações Verdes comentados no Item 2 onde é válido de ser abordado nesse aspecto a forma de gerenciamento de projeto antes da própria execução das obras. Como forma de auxílio para gestão e controle das construções, soluções como planejamento em BIM, por exemplo, vem ganhando espaço nos últimos anos.

#### *e) Matérias-primas que sejam condizentes com a eco eficiência construtiva.*

No âmbito de utilização de matérias-primas para a eco eficiência tanto construtiva quanto para o uso da residência, há uma gama de aspectos a considerar para revestimento, estrutura e outros componentes.

Para revestimento, por exemplo, é importante o fator de manutenção e vida-útil dos materiais, além de aspectos de retenção de temperatura ou dissipação de calor.

Confortos térmicos e acústicos devem ser premissas básicas de projeto e estão se tornando mais acessíveis com conjuntos de *dry wall* (gesso acartonado), lã de rocha e lã de vidro, amplamente utilizadas nos Estados Unidos, por exemplo. Sistemas esses utilizados em escala junto a métodos de *Steel Frame* e/ou *Wood Frame* que geram menor volume de resíduos, consumo de energia e aumentam a produtividade da mão de obra pelo caráter industrial da construção. Em obras de casas residenciais, principalmente, sistemas de madeira são valorizados, pois a demanda de esforços estruturais é bem menor do que em edifícios.

Atualmente, a maioria das edificações no Brasil é feita com alvenaria e sistema construtivo em concreto, o que usualmente gera construções pesadas e com alta geração de resíduos, elevado consumo de energia e emissões de  $CO_2$ , tal como consumo de água. Práticas novas nesse segmento são a utilização de fibro-cimento ou fibro-concreto, que utilizam fibras provenientes de vidro ou PVC (em alguns casos até fibra de coco) para fabricação dos elementos construtivos.

Nos estudos de casos conduzidos no trabalho de OLIVIERI-BARBOSA-ROCHA-GRANJA-FONTANINI (2017) comparando o sistema de *Light Steel Frame* (LSF) com sistema de alvenaria e concreto usuais, foram constatadas reduções de 62,5% a 73% em mão de obra, 50% a 86,7% na geração de resíduos, 79% a 93,5% no volume de água consumida e prazo de duração reduzido por volta de três meses. Os casos analisados foram quatro: empreendimento com quatro torres residenciais no Rio de Janeiro, empreendimento com três torres para fins estudantis na Alemanha, empreendimento de hotelaria em Porto Alegre e caso de incorporadora de grande porte no Brasil. As principais vantagens do método foram identificadas por motivo do método construtivo utilizar-se de peças pré-fabricadas, o material ser leve e as equipes terem trabalho mais automático e direto em termos de montagem.

*f) Redução de Entulhos e Resíduos Sólidos*

De forma congruente ao item acima, em um trabalho feito para o programa Apóstolos da Inovação, FIEC (2014), com o intuito de analisar o segmento de Construção Civil no Estado do Ceará, em que o presente autor deste relatório participou ativamente, foi constatado que os resíduos gerados nas construções e demolições são considerados um dos grandes problemas das cidades no mundo todo. Provavelmente pelo fato de não ter o mau cheiro característico do lixo comum, geralmente não são encarados como prioridade, o que é um erro tão grande quanto à quantidade gerada dos mesmos.

No Brasil, estima-se que sejam gerados mais resíduos do que lixo comum. Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico feita pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE (2008), cada brasileiro gera quase um quilo de lixo comum por dia. Da mesma forma, especialistas estimam que a geração de resíduos de construções e demolições (RCDs) varia entre 1,5 a 2,5 kg diários por brasileiro em termos proporcionais.

Dessa forma, métodos construtivos que reduzam demolições e desperdícios nas obras, como também favoreçam a reciclagem e reaproveitamento dos materiais, são valorizados em termos sustentáveis.

Considerando os aspectos acima, foram levantadas as possíveis práticas de sustentabilidade para aplicação em obra no Item abaixo.

## **2.2 Possíveis Práticas de Sustentabilidade**

Com as diretrizes de Sustentabilidade definidas no Item 2.1, foram levantadas possíveis práticas a serem realizadas no projeto do condomínio residencial para obtenção do

certificado LEED. Após um descritivo das alternativas mencionadas, o trabalho pretende analisá-las em aspecto de viabilidade de implementação.

### 2.2.1 Método Construtivo em Madeira

Previamente a análise estrutural e sistema construtivo da madeira, é válido observar a importância em termos da sustentabilidade da madeira.

É inegável a preocupação com o meio-ambiente e com as mudanças climáticas que o planeta vem sofrendo nos últimos anos. O indicador de Análise de Ciclo de Vida (LCA), principal ferramenta usada na aferição da sustentabilidade de um material, comprova de forma convincente, as vantagens ambientais das construções de madeira sobre alternativas como aço, concreto, plástico, etc.

Como tratado por NETTO (2010), o mesmo cita O'CONNOR (2005) e os resultados do Instituto Athena de Materiais Sustentáveis para comparar os valores de LCA entre os três principais sistemas estruturais para construção civil. Conforme Tabela 2.1, para as seis medições de impacto na atmosfera e no meio ambiente, a madeira é o material com melhor desempenho comparado com aço e concreto. Inclusive, este último, principal produto da engenharia civil brasileira, é o que tem impacto mais negativo nos aspectos analisados. A Tabela 2.1 mostra um estudo de caso em Toronto-CA, com 3 casas de 216 m<sup>2</sup> durante 20 anos.

Tabela 2.1 – Indicadores sobre Materiais na Construção - NETTO (2010)

Sistema Estrutural	Energia Potencial	Potencial de Aquecimento Global	Poluição do ar	Poluição da água	Uso de Recursos	Resíduos sólidos
	(gigajoules)	(Kg CO <sub>2</sub> )	Volume m <sup>3</sup> (Crítico)	Volume m <sup>3</sup> (Crítico)	(Kg)	(Kg)
<b>Madeira</b>	3.313	158.192	58.796	32	397.690	24.318
<b>Aço</b>	3.713	182.251	64.751	122	425.918	25.882
<b>Concreto</b>	3.942	203.061	64.423	105	597.514	28.140

Usualmente, por forma de conhecimento e informação, entende-se que construções em madeira tem impacto para o desmato de florestas no Brasil. Essa é uma ideia equivocada partindo do pressuposto que o correto uso da madeira no país parte de árvores provenientes de reflorestamento e tem os devidos certificados definidos pela legislação no país, como o selo FSC Brasil (Conselho de Manejo Florestal em tradução livre) que comprova a origem do material através de um legítimo manejo florestal. Outro exemplo de órgão atuante na área de

controle é o Certflor (Programa Brasileiro de Certificação Florestal) que segue critérios estabelecidos pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) na norma NBR 7190 (Projetos de Estruturas de Madeira) e integradas ao Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade e ao Inmetro (Instituição Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia).

Dito isso, há papel importante do uso da madeira certificada proveniente de reflorestamento no sequestro e aprisionamento de  $CO_2$  e, conseqüentemente, redução do efeito estufa. As árvores são o maior concentrador de carbono do planeta como mostram os valores abaixo:

- ✓ As folhosas (eucalipto, por exemplo) armazenam 325-450 kg de carbono por metro cúbico de madeira;
- ✓ As coníferas (pinus, por exemplo) armazenam cerca de 250 kg de carbono por metro cúbico de madeira.

Em termos estruturais e arquitetônicos, a madeira se constituiu em um material essencial para as edificações desde o início da história da construção. Dos “sobradinhos” lusitanos na época da colonização ao primeiro prédio em madeira no Brasil em Curitiba, construído com três pavimentos em 2016, o Brasil tem grande potencial para atingir patamares bem maiores nesse segmento. A Figura 2.3 representa um exemplo de um prédio realizado em madeira na Suíça, *Tamedia Office Building*, que mostra o potencial que o material tem, inclusive, para obras de grande porte.



Figura 2.3 – Tamedia Office Building – (ARCH DAILY)

Conforme MANFRINATO (2015), cerca de 80% a 90% das casas construídas nos Estados e Canadá são feitas em estrutura de madeira, usualmente com o sistema de *Wood Frame* que poderia ser replicado em partes no Brasil.

De acordo com a espécie de árvores escolhida para realização da obra, a madeira possui alta resistência mecânica, boas características de isolamento térmico e absorção acústica, além de ser um elemento prático para trabalho manual ou trabalho por máquinas. No Brasil, uma espécie com caráter importante para a construção é a árvore do gênero *Pinus sp*, pelo seu padrão estético e boas propriedades resistivas.

Ainda existem receios naturais com a madeira, principalmente em aspectos que abrangem:

- ✓ Segurança contra fogo;
- ✓ Segurança contra chuvas, umidade e insetos;
- ✓ Imagem de Pouca Durabilidade;
- ✓ Falta de conhecimento e especialistas no Brasil;
- ✓ Madeira não considerada como material estrutural autêntico, por grande parte dos projetistas e arquitetos.

A maioria dos pontos são paradigmas e problemas com soluções já prontas. Para proteções contra incêndios, umidade e insetos (brocas e cupins, por exemplo), os técnicos em preservação de madeiras elaboraram a NBR16143 – Preservação de Madeiras – Sistema de Categoria de Usos, que estabelece os critérios de tratamento, tipo de preservativo e retenções para cada condição de uso da madeira na construção, levando-se em consideração a bioagressividade do local ou exposição e respectiva responsabilidade estrutural.

Os dois primeiros produtos já servem às necessidades de tratamento das madeiras de reflorestamento e são aplicados, em sua maioria e de forma eficiente, por meio de Usina de Preservação de Madeiras (UPMs) por meio de processo de autoclave.

Detalhamentos estruturais serão posteriormente detalhados no Item 3, onde será escolhido o método construtivo com madeira a ser aplicado.

### **2.2.2 Método Construtivo em Steel Frame**

Em termos de sustentabilidade, o aço como método construtivo de LSF tem características de economia relevantes comparado ao sistema construtivo de concreto como verificado e mencionado no Item 2.1 – (e), a partir de OLIVIERI-BARBOSA-ROCHA-GRANJA-FONTANINI (2017).

A construção em aço pode integrar o conjunto CES – Construção Energitêmica Sustentável, tal como construções em madeira, e traz vantagens (comparadas ao sistema

construtivo usual) em termos de: segurança estrutural, isolamento térmico e acústico, equilíbrio de umidade, baixa emissão de gases, fácil manutenção de instalações elétricas e hidráulicas, economia em gastos com fundação, economia de água, economia com material e mão de obra e menor prazo de execução, conforme levantado pela empresa *LP Building Projects* localizada no estado do Paraná.

Como composição junto ao aço, utilizam-se também fechamentos em *drywall*, entre outros materiais. A própria obra não é totalmente feita em pré-moldado, mas existe um processo de produção em fábrica das peças de aço que agilizam o processo. Todavia, no Brasil, o preço e acessibilidade ao aço necessário, além do clima oxidante em certas regiões do país podem ser empecilhos para o sistema. Na Figura 2.4 mostra-se um exemplo de construção de casa nos Estados Unidos utilizando o material.



Figura 2.4 – Construção de Casa em Aço nos Estados Unidos - FIEC (2014)

### 2.2.3 Energia Elétrica Fotovoltaica

Para sustentar a importância de aplicação de energia renovável no sistema construtivo, é necessário analisar como a indústria de energia elétrica está operando atualmente no Brasil.

A partir de 2015, as contas de energia no Brasil estão associadas ao Sistema de Bandeiras Tarifárias, onde as mesmas indicam se a energia custará mais ou menos, em função das condições de geração de eletricidade. Segundo a própria Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), como a energia elétrica no Brasil é gerada predominantemente por usinas hidrelétricas (aproximadamente 68% segundo dados do Boletim de Energia elaborado pelo Ministério de Minas e Energia - 2017), as funcionalidades das mesmas dependem das chuvas e do nível de água nos reservatórios. Quando há pouca água armazenada, usinas termelétricas

podem ser ligadas com a finalidade de poupar água nos reservatórios das usinas hidrelétricas. Com isso, o custo de geração aumenta, pois, essas usinas são movidas a combustíveis como gás natural, carvão, óleo combustível e diesel. Por outro lado, quando há muita água armazenada, as térmicas não precisam ser ligadas e o custo de geração é menor.

Um estudo conduzido pelo Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos – DIEESE (2015) analisou o comportamento das tarifas de energia elétrica no Brasil e explica a dinâmica de cálculo das novas bandeiras existentes abaixo.

- ✓ Bandeira verde: condições favoráveis de geração de energia. A tarifa não sofre nenhum acréscimo;
- ✓ Bandeira amarela: condições de geração menos favoráveis. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 1,50 para cada 100 quilowatt-hora (kWh) consumidos;
- ✓ Bandeira vermelha: condições mais custosas de geração. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 3,00 para cada 100 kWh consumidos.

Com a escassez de chuva nos últimos anos que vem sendo observada no Brasil, inclusive com a redução dos níveis dos reservatórios, espera-se que a energia hidráulica se torne cada vez mais cara no país. O gráfico representado na Figura 2.5 mostra como foi a variação de janeiro/2011 a julho/2017 das médias de tarifas de energia elétrica cobradas pelas concessionárias no Brasil. Os valores estão representados no Anexo B e foram obtidos pelo site da ANEEL e do IPEA Data, para comparação com o crescimento da inflação no mesmo período.

Válido ressaltar que há um “vale” no gráfico em 2013 representando as renovações das concessões da Eletrobrás, que eliminou cargos setoriais, entre outras medidas, refletindo em redução das tarifas de geração e transmissão. Em 2014, houve um aumento das tarifas já pelo uso maior de usinas termoelétricas e maior preço da energia no mercado de curto prazo, tendo em vista o aprofundamento de condições hidrológicas desfavoráveis, que secaram não só os reservatórios das usinas, mas também alguns importantes reservatórios de abastecimento de água. Todavia, em 2015 foi o maior aumento observado com a adoção das bandeiras tarifárias e reajustes extraordinários em linha com a crise hídrica vivida. Em 2016 e 2017, os altos preços de 2015 vêm se mantendo em média, ou tendo uma pequena queda, e ainda onerando a renda financeira das famílias brasileiras.

O que se percebe é que, caso não houvesse uma redução de aproximadamente 17% em 2013 nos valores de consumo, hoje a energia elétrica teria crescimento bem superior ao índice IPCA de inflação. Lembrando que os valores mostrados não consideram variações de impostos e mostram um resultado consolidado do país. De regiões para regiões e, entre estações do ano, também há mudanças devido ao maior volume de chuva, entre outros fatores.

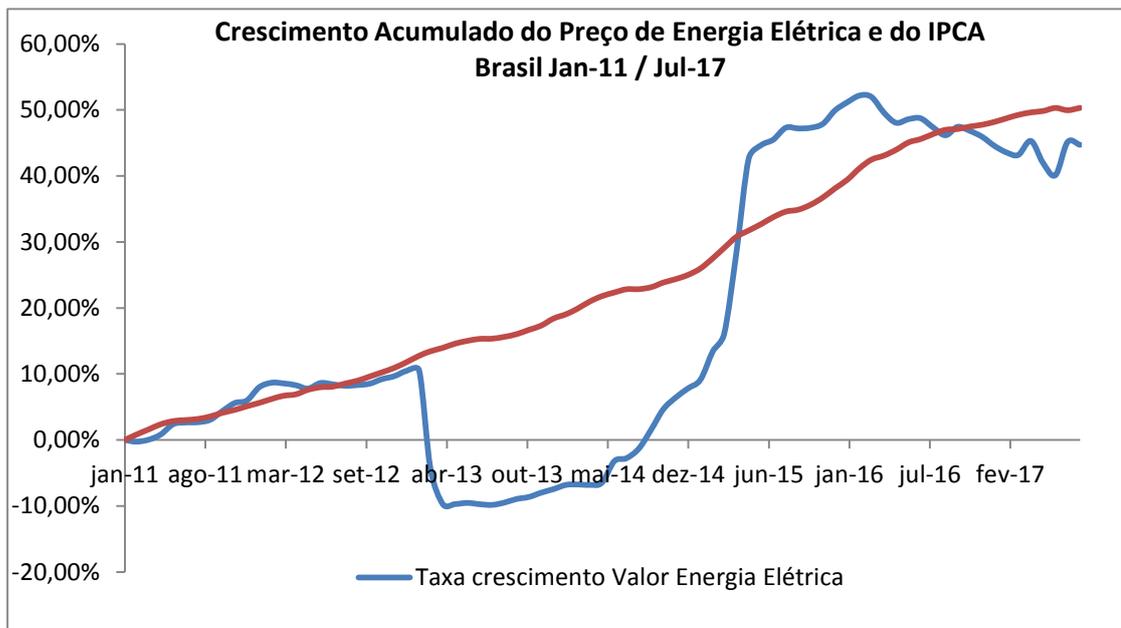


Figura 2.5 - Comportamento de Tarifa de Energia Elétrica no Brasil – (AUTOR)

A Figura 2.6, para complementar um possível cenário crítico, mostra que o consumo de energia elétrica no Brasil vem crescendo nos últimos anos. Segundo dados da Empresa de Pesquisa Energética - EPE (2016), o consumo cresceu em 31,85% de 2010 a 2016, apesar de uma estabilização do consumo de 2014 a 2016 tendo em vista, também, a crise hídrica e econômica no Brasil. Em um cenário de recuperação da economia, a ser comentado posteriormente no Item 6, pode-se também presenciar um novo aumento dos índices de consumo.

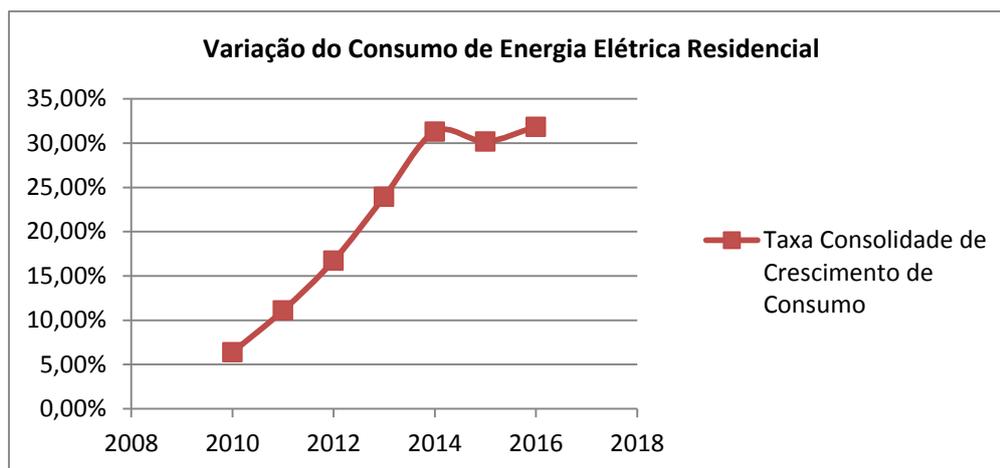


Figura 2.6 – Variação do Consumo de Energia Elétrica Residencial – (AUTOR)

Sendo assim, em um cenário de altos preços de energia no Brasil, possível crescimento do consumo de energia elétrica e extremo potencial para aplicação de energia solar no Brasil, propõe-se trabalhar em um sistema de energia elétrica fotovoltaica para as casas dentro do condomínio residencial analisado.

Esse sistema é de modelo bidirecional, onde há registro de geração e consumo de energia. Caso haja um saldo positivo entre a produção e o consumo de energia elétrica, o dono do sistema fica com um crédito perante a agência reguladora que se torna disponível por até 36 meses. Ou seja, tem-se um modelo subjugado com o fornecimento tradicional de energia (*Grid-Tie*), diminuindo o risco do produto.

O sistema é composto por painéis fotovoltaicos que convertem luz do sol em energia elétrica. Esses painéis tem um conjunto de placas solares modulares, fonte de energia de emergência, inversor de CA/CC (Corrente Alternada e Corrente Contínua) e bateria para armazenamento. Usualmente as placas solares são instaladas nos telhadas como forma de obter a maior irradiação possível do sol.

A tecnologia é considerada renovável e não faz uso de combustíveis fósseis, ou seja, energia “limpa”. Está se tornando mais comum o uso das placas solares apenas para aquecimento da água de chuveiro em residências, onde se utiliza a radiação solar para direcionar energia térmica e aquecer a água através dos módulos solares. Em um reservatório, a água é armazenada e posteriormente distribuída para uso.

No presente trabalho será considerado um sistema para atendimento completo da casa. Sendo válido ressaltar em projeto a importância da orientação dos coletores solares. Por exemplo, no Hemisfério Sul, Brasil, é recomendado que o sistema de captação esteja orientado para região norte com ângulo de inclinação análogo a latitude da região.

Além do que já mencionado de configuração, outra alternativa é a presença de um sistema de energia solar com painel rastreador onde as placas possuem estrutura que acompanham o movimento do sol durante o dia. Todavia, como se trata de um componente mais caro e com maior restrição de espaço, será adotado o modelo padrão de instalação conforme Figura 2.7.

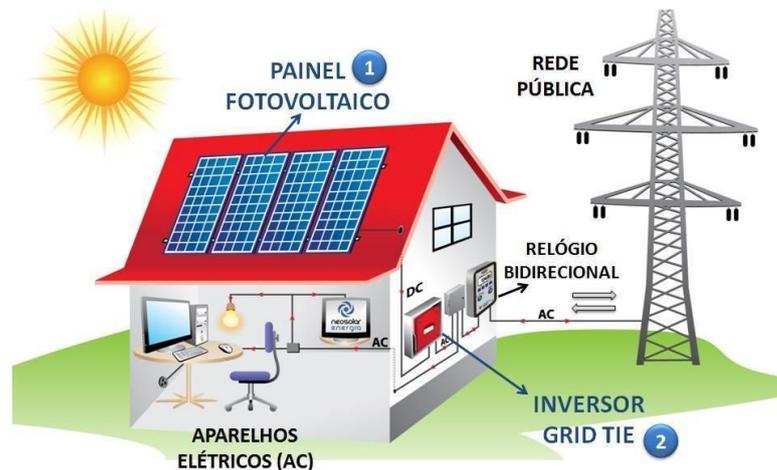


Figura 2.7 – Sistema de Energia Solar – (NeoSolar)

#### 2.2.4 Aero geradores de Energia Eólica

Partindo do mesmo pressuposto da necessidade de uso de energias renováveis já mencionadas no Item 2.2.3, uma alternativa também é a produção de energia eólica para residências.

Seguindo o modelo proposto pelo Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de S.Brito – CRESEB (2014), uma opção seria utilizar aero geradores de pequeno porte. O aero gerador é formado por um rotor, composto pelas pás e um central cubo, que, impulsionado pelo vento, aciona um gerador assíncrono, gerando eletricidade em CA. A tensão de saída do aparelho é então convertida de CA em corrente contínua (CC), por meio de um conversor eletrônico chamado de retificador, e alimenta o banco de baterias para armazenamento de energia. No caso, o módulo também pode ser conectado a rede como uma conexão *Grid-Tie*.

Em condomínios residências se torna mais restrito o uso dos aero geradores para cada casa por conta do espaço físico. Dependendo da região a ser utilizada, a aplicação da energia eólica pode ficar restrita pela capacidade do local de gerar ventos. A região no Brasil mais sugerida para a instalação é no Nordeste, onde inclusive os parques eólicos estão sendo

realizados recentemente. A Figura 2.8 mostra a discrepância entre regiões no âmbito de parques eólicos.

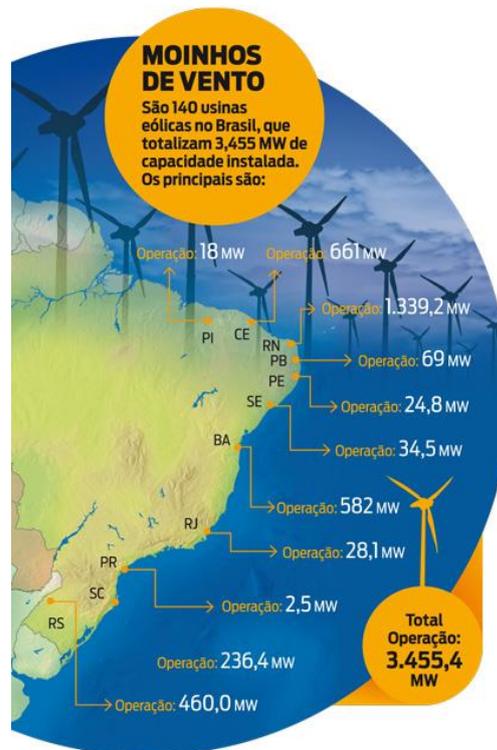


Figura 2.8 – Geração de Energia Eólica no Brasil – VEJA (2013)

### 2.2.5 Utilização de Fachadas Dinâmicas

O conceito de fachadas dinâmicas trabalha com o controle de fenestração e sombreamento adequado em um edifício ou residência de forma simultânea a um controle de iluminação elétrica e componentes de climatização. Dessa forma, pode-se reduzir de forma significativa a alta carga de energia consumida por edificações de médio e grande porte.

Isso já faz parte de avanços tecnológicos inerentes ao conceito de edifícios verdes e inteligentes utilizando controle otimizado da luz do dia e ganhos solares. Para cada projeto de construção, é necessária uma abordagem de design dependendo do clima, orientação e transparência. Como exemplos de diferente aplicação há cortinas de rolo com movimentação automática, placas de travamento horizontal (venezianas) e janelas de operação automatizadas.

Novos procedimentos nesse estilo permitem melhora no desempenho da estrutura do edifício relacionado a aspectos operacionais (aquecimento, arrefecimento, iluminação) e conforto humano (térmico e visual). O ideal é que estes projetos sejam idealizados e trabalhados desde o início da construção para a adequação correta de design.

Antes de tudo, a automatização das fachadas também proporciona a solução de um problema cultural. Conforme relatado pela ACR Latinoamerica (Automatização, Climatização e Refrigeração), estudos indicam que pelo menos 30% das pessoas deixa as cortinas fechadas durante dias negros e deixam abertas durante os dias claros. Por outro lado, um estudo a partir do uso de fachadas dinâmicas mostrou que para um edifício de tamanho médio (10 a 15 andares), com paredes de vidro, refrigeração de poupança de energia devido ao controle automático de sombreamento e iluminação poderia chegar a 40%, enquanto que a energia da luz pode ser reduzida em mais de 60%, em comparação com uma capa de projeto passivo. A carga máxima para o arrefecimento pode ser reduzida de 20 para 40%. Isso faz com que as tecnologias dinâmicas cobertas são muito atraentes, uma vez que contribuem para reduzir a demanda de energia, redução das emissões de gases de efeito estufa, e proporcionar ambientes mais saudáveis em edifícios. A aplicação em residências pode se tornar mais restrita. A Figura 2.9 representa um exemplo da tecnologia em um edifício.



Figura 2.9 – Exemplo de Fachada Dinâmica na Áustria – FIEC (2014)

### **2.2.6 Sistema de Canalização e Tanques D'Água para Aproveitamento das Águas da Chuva**

Da mesma forma que o Brasil vem sofrendo com fornecimento de energia elétrica por meio das suas hidrelétricas, conforme já mencionado no Item 2.2.3, a escassez de recursos hídricos também traz necessidades urgentes para melhores programas de conservação e conscientização do uso de água nas residências. Nesse cenário, o sistema de aproveitamento de água das chuvas vem ganhando força no mercado.

No cotidiano familiar, há gastos com água comuns e expressivos como, lavagem de pisos, jardinagens, abastecimento de piscinas e descarga de vasos sanitários, por exemplo. Todavia, é sabido que estas atividades têm caráter de uso menos exigente e não necessitam de água potável para acontecerem, sendo então viáveis com água coletada da chuva.

A captação da água da chuva é feita através de um conjunto de calhas instaladas na cobertura, que, sendo direcionadas ao reservatório, passam por um filtro autolimpante onde retiram-se materiais grosseiros pelo uso de grades e telas metálicas. É necessário um cuidado especial com os primeiros volumes recebidos, pelos possíveis índices de impurezas, poluentes tóxicos e poeira. Após o primeiro filtro, são necessários filtros de areia ou resina que filtram materiais mais finos. A desinfecção acontece através de processos químicos com cloro, ozônio e raios ultravioletas, conforme explicita TAVARES (2010). O reservatório pode ser superior ou inferior, apesar do mais comum seja o segundo caso, como na Figura 2.10.

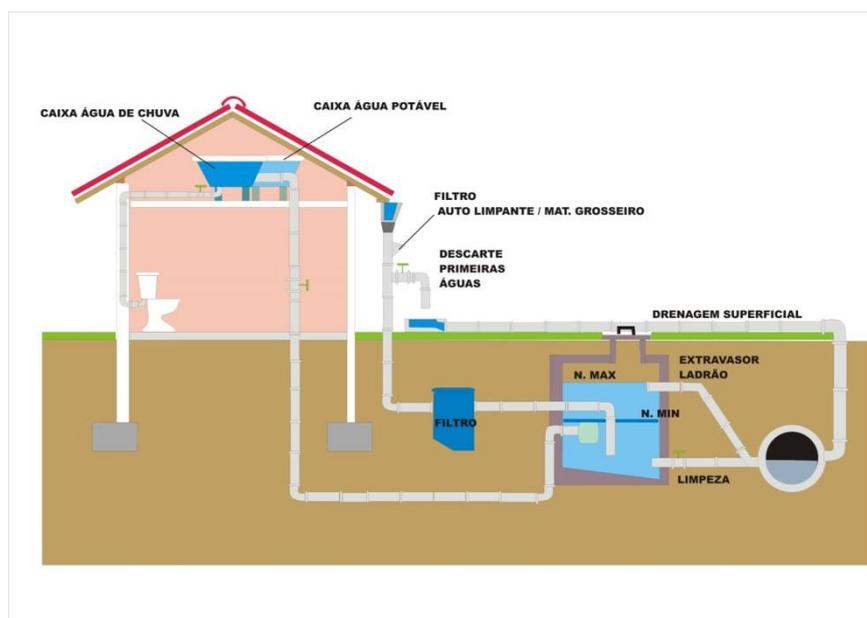


Figura 2.10 – Exemplo de Sistema de Aproveitamento de Água da Chuva – DAEMO Ambiental (2016)

Para obter-se eficiência no processo de coleta e aproveitamento, é necessário entender o clima da região do imóvel, principalmente para fazer um levantamento dos volumes pluviométricos, inclusive vales e picos entre esses valores, para correto dimensionamento dos componentes de canalização e tanques de reserva. É fundamental que o módulo instalado esteja ligado a rede de água tratada da concessionária local, para que não haja problemas de abastecimento em épocas de estiagem, e haja um controle de manutenção constante.

Além dos benefícios econômicos de redução do uso de água das agências controladoras, o sistema de coleta de água da chuva contribui para a redução das enchentes e regulação do ciclo hidrológico. São Paulo e Curitiba são dois exemplos de cidades que já preveem, em suas leis municipais, o uso do sistema de forma obrigatória nas novas construções para alcançar usos racionais dos recursos naturais e melhor vazão das chuvas no sistema pluvial público.

### **2.2.7 Telhado Verde**

Pela definição da Revista Infraestrutura Pini (2011), telhados verdes são: “sistemas construtivos caracterizados por uma cobertura vegetal feita com grama ou plantas. São instalados em lajes ou até mesmo sobre telhados convencionais e consistem em camadas de impermeabilização e de drenagem, as quais recebem o solo e a vegetação indicada para o projeto”.

Os também conhecidos por “Jardins Suspensos”, tem apelo estético, mas, mais do que isso, funcionam como isolante térmico e diminuem o aquecimento em torno do prédio ou residência. Em larga escala em determinado espaço, servem como forma de melhorar a qualidade do ar e minimizar o impacto das ilhas de calor, principalmente em regiões com muito asfalto e altos edifícios. Exemplo hipotético em um condomínio na Figura 2.11.

Em alguns estados já há incentivo para implementação da tecnologia, como em Santa Catarina, mas o ponto negativo deles está na manutenção do jardim, assim como também o peso da estrutura, principalmente em épocas de chuva com retenção de água. Como há instalação sobre o telhado da residência, sua aplicação pode ser conflitante com o sistema de energia fotovoltaica dependendo da área necessária em cada um dos sistemas.

Uma alternativa para o telhado verde é o que a empresa gaúcha Ecotelhado vem trazendo ao mercado. Basicamente, o sistema da companhia foca na armazenagem da água da chuva e na reciclagem de águas cinzas ou negras do próprio prédio, sendo classificado como semi-hidropônico. Entre outros diferenciais, há possibilidade de instalar-se uma cisterna de captação de água da chuva acoplada na própria laje do telhado verde e piso ventilado: piso elevado feito de porcelanato ou placa cimentícia, com a possibilidade de criar abaixo do piso um reservatório de água ou de ar que faça um isolamento termo acústico e permita a passagem de fios ou tubulações.



Figura 2.11 – Exemplo de Telhado Verde – (Sinergia Engenharia)

### 2.2.8 Outros

Além das práticas levantadas no presente relatório, existem outras aplicações de sustentabilidade para serem exploradas. Atos simples como escolher cores apropriadas para residência tendo em vista absorção ou irradiação de calor, já são base como forma de pensar no projeto.

Aplicações de materiais ecológicos e/ou biodegradáveis na construção civil e sistemas de tratamento de esgoto também são importantes fatores para serem analisados e melhores explorados. Como sugestão e citação rápida, pode-se utilizar:

- ✓ Painéis *StormWall*: sistema de paredes, piso e forro estruturais que substituem o uso de *drywall*, absorvendo mais de três vezes a quantidade de  $CO_2$  emitida em sua cadeia de produção.
- ✓ Eco esgoto: nova geração de tratamento de efluentes, agregado a um design ecológico. Com este sistema, o papel higiênico, esgoto, resíduos orgânicos e águas cinzas são coletados e tratados, onde a água tratada já pode ser utilizada para fins não potáveis – como irrigação de jardins e descargas. Isto substitui

com vantagens o uso da fossa séptica e das redes pluvial e cloacal e reduz o desperdício de água potável.

A maior importância neste levantamento é sempre trazer novas práticas de sustentabilidade, incentivando-as e analisando-as financeiramente para sua aplicação no mercado.

### 2.3 Escolha de Práticas Sustentáveis em Projeto

Para a escolha das práticas de sustentabilidade que serão aplicadas no estudo de viabilidade econômica, as possíveis inovações foram avaliadas nos seguintes critérios enumerados de 1 a 4 (sendo 1 a pior classificação e 4 a melhor):

- ✓ Viabilidade de Implementação;
- ✓ Inovação e Sustentabilidade;
- ✓ Custo;
- ✓ Aceitação de Mercado

Com conversas de pessoas no mercado, principalmente engenheiros e administradores da empresa Dinâmica Construções Modulares em Fortaleza-CE, os valores encontrados na avaliação das práticas estão descritos na Tabela 2.2.

Tabela 2.2 – Estudo da Priorização das Práticas de Sustentabilidade - (AUTOR)

Práticas de Sustentabilidade	Custo	Viabilidade	Mercado	Sustentabilidade
Método Construtivo em Madeira	2	3	2	4
Método Construtivo em Aço	1	3	2	3
Energia Elétrica Fotovoltaica	1	3	3	4
Aerogeradores de Energia Eólica	1	1	2	4
Fachadas Dinâmicas	1	1	1	3
Sistema de Reaproveitamento de Águas da Chuva	3	4	4	3
Telhado Verde	2	2	2	3

A partir da classificação de acordo com os critérios analisados na Tabela 2.2, foram selecionadas as três práticas de sustentabilidade que detinham soma total dos índices maior que 10 (verde). As demais, com soma menor ou igual a 10, não serão tratadas na análise de investimento posterior.

Com as Práticas de Sustentabilidade selecionadas para estudo de investimento, foi feito um gráfico, representado através da Figura 2.12, entre as ideias selecionais como

prioridade para comparar qual seria a ordem de viabilidade esperada. Em análise visual, quanto mais bem distribuída for a prática estudada, mais aplicável ela é a princípio.

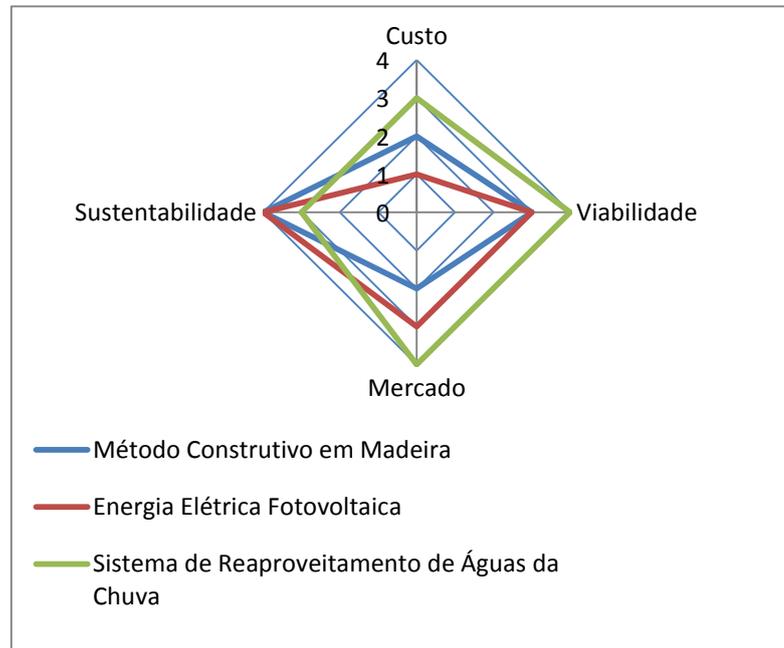


Figura 2.12 – Gráfico de Análise das Práticas de Sustentabilidade – (AUTOR)

### **3 Projeto de Condomínio Residencial – Estudo de Caso**

Neste tópico é necessário estabelecer as características do condomínio residencial para estudo de caso. Já é sabido que o projeto será realizado com estrutura de madeira, sistema de energia fotovoltaica e sistema de reaproveitamento de água da chuva em cada uma das casas. Os demais sistemas e projetos serão análogos a um sistema de construção convencional, para facilitar e viabilizar o estudo do impacto das práticas de sustentabilidade no modelo residencial.

É importante estabelecer as diretrizes de construção do empreendimento, pois são estas definições que irão guiar a rotina de investimento e o cálculo dos custos nos próximos itens do relatório.

#### **3.1 Projeto Arquitetônico**

Sistemas construtivos de pré-fabricados vêm se tornando cada vez mais atrativos para construções em grande escala, principalmente para públicos de baixa renda, como em projetos de Minha Casa Minha Vida em que o fato de haverem uma grande quantidade de casas e residências padrão não é um problema para os residentes. Todavia, os sistemas de pré-fabricados mais comuns no Brasil ainda são os de concreto, o que difere do que está proposto como método construtivo nesse relatório.

Para projetos de madeira, é possível estabelecer modelos residenciais tanto para público alvo de baixa como também de alta renda. Usualmente, em projetos de baixa renda de grande escala, os preços unitários por casa se tornam mais barato, por haver uma maior diluição do valor líquido de cada unidade e menor preço marginal, conseqüentemente. Por outro lado, projetos em grande escala, em geral, tem alto investimento associado devido ao alto volume de construção e também demandam maior esforço comercial para venda e ou aluguel.

No estudo de caso proposto, o autor acredita que um condomínio para público alvo de alta renda seja mais condizente para o projeto. Ou seja, entende-se que os residentes do empreendimento seriam de classe A ou B. Pela classificação do IBGE, essas classes são pertencentes a famílias que ganham pelo menos 10 salários mínimos por mês, o que significa por volta de R\$ 9.370,01, em 2016, como base de renda.

Para justificar a escolha por um tipo construtivo de mais alto padrão, entende-se que como já mencionado no Item 2.2.1, casas de madeira no Brasil ainda enfrentam certo

preconceito e barreira cultural para sua aplicação devido à falta de conhecimento e receio sobre a tecnologia no país. Sendo assim, devido ao maior acesso a informação e apelo da madeira em aspectos de design e beleza da construção, um público de mais alta renda poderia valorizar mais o sistema construtivo do que as pessoas de classe C, D e E.

Além do aspecto construtivo de madeira em si, práticas de sustentabilidade em si aumentam o valor agregado da construção, tornando-as mais caras e de menor acesso geral para o público no país. Entende-se que ainda há uma barreira para valorizar as práticas sustentáveis nas construções brasileiras, e o projeto em questão pretende minimizar o risco de maiores investimentos sem a devida valorização do mesmo.

Sendo assim, foi escolhido como base de projeto arquitetônico o Condomínio Residencial Villa Branca Home & Club, um projeto da construtora Sérgio Porto Engenharia que está no mercado há cerca de 40 anos e que atua em segmentos diversos desde obras governamentais a empreendimentos comerciais. Seu maior reconhecimento está exatamente associado à qualidade de suas obras e construções.

O residencial Villa Branca Home & Club, detém casas com 3 a 4 quartos, inseridos em um bairro planejado na região do Vale Paraíba, em Jacareí – SP. O mesmo é considerado como projeto moderno referencial em urbanização e eficiência, também sendo dimensionadas ruas privativas, praças, áreas verdes, infraestrutura urbana completa, entre outros. Prova disso é que este é o único empreendimento a ganhar o Prêmio Master Imobiliário concedido aos melhores projetos do Brasil pela Federação Internacional das Profissões Imobiliárias e Sindicato da Habitação (Secovi) na região em que está inserido. Sua construção iniciou-se em 2009 e já foi completamente concluída.

Nesse sentido, o estudo de caso nesse relatório se baseará em um projeto com 28 casas, todas estas com 4 quartos e 132,13 m<sup>2</sup>. Também será desenvolvido a infraestrutura do condomínio, como ruas, guaritas, áreas verdes, decks, piscinas e clubes de entretenimento. As Figuras 3.1, 3.2 e 3.3, mostram os projetos de padrão arquitetônico do Villa Branca Home & Club que estará utilizado para análise de investimento. A quantidade de casas no estudo de caso proposto difere da quantidade real existente no condomínio e bairro planejado (mais de 150 casas), por motivos de menor exposição de capital investido e para minimizar o efeito de padronização na atratividade de clientes de elevado padrão.

Basicamente, será considerado um terreno de 10.000 m<sup>2</sup>, com índice de eficiência em projeto de platô de 85% (pós-terraplanagem) e área efetivamente aproveitada de 8.500 m<sup>2</sup>. As áreas de infraestrutura (ruas, guaritas, jardinagem, entre outros) juntamente com as áreas comuns somarão 1.500 m<sup>2</sup> e serão comercializados 28 lotes de 250 m<sup>2</sup> onde as casas de





Figura 3.3 – Vistas Frontais Projeto Arquitetônico – (Construtora Sérgio Porto Engenharia)

## 3.2 Localidade

Analogamente a escolha de padrão de residência do projeto (perfil para baixa ou alta renda), a localização do empreendimento também é de fundamental importância para obter sucesso financeiro do investimento. Abaixo seguem pontos relevantes para serem analisados:

- ✓ Mercado econômico financeiro da região;

Análise de práticas econômicas na região que possam impulsionar o desenvolvimento do mercado residencial. Possíveis novos investimentos na localidade podem indicar tendências financeiras para o setor.

- ✓ Procura e demanda por residências na localidade;

Em uma análise histórica, observar como vem se comportando os preços de aluguel e a quantidade de lançamentos de novos empreendimentos no local estudado.

- ✓ Adequação climática do local para práticas de sustentabilidade;

Entender em qual região existe maior capacidade de potencialização dos benefícios das práticas de sustentabilidade escolhidas no Item 2.3. Por exemplo, é necessário questionar-se quais regiões possibilitam melhor conforto térmico através do sistema estrutural de

madeira, assim como quais regiões são valorizadas pela maior incidência de raios solares para sistema de energia fotovoltaica instalado na residência. Lembrando que não necessariamente as correlações de benefícios são positivas perante as práticas estudadas, uma vez que um sistema de coleta de água de chuva seria beneficiado em regiões chuvosas, o que diverge do foco para maximização dos resultados das placas solares.

- ✓ Viabilidade construtiva (acesso a materiais e mão de obra);

Avaliar como a região tem acesso à entrega da matéria-prima de madeira a partir de fontes de reflorestamento, assim como qual mão-de-obra seria mais qualificada para um sistema construtivo de montagem de pré-fabricado ou sistema fotovoltaico de energia.

- ✓ Relação Custo x Retorno.

Em uma correlação direta, avaliar como se correlaciona os preços de custo de construção com os preços de venda por m<sup>2</sup> construtivo de residências de alto padrão.

É inegável que o país vivenciou uma crise no mercado imobiliário e a escolha de novos investimentos nesse segmento deve ser feita de bastante criteriosa. De maneira geral, para definição da localização do empreendimento, escolheu-se analisar uma cidade em cada região no país: Fortaleza – CE (Nordeste), Belém – PA (Norte), Goiânia – GO (Centro Oeste), Barueri – SP (Sudeste) e Curitiba – PR (Sul).

Cada uma das cidades foi avaliada de 1 a 5 perante os pontos relevantes de análise. Para escolha da região mais propícia para o negócio, a cidade que tivesse maior soma acumulada seria utilizada como base do empreendimento. A Tabela 3.1 mostra os valores obtidos na análise.

Tabela 3.1 – Estudo de Localidade do Empreendimento – (AUTOR)

Itens de Análise	Fortaleza (CE)	Belém (PA)	Goiânia (GO)	Barueri (SP)	Curitiba (PR)
Mercado Econômico Financeiro	4	2	2	5	4
Procura e Demanda por Residências	3	2	1	3	3
Adequação para Práticas de Sustentabilidade	4	3	3	4	4
Viabilidade Construtiva	1	1	2	4	5
Relação Custo x Retorno Esperada	3	2	2	4	3
<b>Soma</b>	15	10	10	20	19

Seguindo a metodologia de escolha, a base para o projeto residencial será feita em Barueri – SP, cidade ao lado da maior capital do país e com crescente movimento econômico

de indústrias e empresas. O restante deste Item justifica brevemente os pontos em destaque da região escolhida para o empreendimento estudado.

Em termos de Mercado Econômico Financeiro e perspectivas para o futuro, a cidade de Barueri ganhou destaque tendo em vista pilares de desenvolvimento social, capital humano, infraestrutura e desenvolvimento econômico. A Revista Exame, em 2016 e 2015, elegeu a cidade como número 1, entre as 100 melhores cidades para se investir e fazer negócios, o que se comprova pela grande quantidade de empresa que escolheram-se mudar para região nos últimos anos.

A procura e demanda por residência é um fator bastante mutável, pois varia entre o tipo de residência, se é apartamento ou casa, além da metragem e quantidade de quartos oferecidos. Em um cenário de crise econômica, ou recuperação desta, não se pode supervalorizar este item em nenhum dos casos, mas uma associação com o critério de mercado econômico financeiro parece fazer sentido, a princípio. Segundo o índice FIPEZAP, por exemplo, os preços de venda em Goiânia reduziram perto de 2% em 2016 em termos nominais, ou seja, não considera o crescimento da inflação em 2016, que foi de 6,29%, conforme IBGE. Na média, quase todas as cidades tiveram preços relacionados ao mercado imobiliário ajustados em taxas menores que a inflação, ou seja, taxa real negativa.

Quanto à adequação para práticas de sustentabilidades escolhidas, utilizou-se o fato da temperatura de Barueri ser amena, por volta de 18°C em média anual, e favorecer o isolamento térmico fornecido pela estrutura de madeira da residência. A incidência de raios solares não é tão alta como Fortaleza, por exemplo, mas tem índices positivos assim como em todo Brasil.

Para viabilidade construtiva, considerou-se o fato de que Barueri tem acesso a uma mão de obra qualificada, além de práticas tecnológicas atuais de construção, principalmente pela proximidade com a capital São Paulo, e tem uma boa localização para os estados de Paraná e Santa Catarina que detém as maiores fontes de madeira reflorestada no país.

Em referência a relação custo e retorno esperado, considerou-se o fato de que os preços de venda por m<sup>2</sup> na região são bons em relação ao custo de desenvolvimento de obra. Para comprovar esse fato, foi feita uma divisão do preço de venda por m<sup>2</sup> pelo valor do CUB – Custos Unitários Básicos de Construção da região através da Tabela 3.2. Esses dois índices serão melhores explorados no decorrer do relatório e servirão como inputs para o modelo de investimento.

Tabela 3.2 – Razão Venda por Custo – (AUTOR)

	Razão Preço de Venda / Custo Unitário Básico de Construção		
	Fortaleza (CE)	Barueri (SP)	Curitiba (PR)
Preço de Venda (R\$/m <sup>2</sup> )	5.063,00	6.183,00	5.120,00
CUB R1-A (R\$/m <sup>2</sup> )	1.735,47	1.933,80	2.109,63
<b>Razão</b>	<b>2,92</b>	<b>3,20</b>	<b>2,43</b>

*\*Base de Setembro/2017 a partir do site agente imóvel e dos respectivos SINDUSCONs de cada estado*

É válido ressaltar que esses dois valores são obtidos através de médias gerais da cidade ou estado em questão. O índice CUB R1-A, por exemplo, representa um valor de custo de obra para alto padrão construtivo a ser comentado com mais detalhes posteriormente.

### 3.3 Projeto Estrutural

Em termos de Projeto Estrutural, é válido ressaltar os pontos positivos da madeira, assim como os pontos de cuidado a serem tomados na construção. Obviamente, é necessária atenção específica para o tipo de madeira que será trabalhada na construção assim como qual modelo construtivo específico será adotado.

O presente trabalho não pretende entrar nos detalhes do projeto estrutural, por entender que isto seria tema para outra linha de pesquisa, mas tem como objetivos entender melhor a forma construtiva para o empreendimento. Também como forma de aprofundamento no assunto, pode-se considerar a NBR 7190:1997 que estabelece as propriedades físicas e mecânicas da madeira para o projeto estrutural.

Recentemente, alguns professores no Brasil vêm estabelecendo trabalhos que comprovam a qualidade construtiva da madeira, mitigando os possíveis problemas construtivos que poderiam existir em obra. Um exemplo de destaque é o professor Carlito Calil Junior, Coordenador do Laboratório de Madeiras e de Estruturas de Madeira (LaMEM).

Alguns dos meios de construção em madeira são: *Wood Frame* ou *Wood Light Frame*, Madeira de Lei, ou Madeira Laminada e Colada. Antes da escolha do método em específico, conforme citado por MANFRINATO (2015) e PHILIPPI (2014), abaixo se ressaltam pontos importantes sobre esse material:

✓ Resistência a Esforços:

Alta resistência a esforços tanto de compressão quanto de tração, cisalhamento e torção. Comparado a outros materiais, mostra uma boa razão de massa unitária baixa em comparação com grande resistência mecânica, permitindo absorção de choques que romperiam ou geraria “trincas” em outros materiais construtivos. Além destes fatos, é relevante ressaltar que a madeira não estilhaça ao impacto, o que a favorece em medidas de segurança.

✓ Flambagem Lateral:

Deflexão causada em peças esbeltas quando submetidas a esforços de compressão axial, o que faz com que a madeira “entorte” lateralmente. Possíveis soluções são: aumentar a espessura da peça, diminuir a altura desta ou realizar uma estrutura de contraventamento.

✓ Flecha:

A madeira, assim como estruturas de concreto, pode sofrer com o “embarrigamento” da peça estrutural, ou seja, ocasião de flecha excessiva devido a esforços aplicados além da capacidade de carga do material. Este problema pode ser apenas de caráter estético, ou pode gerar fraturas pela alta exposição a esforços de tração.

É necessário um cuidado maior com a madeira pelo fato desta ser heterogênea e não uniforme em sua composição, ou seja, seu caráter anisotrópico também pode ocasionar em variações ao longo da peça conforme condições de umidade no ambiente.

✓ Cisalhamento Horizontal:

Na composição da madeira, sua seção longitudinal é formada por fibras paralelas e longitudinais, o que gera boa resistência à tração. Todavia, próximo a apoios, devido a maior força cortante aplicada na peça, podem ser ocasionadas fissuras horizontais. Nesse sentido, em métodos de construção com madeira lamina colada, é necessário um completo paralelismo entre as fibras das peças utilizadas para não ocorrerem deformações desiguais.

Adicionalmente, para evitar problemas no sentido de cisalhamento, é recomendável evitar ligações complexas, nas conexões realizadas, para evitar altas tensões perpendiculares às fibras.

✓ Corrosão:

Ao contrário de estruturas em aço, a madeira não sofre tanto efeitos de corrosão perante a exposição do material a salinidade, o que favorece a sua utilização em regiões marítimas e possível maior durabilidade perante construções com concreto armado.

Além dos pontos acima destacados, é necessário que a madeira em qualquer nível esteja bem protegida de umidade, assim como o contato com o solo para o material, caso este não tenha a devida proteção necessária, pode ser prejudicial para atingir os níveis de resistência de projeto. A umidade em si pode gerar retração ou atrair fungos e insetos xilófagos que podem corroer as fibras das peças. No trabalho de PHILLIPI (2014), o mesmo traz um quadro de peças de madeira – Tabela 3.3, conforme LAROCA (2002) que serve como bom indicativo para a estrutura da residência estudada.

Tabela 3.3 – Propriedades da Madeira nas Peças Construtivas – PHILLIPI (2014)

Componente	Características desejáveis	Função
Formas da fundação	Estabilidade dimensional, pode ser utilizada madeira de terceira categoria. As formas devem ser reaproveitadas várias vezes.	Concretagem da fundação
Pilares	Resistência à compressão, resistências ao ataque de fungos e insetos, madeira de primeira ou de segunda categoria, sem nós ou com pequena incidência de nós firmes.	Estrutural
Vigas	Resistência à compressão e à flexão, resistência ao ataque de fungos e insetos, madeira de primeira ou de segunda categoria, sem nós ou com pequena incidência de nós firmes.	Estrutural
Paredes internas	Bom isolamento acústico. Resistência ao ataque de fungos e insetos, resistência à compressão, estabilidade dimensional, as peças devem ser livres de defeitos tais como fendas, abaulamento e arqueadura	Vedação
Paredes externas	Bom isolamento térmico, resistência ao ataque de fungos e insetos, resistência à compressão, estabilidade dimensional, as peças devem ser livres de defeitos tais como fendas, abaulamento e arqueadura.	Vedação
Esquadrias	Resistência ao ataque de fungos e insetos, as peças devem ser livres de defeitos tais como fendas, abaulamento e arqueadura.	Vedação
Estrutura do telhado	Resistência à compressão e à flexão, resistência ao ataque de fungos e insetos, madeira de primeira ou de segunda categoria, sem nós ou com pequena incidência de nós firmes.	Estrutural
Pisos	Boa resistência à abrasão, estabilidade dimensional, resistência ao ataque de fungos e insetos, as peças devem ser livres de defeitos tais como fendas, abaulamento e arqueadura.	Revestimento

Como mencionado por QUINTELA (2007), ressalta-se que a madeira também tem alta resistência ao fogo, apesar da caracterização contrária devido à falta de conhecimento sobre o material. A peça de madeira tem potencial para propagar o fogo uma vez que se tem uma camada mais externa que, mesmo ao carbonizar, retém calor e contém a propagação das

chamas para a parte estrutural e interna da madeira, o que evita a destruição do material. Peças com mais de cinco centímetros podem até ser mais seguras que estruturas em concreto armado, tendo em vista que estas últimas podem ter o aço passando a fase plástica quando aquecidas, o que ocasiona em ruptura estrutural.

Uma vez sendo exploradas as estruturas e características dos projetos estruturais em madeira, é necessário escolher o método construtivo específico. Como já mencionado, para maior utilização de madeira como elemento estrutural no Brasil, é necessário ser superada uma barreira cultural de aceitação da população. Por tal motivo, tendo em vista as construções residenciais nos Estados Unidos em que se aplica em grande quantidade este meio, foi escolhido como prática o uso do método de Wood Light Frame para construção do empreendimento residencial estudado, uma vez que também serão necessários apenas dois pavimentos na casa.

Seguindo o estudo de SOUZA (2012), este é um meio utilizado principalmente através do tipo de construção “*Platform frame*” (outra opção seria “*Balloon frame*”), onde se ergue um andar e cobre-se o mesmo através de um sistema de plataforma utilizando também placas estruturais em OSB – *Oriented Strand Board* ou chapas cimentícias. Essas placas são práticas e resistentes para uso, também servindo como reforço para paredes de *dry wall*.

O presente autor chegou a visitar uma obra nos Estados Unidos para observar a construção de um prédio residencial de cinco andares, todo feito em madeira com exceção da fundação e do primeiro andar erguido com perfis estruturais de concreto (práticas essas não estritamente necessárias em termos de resistência do edifício). Abaixo seguem Figuras 3.4 e 3.5 mostrando a obra e aplicação da madeira. O método se mostra eficiente pelo método de pré-fabricação e rápida montagem/desmontagem em obras, deixando o prazo para término de obra menor comparado ao método de construção convencional.

De forma bastante flexível, o sistema de *wood frame* permite a utilização de diversificados tipos de acabamento exterior e interior, podendo ter diferentes aplicações arquitetônicas.



Figura 3.4 – Estrutura Interna de Madeira - (AUTOR)



Figura 3.5 – Estrutura de Sustentação de Madeira - (AUTOR)

### 3.4 Demais Projetos

Para os demais projetos da residência, consideram-se os atuais padrões construtivos usuais levando em conta as alterações necessárias para inserir o sistema de coleta de água da chuva e sistema de energia fotovoltaica.

No modelo padrão do condomínio Villa Branca Home & Club já existem sistemas pré-estabelecidos como utilização de radier para fundação (altamente aplicável para construção em madeira inclusive pelo seu menor peso comparado a estrutura convencional de alvenaria e concreto) e placas de gesso para revestimento de tetos. Esse modelo foi utilizado para base de custo R\$ / m<sup>2</sup> para construção em alto padrão e análise de investimento.

As portas e janelas podem ser executadas da mesma maneira que o sistema tradicional, assim como os projetos elétricos e hidráulicos, considerando parte de saneamento. O telhado pode-se utilizar de tesouras de madeiras conectadas com conectores metálicos do tipo *gang-nail* e, para a cobertura, também podem ser utilizadas telhas cerâmicas, metálicas ou até asfálticas (redução de peso).

Para o sistema de isolamento, como já comentado, podem ser utilizadas lãs de vidro e de rocha. A Figura 3.6, tirada pelo autor na visita a obra nos Estados Unidos, representa a aplicação destes materiais.

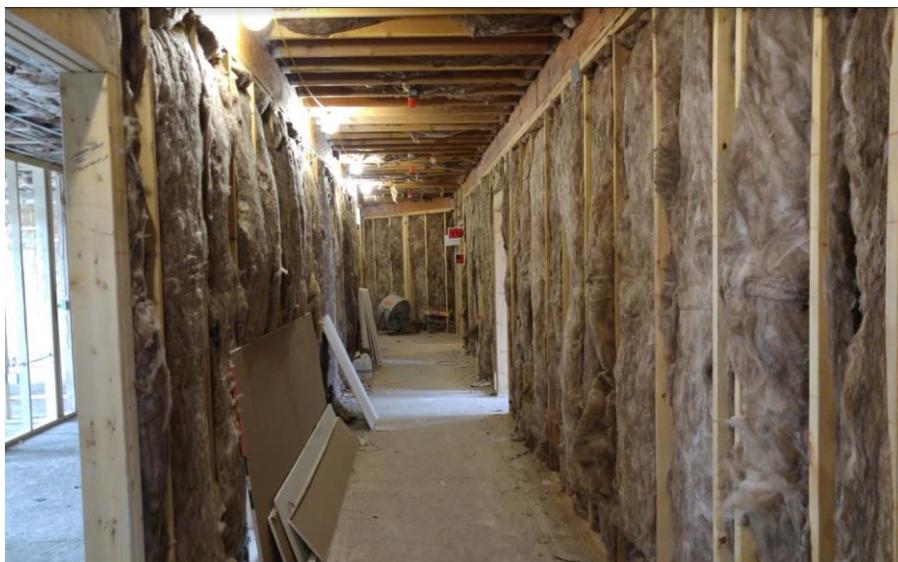


Figura 3.6 – Isolamento Térmico e Acústico - (AUTOR)

Por fim, como também retratado pela revista *Techne Pini* (2009), pode-se usar todo e qualquer tipo de revestimento, seja interno ou externo a casa, mas, nas fachadas, recomenda-se aplicação de *sidings* vinílicos.

## 4 Custos e Prazos do Projeto

Tendo em vista as práticas de sustentabilidade a serem aplicadas e o modelo construtivo de alto padrão a ser utilizado, será levantado neste tópico o custo estimado do empreendimento para análise posterior de investimento. Válido ressaltar que, para fins práticos de comparação, também serão utilizados índices de custo de obra relacionados a métodos de construção usuais no mercado.

### 4.1 Custo com Terreno

O primeiro custo para uma incorporadora imobiliária está associado à aquisição do terreno para o empreendimento. Em uma análise de investimento imobiliário, o investidor pode adquirir a área para realizar a construção ou pode fazer parcerias com as empresas ou pessoas físicas que detém este ativo.

Não existe um preço de m<sup>2</sup> pré-estabelecido para terrenos, principalmente pelos diferentes fatores que compõe esse valor, como as variações topográficas e a localidade do mesmo. Quanto menos variações topográficas o terreno detém, e conseqüentemente melhor aproveitamento de área construtiva, maiores também serão os preços de aquisição para o incorporador. Dessa forma, o presente trabalho realizou uma pesquisa de mercado com terrenos perto de 10.000 m<sup>2</sup> oferecidos na cidade de Barueri - SP e chegou a um preço médio de aquisição, conforme a Tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Preço Médio de Terreno em Barueri – (AUTOR)

	Terrenos em Barueri - SP			
	Localidade	Preço Pedido (R\$)	Área (m <sup>2</sup> )	Preço (R\$ / m <sup>2</sup> )
Amostra 1	Tamboré	R\$ 5.515.000,00	8.485 m <sup>2</sup>	R\$ 649,97 / m <sup>2</sup>
Amostra 2	Tamboré	R\$ 8.500.000,00	10.000 m <sup>2</sup>	R\$ 850,00 / m <sup>2</sup>
Amostra 3	Tamboré	R\$ 8.868.730,00	10.433 m <sup>2</sup>	R\$ 850,07 / m <sup>2</sup>
Amostra 4	Tamboré	R\$ 7.734.150,00	9.099 m <sup>2</sup>	R\$ 850,00 / m <sup>2</sup>
Amostra 5	Tamboré	R\$ 7.851.450,00	9.237 m <sup>2</sup>	R\$ 850,00 / m <sup>2</sup>
Amostra 6	Jardim Califórnia	R\$ 16.000.000,00	26.000 m <sup>2</sup>	R\$ 615,38 / m <sup>2</sup>
Amostra 7	Parque Viana	R\$ 8.960.000,00	9.930 m <sup>2</sup>	R\$ 902,32 / m <sup>2</sup>
Amostra 8	Parque Viana	R\$ 27.000.000,00	34.442 m <sup>2</sup>	R\$ 783,93 / m <sup>2</sup>
Amostra 9	Alphaville Empresarial	R\$ 13.000.000,00	13.781 m <sup>2</sup>	R\$ 943,33 / m <sup>2</sup>
Amostra 10	Residencial Morada dos Lagos	R\$ 9.200.000,00	12.000 m <sup>2</sup>	R\$ 766,67 / m <sup>2</sup>
Amostra 11	Tamboré	R\$ 8.198.250,00	9.645 m <sup>2</sup>	R\$ 850,00 / m <sup>2</sup>
<b>Média</b>		<b>R\$ 8.101.506,89</b>	<b>10.000 m<sup>2</sup></b>	<b>R\$ 810,15 / m<sup>2</sup></b>

\*Preços pedidos no Site Viva Real

Conforme estabelecido no Item 3.1 deste relatório, o empreendimento necessita de um terreno de 10.000 m<sup>2</sup>, ou seja, aplicando a média de preço por m<sup>2</sup> recolhida pelo estudo de mercado, tem-se um valor de aquisição de R\$ 8,1 milhões para a incorporadora.

É válido ressaltar que este é um valor pedido e, em uma possível negociação, seu valor bruto pode ser reduzido. Todavia, para análise de investimento, o autor preferiu manter o preço de aquisição supracitado e estabelecer métricas de negociação e sensibilidade de valor na forma de pagamento do terreno, por acreditar que esta metodologia tem impacto mais relevante no retorno financeiro do empreendimento. O pagamento deste ativo será mais bem detalhado no item de modelagem financeira para análise de fluxo de caixa.

Além do valor de compra, tem de ser considerado o custo com ITBI, Imposto de Transmissão de Bens e Imóveis, além de custos com laudêmio (taxa que pode ser aplicável ou não dependendo da área estabelecida pela Secretaria de Patrimônio da União – SPU vinculada ao Ministério do Planejamento), diligência, advogados, registros de terreno e preparação da área com terraplanagem. O ITBI em Barueri é de 5% sobre o valor do domínio pleno do terreno, ou seja, será considerado um valor de R\$ 400.000,00 para registro da propriedade apenas devido a esse imposto. O laudêmio, caso aplicável, também é de 5% do valor do terreno e o IPTU tem alíquota territorial de 1,0% do valor venal e alíquota predial de 0,5% na mesma base de cobrança.

Podem ser consideradas, inclusive, possíveis despesas com Taxa de Incêndio onde é cobrado o valor de 0,030 UFIP por metro quadrado para imóveis com até 10.000 m<sup>2</sup> e 0,020 UFIP por metro quadrado para imóveis com área superior a 10.000 m<sup>2</sup>, sendo UFIB (Unidade Fiscal de Barueri) igual a R\$ 33,50 para 2017 de acordo com a Lei Complementar 378/2016. Dessa forma, será considerado um custo total aproximado de R\$ 9,3 milhões com o terreno em questão, significando um valor 15% maior com custos adicionais.

A maneira de reduzir custos com ITBI, por exemplo, seria adquirir o imóvel por meio de financiamento imobiliário pelo Sistema Financeiro de Habitação (SFH), mas este método não será explorado em detalhe para composição de custo.

## **4.2 Custo de Padrão Construtivo Convencional**

Para avaliar o custo base de construção e ser possível comparar o investimento em empreendimentos residenciais com ou sem práticas de sustentabilidades e metodologia *Green Building* no Brasil, é necessário levantar o custo base por m<sup>2</sup> no mercado atual.

Como já mencionado no Item 3.2, a avaliação do custo de construção no presente relatório se baseia no CUB (Custo Unitário Básico). Como cita AMARAL (2017), o desenvolvimento desse índice foi impulsionado pela Lei Federal n.º 4.591, de 16 de dezembro de 1964, em que determinou que os Sindicatos Estaduais da Indústria da Construção Civil – SINDUSCONs deveriam divulgar mensalmente os custos unitários de construção de cada estado respectivo. Em paralelo a Lei, a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT elaborou a norma NBR 12.721/2006 em que, na seção 8, estabelece as diretrizes de cálculo do CUB em R\$/m<sup>2</sup>.

O CUB é referente a projetos padrões de construção e não englobam, conforme Item 8.3.5 da Norma supracitada, gastos referentes à: fundações especiais (não se aplica ao empreendimento estudado), elevadores (não contém no projeto de cada casa), equipamentos e instalações tais como fogões e ar-condicionado (compra de responsabilidade do comprador de cada lote/casa), playground e piscina (presente apenas em uma obra de infraestrutura geral do condomínio em conjunto com custos de urbanização, ajardinamento, entre outros). Ou seja, dentro do padrão da casa estabelecida em projeto arquitetônico no Item 3.1, não existem valores destoantes do que está considerado no CUB, ao não ser pelas práticas de sustentabilidade que serão analisadas separadamente como composição do investimento.

Foi definido que o projeto residencial seria de alto padrão, com quatro dormitórios e área de 132,13 m<sup>2</sup>. Dentro da caracterização de Residência Unifamiliar trabalhada pela Norma NBR 12.72/2006 – Tabela 1 (Características principais dos projetos-padrão), o projeto estaria alocado entre o padrão R1 – A e R1-N, considerando as discrepâncias de áreas entre as classificações. A Tabela 4.2 exemplifica o critério de escolha do padrão de residência a ser analisada.

Tabela 4.2 – Padrão Residencial – (NBR 12.721/2006)

<b>Residência Unifamiliar</b>		
<b>Residência Padrão Baixo (R1-B)</b>	<b>Residência Padrão Normal (R1-N)</b>	<b>Residência Padrão Alto (R1-A)</b>
Residência composta de dois dormitórios, sala, banheiro, cozinha e área para tanque.	Residência composta de três dormitórios, sendo um suíte com banheiro, banheiro social, sala, circulação, cozinha, área de serviço com banheiro e varanda (abrigo para automóvel).	Residência composta de quatro dormitórios, sendo um suíte com banheiro e closet, 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).
<b>Área Real: 58,64 m<sup>2</sup></b>	<b>Área Real: 106,44 m<sup>2</sup></b>	<b>Área Real: 224,82 m<sup>2</sup></b>
<b>Residência Popular (RP1Q)</b>		
Residência composta de dois dormitórios, sala, banheiro e cozinha.		
<b>Área Real: 39,56 m<sup>2</sup></b>		

Dessa forma, para o projeto em questão, como forma de estipular um modelo de investimento que contemple a classificação estabelecida, será considerado um padrão médio entre R1-N e R1-A, associado ao Sinduscon do estado de São Paulo, onde está localizada a cidade de Barueri. Pelos resultados divulgados em setembro de 2017, tem-se o valor de R\$ 1.622,31 por m<sup>2</sup> de construção para R1-N e R\$ 1933,90 por m<sup>2</sup> para R1-A. Fazendo uma ponderação linear da área de 132,12 m<sup>2</sup> pelas áreas reais estabelecidas na Tabela 4.2, tem-se um custo por metro quadrado médio de R\$ 1.689,88 / m<sup>2</sup>. Como ordem de grandeza, com o custo de construção considerado e havendo 28 casas de 132,12 m<sup>2</sup> cada, tem-se um investimento de aproximadamente R\$ 6,3 milhões.

Claramente este valor pode sofrer divergências para a cidade de Barueri, uma vez que representa um índice geral do estado de São Paulo. Todavia, tão importante quanto essa variação, é analisar os custos de infraestrutura do empreendimento, desde áreas comuns, contando decks, piscinas, jardins, pavimentos, guaritas, entre outros, até custos com canteiros de obras necessários para construtoras durante a realização das obras.

Como o custo de infraestrutura é de certa forma incerto e pode sofrer divergências de acordo com o terreno, prazo de obra, entre outros fatores, foi utilizada uma pesquisa realizada em Revista Construção e Mercado – PINI (2009), que resume os principais custos gerais de infraestrutura em loteamentos. Nestes, consideram-se as composições do TCPO 13 (Tabelas de Composições de Preços e Orçamentos) e não serão avaliadas as possíveis alterações que estes valores poderiam ter com a aplicação das práticas de sustentabilidade, por exemplo, não será aplicada energia fotovoltaica através de painéis solares para iluminação geral do empreendimento, apenas para abastecimento de energia de cada uma das casas. No Apêndice A mostram-se os custos esperados já incluindo valores de mão de obra com inclusão de encargos sociais em parâmetros e medidas próximas ao que seriam utilizadas na obra do terreno com base em valores levantados em agosto de 2009 e mostram um total de aproximadamente R\$ 900 mil de investimento em infraestrutura básica.

Todavia, em bases atuais, este valor deve ser atualizado pelo índice INCC-M (Índice Nacional de Custo da Construção - Mercado) que calcula a evolução dos custos da construção civil entre o dia 21 (vinte e um) do mês anterior e o dia 20 (vinte) do mês de referência. Utilizando a base de variações mensais, tem-se que agosto de 2009 até outubro de 2017, houve um aumento de 69,77%, o que ocasiona em investimento atual de R\$ 1,5 milhão, aproximadamente. O método de cálculo de aumento pode ser demonstrado também no Apêndice C.

Para complementar os custos de infraestrutura, tem-se que estimar valores de construção com decks, piscinas, itens de lazer e guaritas/portões. Conforme pesquisas de mercado, será considerado um valor de adicional de R\$ 100.000,00 para lazer, mais 300 m<sup>2</sup> de construção, incorporando portões, muros, entre outros, em um preço base de R1-N, ou seja, R\$ 1622,31 m<sup>2</sup>. Dessa forma, tem-se um custo adicional de R\$ 600 mil em valores aproximados, o que gera um custo total de R\$ 2,1 milhões com infraestrutura. Os valores sem arredondamentos estão considerados no modelo de investimento abordado no Item 5.

### **4.3 Custos com Práticas de Sustentabilidade**

Com a base de custo do projeto residencial trabalhado, devem ser considerados agora os custos com as práticas de sustentabilidade escolhidas para parâmetro de análise.

#### **4.3.1 Custo com Sistema de Reaproveitamento de Água da Chuva**

O cálculo de custo específico com sistema de reaproveitamento de água da chuva é algo bastante específico e pode variar de projeto para projeto, apesar de ser mais fácil de aplicar e menos oneroso para a construtora com projeto feito com antecedência.

A partir do trabalho de FERNANDES (2009), foi feito um Estudo de Caso em um sistema de reaproveitamento para abastecer seis instalações sanitárias e um jardim de 1.000 m<sup>2</sup> em uma casa de 600 m<sup>2</sup> com residência permanente para seis pessoas. No caso, como boa parte do sistema já é usual e está inserido nos custos padrões de projeto hidráulico (como calhas e tubulação), o trabalho verificou custos adicionais com um reservatório superior de 2.000 litros para atendimento exclusivo dos vasos sanitários e com uma bomba de recalque. É interessante a aplicação também de sistemas inteligentes de irrigação para evitar desperdícios de água.

Válido ressaltar que o sistema analisado no estudo de caso de FERNANDES (2009) também possuía alimentação da rede pública para complementar o abastecimento da água da chuva em períodos com baixa pluviosidade, assim como foi sugerido para o empreendimento em análise no presente trabalho.

Pelo que foi constatado, o valor adicional foi de R\$ 12.000,00 com a instalação superior do reservatório. Para comparação ao modelo e projeto arquitetônico que está sendo trabalhado, entende-se que este valor pode inclusive passar dos valores atuais de implementação (reservatório + bomba custaria algo em torno de R\$ 2.000,00 para compra de

produtos nos dias de hoje). Portanto, já levando em conta o alto padrão de construção e as diferenças de dimensionamento entre o projeto (como o tamanho do jardim), é plausível o valor de custo adicional de R\$ 10.000,00 por casa para compor investimento com o reaproveitamento de água da chuva.

### 4.3.2 Custo com Sistema de Energia Elétrica Fotovoltaica

Como foi estabelecido no Item 2.2.3, o sistema de energia elétrica fotovoltaica a ser utilizado na residência terá abrangência para todo abastecimento elétrico da casa. Sendo assim, é necessário primeiro entender o valor de consumo de energia elétrica padrão do projeto estudado, lembrando que o presente trabalho preza por uma implementação em sistema *Grid-Tie*, ou seja, subjugado com o fornecimento tradicional de energia elétrica.

Segundo EPE (2016), o consumo residencial médio é de 243 kWh/mês na região Sudeste. Todavia, em casas de alto padrão e com mais pessoas residindo (como o caso do projeto estudado com quatro dormitórios existentes e pelo menos cinco moradores), pode-se esperar um consumo de 400 kWh / mês até 500 kWh/mês. Utilizando este último valor (500 kWh/mês) como input para instalação do sistema de placas solares, foram feitos dois orçamentos nas empresas A e B para entender qual seria o custo de instalação total do modelo energético estudado.

Na empresa A, após preencher a localidade, o tipo de local analisado e o consumo estimado – 500 kWh/mês – R\$ 306,00 – Tarifa de R\$ 0,61 com imposto (através do Fornecedor de Energia Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo), obtém-se o orçamento de aproximadamente R\$ 25.000,00 para instalação, com detalhamento estabelecido na Figura 4.1.



Figura 4.1 – Orçamento Empresa A para Sistema Energia Solar

A empresa B especifica mais detalhes do projeto, como o tipo de conexão da residência. No caso, escolhe-se o sistema trifásico – ligação feita por quatro fios: três fases e um neutro onde as tensões elétricas proporcionadas são de 127 V ou 220 V, e a soma das potências de todos os equipamentos ligados à rede pode ser de 25000 watts até 75000 watts.

Dessa forma, estima-se o sistema a ser instalado conforme Figura 4.2.



Figura 4.2 – Detalhamento Sistema Energia Solar Empresa B

Como se pode perceber, a área ocupada pelo sistema está condizente com o valor levantado pela empresa A, mas a economia difere-se em aproximadamente 1 MWh no ano. A empresa B também não passa um orçamento específico, mas cita que, em 2016, o preço médio cobrado por instaladores no Brasil foi de R\$ 7,51 por Watt pico (Wp) instalado, apesar das grandes variações ainda existentes no mercado brasileiro. Conforme Figura 4.2, tem-se por volta de 3,2 quilowatt pico (3,2 kWp), ou seja, investimento de R\$ 24.000,00.

A possível variação de economia de energia constatada entre as duas empresas pode ser decorrida da análise de geração energética solar em cada mês. Como há variações de incidência solar ao longo do ano, a economia financeira também é afetada, conforme os valores forem obtidos.

Compilando os orçamentos obtidos, será utilizado o custo base de R\$ 25.000,00 para instalação. Uma vez que também é necessário mão-de-obra especializada para um resultado satisfatório e não estão detalhados na proposta da empresa A todos os componentes de preço para investimento. Como sensibilidade a esse valor, pode ser utilizado o estudo de VIEIRA-RÜTHER (2010) comentado no trabalho de CARLINI (2014), em que se recomenda somar 20% ao valor base para inclusão de gastos com: mão-de-obra da implantação, manutenção dos painéis, cabeamento e outros equipamentos, assim como eventuais defeitos nos painéis solares e inversores no decorrer dos 25 anos de vida útil do produto. Nesse sentido, obtém-se um custo total de instalação no valor de R\$ 30.000,00 por residência (sem negociação com fornecedor).

Os indicadores de economia de energia elétrica serão utilizados posteriormente para análise de retorno financeiro e valorização da residência.

#### **4.3.3 Custo com Método de Construção em Wood Frame**

Em termos comparativos aos valores levantados no Item 4.2, é necessário entender qual o custo (R\$/m<sup>2</sup>) para construções em *wood frame*, mantendo os demais projetos residenciais de maneira padrão ao que foi estabelecido previamente.

Segundo informações diretas com o administrador Humberto Túfulo Netto, o preço em construir com estrutura de madeira é muito semelhante ao sistema em alvenaria. Entretanto, a viabilidade econômica está na rapidez da obra e, portanto, retorno mais rápido do capital aplicado. Segundo dados apurados o preço do m<sup>2</sup> é da ordem de R\$1.200,00 a R\$1.400,00 para obras com mais de 3.000 m<sup>2</sup> e em local até 500 km da fábrica. O sistema somente é observado para projetos que contemple ao menos 70 a 80 moradias (produção seriada).

O mesmo ressalta que em congressos sobre o assunto, as empresas e especialistas citam que o sistema construtivo industrializado *wood frame* conta com 70% das etapas alocadas em ambiente de fábrica, com controle da qualidade aplicada em todas as etapas. Sendo assim, o sistema industrializado garante maior precisão no uso dos materiais reduzindo em 85% a geração de resíduos, em 90% o uso de recursos hídricos e acelerando em até três vezes o processo construtivo em relação ao sistema tradicional. A produtividade de montagem é outra grande vantagem com média de 3m<sup>2</sup>/homem/hora, o que ocasiona a maior rapidez perante o processo de construção comparado com alvenaria convencional.

A situação de construção em escala não se aplica ao empreendimento estudado, por ter apenas 28 casas no condomínio residencial, além de que a distância para a fábrica de peças

para o *wood frame* pode ser maior do que 500 km, caso consideremos os principais fornecedores na região Sul do país. Dessa forma, já é natural obter-se um valor de construção maior do que R\$ 1.400,00 por metro quadrado.

No estudo realizado por SOUZA (2012), em uma análise comparativa do custo de construção em alvenaria e em *wood frame*, a autora levantou, em um estado de caso para uma casa de 51 m<sup>2</sup>, que o custo em *wood frame* representa aproximadamente 84% do custo de construção convencional, ou seja, tomando base o valor estabelecido no Item 4.2 de R\$ 1.689,88 /m<sup>2</sup> para alvenaria, tem-se um valor de R\$ 1.410 / m<sup>2</sup> levando em consideração economias em mão-de-obra e material. Todavia, tem de se ponderar que o estudo de caso realizado foi trabalhado em Florianópolis-SC, estado com alto fornecimento de madeira reflorestada e baixo valor de transporte de material e, dessa forma, é válido precificar um custo de material no *wood frame* maior em 10% do que o custo de material na alvenaria. Com essa nova proporção de custos e ainda considerando economia no aspecto de mão-de-obra (menor quantidade de pessoas associada ao método construtivo), chega-se ao resultado que a construção em madeira analisada tem custo de 96,1% da base de custo da construção convencional, ou seja, o custo da construção em *wood frame* considerada nesse relatório é de R\$ 1.623,27 / m<sup>2</sup>, o que significa um investimento total de R\$ 6,0 milhões aproximadamente para todo condomínio.

Como esta prática construtiva é relativamente nova no mercado e não há bases oficiais para comparação, sugere-se posteriormente um estudo mais aprofundado na base de custos entre métodos construtivos, mas, inegavelmente, o aspecto de mão de obra, mesmo sendo mais especializada no *wood frame*, gera economias no custo bastante relevantes, uma vez que o sistema pré-fabricado automatiza o desenvolvimento do empreendimento. Caso houvesse mais demanda pelo produto da madeira, também é possível que os custos fossem reduzidos em vista de maior quantidade de florestas reflorestadas sendo necessárias no Brasil (em diferentes regiões) e maior oferta que seria gerada pelas construtoras no país. De forma indireta, o maior aumento de participação de mercado do *wood frame* gera um ganho de escala que permite maior competitividade e redução dos custos.

#### 4.3.4 Resumo de Custos do Projeto

Por fim, para resumir os custos levantados no projeto, tem-se a Tabela 4.3 a ser utilizada no Item 5 de Modelagem de Investimento.

Tabela 4.3 – Resumo Custos Base Empreendimento - (AUTOR)

	Resumo Custos Empreendimento Residencial					
	Terreno	Infraestrutura	Construção Conv.	Wood Frame	Energia Solar	Sist. Reap. Agua Chuva
<i>Custo (R\$/m<sup>2</sup>)</i>	-	-	R\$ 1.689,88 /m <sup>2</sup>	R\$ 1623,27 / m <sup>2</sup>	R\$ 227,1 / m <sup>2</sup>	R\$ 75,69 /m <sup>2</sup>
<i>Área (m<sup>2</sup>)</i>	-	-	132,12 m <sup>2</sup>			
<i>Quantidade de casas</i>	-	-	28 casas			
<b><i>Custo Total Base</i></b>	<b>R\$ 9,3 milhões</b>	<b>R\$ 2,1 milhões</b>	<b>R\$ 6,3 milhões</b>	<b>R\$ 6,0 milhões</b>	<b>R\$ 840 mil</b>	<b>R\$ 280 mil</b>

#### 4.3.5 Resumo de Custos do Projeto

A partir do que já foi citado anteriormente, o processo construtivo de *wood frame*, em comparação ao sistema convencional, gera ganhos potenciais em termos da sustentabilidade, mas, no ponto de vista do incorporador, gera ganhos consideráveis também em tempo de execução das obras, principalmente pelo caráter de sistema pré-fabricado e pela construção leve que se utiliza.

Para contextualizar com o empreendimento estudado no presente relatório, foi consultada uma empresa de construção no mercado brasileiro, com conhecimentos em ambas as práticas construtivas, para estabelecer prazos de execução de obra das 28 casas. Considerando, inclusive as obras de infraestrutura, e eventuais transportes de material, tem-se um prazo de 15 meses para *wood frame* e 24 meses para construção convencional.

## 5 Modelagem de Investimento

Após a definição de custos, é necessário trabalhar na parte de modelagem de investimento com o intuito de comparar o empreendimento residencial com construção convencional e o mesmo empreendimento, partindo de premissas igualitárias, utilizando das práticas de construções sustentáveis escolhidas neste trabalho.

O modelo será construído de tal forma que poderá ser identificado os impactos de cada uma das práticas de sustentabilidade de maneira isolada, da mesma forma que será levantado condições atuais de mercado no Brasil.

### 5.1 Parâmetros de Análise

O modelo financeiro será realizado com o auxílio do programa Excel® utilizando simulações de fluxo de caixa para cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR) e *Multiple of Invested Capital* (MOIC). Seguem os principais conceitos que tangem o cálculo dessas variáveis econômicas.

#### ✓ Taxa Interna de Retorno (TIR)

A Taxa Interna de Retorno ou também conhecida Internal Rate of Return (IRR) é uma métrica utilizada para análise de investimentos com o intuito de analisar as suas margens e taxas de lucro associado. Basicamente, a taxa percentual TIR é uma taxa de desconto que faz com que o *Net Present Value* (NPV) de todo o fluxo de caixa projetado do projeto analisado seja nulo. O NPV também pode ser entendido como Valor Presente Líquido (VPL), em termos de economia no Brasil. Analisando a fórmula de NPV trazido pelo INVESTOPEDIA (2017), tem-se:

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{C_t}{(1+r)^t} - C_o$$

Onde,

$C_t$  é o fluxo de caixa líquido durante os períodos do projeto analisado.

$C_o$  é o investimento inicial realizado no projeto, usualmente associado a um montante financeiro maior para aquisição ou construção de determinado componente no investimento.

$r$  é a taxa de desconto do projeto.

$t$  é a quantidade de períodos analisados no fluxo de caixa do investimento. No caso do projeto analisado, serão projetados fluxos mensais de caixa durante um período aproximado de 5 anos, podendo variar de acordo com o prazo de conclusão de obra do método construtivo.

Com o conhecimento da fórmula do NPV, para o cálculo da TIR é necessário estabelecer NPV igual a zero a partir da variável “ $r$ ”, onde  $r$  que estabeleça NPV igual a zero, é o valor esperado da TIR. A fórmula não tem solução analítica trivial, sendo utilizada, por meio do Excel® versão em língua americana, a fórmula XIRR que permite os inputs de  $C_t$  nos seus respectivos períodos ao longo do tempo.

Em termos práticos, quanto maior o valor da TIR, mais atrativo será o investimento. Pelo risco associado ao investimento, usualmente as incorporadoras ou fundos de investimento almejam taxas maiores a retornos de renda fixa no mercado brasileiro. Este é um critério que será mais bem explorado no Item 5.4 do presente relatório.

#### ✓ Multiple of Invested Capital (MOIC)

Basicamente, no cálculo do MOIC, é analisado em qual fator o dinheiro investido pela empresa foi multiplicado e retornado para o mesmo. O critério de tempo e descontos a valor presente não são considerados nesta metodologia. Seu grande fator de interesse é o alto grau de comparação que pode ser utilizado por ele entre diferentes projetos.

O INVESTOPEDIA (2017) fornece uma fórmula bem simples para cálculo desse fator financeiro:

$$MOIC = \frac{\sum \text{Fluxos de Caixa Positivos}}{\sum \text{Fluxos de Caixas Negativas}}$$

O somatório é realizado durante toda a extensão do projeto, sendo comum ter mais fluxos negativos no começo da existência do empreendimento e mais fluxos positivos no seu momento de liquidez total.

Sendo estabelecidos os parâmetros de cálculo econômico, é necessário entrar no detalhe de como a modelagem financeira será efetuada. Para a análise da valorização das práticas de sustentabilidade, o presente autor estabeleceu o uso de um modelo real, ou seja, não considera o impacto da inflação e as possíveis variações dos valores normais ao longo do tempo. Esta escolha foi baseada pelo alto grau de sensibilidade que pode ter as premissas estudadas nessa análise.

Todavia, para cálculo da TIR e MOIC do empreendimento residencial como um todo, foi utilizado um modelo financeiro nominal que, portanto, considera os efeitos da inflação ao longo do tempo, principalmente para o valor de venda das casas no projeto. Segundo o Sistema de Expectativas do Banco Central, com valores divulgados em 27/10/2017, o Banco Central do Brasil espera o comportamento da inflação (índice IPCA) nos próximos anos, conforme Tabela 5.1.

Tabela 5.1 – Inflação Projetada (BANCO CENTRAL, 2017)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
<b>Inflação (IPCA)</b>	4,04%	4,20%	4,05%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%

É válido ressaltar que o Banco Central estabelece valores apenas até o ano de 2021, mas, como era necessária uma provisão futura na modelagem, foi estabelecido que a inflação projetada para o ano de 2021 repita-se nos cinco anos decorrentes. O modelo tem data base em janeiro de 2018.

## 5.2 Valorização Práticas de Sustentabilidade

Uma vez que é sabido o custo de implementação das práticas de sustentabilidade estabelecidas para o empreendimento residencial, é papel fundamental analisar o quanto estas seriam valorizadas no preço de venda no mercado imobiliário.

### 5.2.1 Energia Elétrica Fotovoltaica

No momento de levantar orçamentos para basear os custos de instalação dos painéis solares e demais componentes no sistema de energia elétrica fotovoltaica, as empresas A e B forneceram parâmetros de economia no consumo de energia esperados.

Utilizando a base de 500 kWh/mês para consumo padrão da residência estudada e as Figuras 4.1 e 4.2, a empresa A considera que a economia no consumo de energia seja de 91,7%, enquanto que a empresa B estipula um consumo 71,8% menor. Em média, tem-se um valor de economia de 81,8%, aproximadamente.

Sendo a tarifa base igual a R\$ 0,61/kWh, como já citado no Item 4.3.2, tem-se uma economia mensal de R\$ 250,00 aproximadamente para o comprador da casa. Lembrando que

não está sendo analisada a variação de consumo ao longo do tempo para a residência, nem a mudança nos valores das tarifas de cobrança, como estabelecido pelo modelo real nesse caso de estudo.

Para o cálculo da valorização desse ativo na residência, no ponto de vista do incorporador, são necessários dois fatores: vida útil do produto e *Capitalization Rate* (*Cap Rate*) esperado.

A vida útil do sistema de placas solares para a obtenção de energia elétrica fotovoltaica, segundo CARLINI (2014) com base em RÜTHER-VIEIRA (2010), é de 25 anos e o *Cap Rate* é a taxa de retorno em investimentos de *real estate* (mercado imobiliário), onde essa taxa será utilizada para desconto a valor presente de todas as economias, ao longo do tempo, do morador da residência devido à prática de sustentabilidade analisada. A fórmula do *Cap Rate* pode ser encontrada na fórmula abaixo conforme INVESTOPEDIA (2017):

$$\text{Cap Rate} = \frac{\text{Net Operating Income}}{\text{Current Market Value}}$$

O *Net Operating Income*, apesar da definição distinta, é convencionado, para o mercado imobiliário, como o cálculo da receita anual do ativo. Por outro lado, o *Current Market Value* é o cálculo do valor do ativo em si.

Nessa linha de raciocínio, é necessário entender qual o *Cap Rate* atual, para empreendimentos residenciais, da cidade de Barueri-SP, mais especificamente. Sendo assim, utilizando o relatório VIVA REAL (2017), especificado em parte na Figura 5.1, retiram-se os valores médios cobrados de aluguel (R\$/m<sup>2</sup>) e venda (R\$/m<sup>2</sup>) para cálculo do *Cap Rate*.

VENDA	3T16	4T16	1T17	2T17	3T17	Variação Nominal 3T17/3T16
Barueri	R\$ 5.686	R\$ 5.662	R\$ 5.704	R\$ 5.696	R\$ 5.730	0,77%
ALUGUEL	3T16	4T16	1T17	2T17	3T17	Valorização Nominal 3T17/3T16
Barueri	R\$ 29,11	R\$ 28,74	R\$ 28,88	R\$ 29,41	R\$ 28,99	-0,44%

Figura 5.1 – Variação de Preços por m<sup>2</sup> em Barueri

Como se pode ver, podem haver diferentes *Cap Rates* ao longo do tempo, conforme variações de aluguel e valores de venda praticados em cada mês. Todavia, utilizando os últimos índices divulgados, obtém-se um *Cap Rate* de 6,07%, valor este que servirá como input para cálculo de valorização da residência pela presença do sistema de energia solar.

Estipulando um fluxo de 25 anos de vida útil e economia de 300 meses sobre o valor de R\$ 250,00 comentado anteriormente, utiliza-se a fórmula do NPV com taxa de desconto

igual a 6,07%, obtendo-se que o sistema de energia elétrica fotovoltaica pode ser precificado por R\$ 39.286,26, conforme Tabela 5.2 gerada no modelo de investimento. Esse valor é equivalente a R\$ 297,35 /m<sup>2</sup>, seguindo as especificações de projeto arquitetônico do Item 3.1.

Tabela 5.2 – Modelo de Precificação Energia Solar

Consumo Energético Residencial		500,0 kWh/mês								
Tarifa de cobrança (R\$ / kWh)		0,61								
<b>Cobrança Mensal de Energia</b>		<b>R\$</b>	<b>305,00</b>			Empresa A	91,7%			
						Empresa B	71,8%			
Redução de consumo mensal		81,75%				Média de Economia	81,8%			
<b>Economia mensal</b>		<b>R\$</b>	<b>249,34</b>							
Aluguel mensal médio (R\$/m <sup>2</sup> )		R\$ 28,99 /m <sup>2</sup>	*Dados conforme Relatório Viva Real 3T/2017							
Venda média (R\$/m <sup>2</sup> )		R\$ 5730,00 /m <sup>2</sup>								
<b>Cap Rate médio</b>		<b>6,07%</b>	0,49%							
Vida média Paineis Solares		25 anos								
<i>Fluxo de Valorização do Ativo</i>		31/01/2018	28/02/2018	31/03/2018	30/04/2018	31/05/2018	30/06/2018	(...)	31/12/2042	
Mês		1	2	3	4	5	6	(...)	300	
Valor recebido (R\$)		249,34	249,34	249,34	249,34	249,34	249,34	(...)	249,34	
Valor presente (R\$)		249,34	248,12	246,90	245,69	244,49	243,29	(...)	57,41	
<b>Valorização Ativo</b>		<b>R\$ 39.286,26</b>								

É válido lembrar que o *Cap Rate* de 6,07% representa um percentual anual (a.a.), ou seja, para realizar um desconto a valor presente do fluxo de caixa mensal, o fator de desconto precisa ser convertido para uma taxa mensal (a.m.). Essa conversão é feita com a fórmula:

$$\%_{a.m.} = (1 + \%_{a.a.})^{1/12} - 1$$

Com a definição do projeto arquitetônico no Item 3.1, o valor do sistema de energia fotovoltaica, em termos de metro quadrado, representa um valor de R\$ 296,92 /m<sup>2</sup>. Este resultado foi alcançado por meio de uma economia de 81,8% da energia elétrica comercializada. É possível, por vezes, que os painéis solares gerem energia maior do que o próprio consumo da residência e, nesse sentido, a instalação do sistema de energia fotovoltaica se torna ainda mais atrativa, pois o saldo positivo de kWh representa um crédito a ser utilizado posteriormente pela casa com as placas instaladas.

## 5.2.2 Sistema de Reaproveitamento de Água da Chuva

Seguindo a metodologia para a análise de valorização do empreendimento que foi realizado no item anterior, o cálculo do valor do sistema de reaproveitamento de água da chuva também é realizado por meio do *Cap Rate*.

As particularidades desse sistema é que o mesmo não tem uma vida útil definida e o cálculo de economia de água não está estabelecido e orçado diretamente por empresas. Quanto a esse segundo aspecto, portanto, utiliza-se o trabalho de FERNANDES (2009) da mesma forma que foi realizado para estipular o custo do sistema no Item 4.3.1. Segundo FERNANDES (2009), no estudo de caso realizado com uma média de residentes em linha com a residência atual, mas um jardim de maior dimensão, o sistema proporcionou uma economia de R\$ 1.000,00 no ano. É difícil estipular o quão este valor se assemelha ao caso estabelecido, por haver influência inclusive dos índices pluviométricos das diferentes regiões estudadas.

Todavia, retirando-se os fatores inversamente proporcionais: dimensões das casas comparadas e atualização da base de cobrança de consumo na rede pública de água, o valor de R\$ 1.000,00 parece plausível para análise. Em termos comparativos, conforme valores da SABESP (2017), o custo relativo ao consumo de água tratada fica entre R\$ 7,00 / m<sup>3</sup> e R\$ 8,00 / m<sup>3</sup> na região de Barueri, inserido na Unidade de Negócio Oeste (MO). Os valores podem variar de acordo com a classe de consumo da residência. Desconsiderando variações de pressão de água, conforme a Norma Técnica SABESP NTS 181:2012 – Rev. 3, Anexo C, pode ser considerado consumo de 6 litros de água por uso da descarga sanitária (G1, 2017), consumo de 1,5 litros de água por m<sup>2</sup> de área de jardim por dia e 250 litros de água por lavagem de carro. Estipulando a área de jardim igual a 120 m<sup>2</sup> a partir dos dados do projeto arquitetônico no Item 3.1, dois carros na garagem com uma lavagem mensal cada e quinze vezes de acionamento da descarga sanitária por dia, tem-se uma economia total de R\$ 736,85. Para essa base de cálculo foi considerada classe de consumo de 31 a 50 m<sup>3</sup> por mês, o que representa tarifa de R\$ 7,89 /m<sup>3</sup>. É válido ressaltar que esse consumo acima de 31 m<sup>3</sup> se enquadra em todas as necessidades de água encanada da casa e está em linha com o consumo per capita citado pela FUNDAÇÃO PROCON-SP (2017) e a dimensão/padrão da casa estudada.

Para aplicação do *Cap Rate*, há uma variação comparada ao método de cálculo no Item 5.2.1. No caso, como não existe uma vida útil estabelecida para o sistema de reaproveitamento de água da chuva, utiliza-se a fórmula da perpetuidade para análise da

valorização do empreendimento pelo sistema. Como visto na fórmula do NPV, sua equação nada mais é do que a soma de uma progressão geométrica, então, se temos a soma de uma progressão geométrica (PG) infinita com a taxa de desconto igual ao *Cap Rate* e os termos fixos iguais a economia anual, obtém-se:

$$Valor\ Sistema = \frac{Economia\ Anual}{Cap\ Rate} = \frac{736,85}{6,07\%} = R\$ 12.136,77.$$

A Tabela 5.3 exemplifica o passo a passo do cálculo para chegar ao valor do sistema.

Tabela 5.3 – Modelo de Precificação Sistema de Reaproveitamento de Água da Chuva

2) Sistema de Reaproveitamento de Água da Chuva					
Quantidade de casas			28		
Economia Água (Ano)	R\$	736,85	*Próximo ao valor estabelecido por FERNANDES (2009)		
Cap Rate médio			6,07%		
Valorização Ativo			12.136,77		
Consumo		Quant. Dia (x)	Consumo Dia	Consumo Mês	Consumo Ano
Descarga sanitária	6 L	15	90 L	2.700 L	32.400 L
Jardim	1,5 L	120 m <sup>2</sup>	180 L	5.400 L	64.800 L
Carros	250 L	0,1	17 L	500 L	6.000 L
<b>Total</b>					<b>103.200 L</b>
Custo por R\$/m <sup>3</sup>					R\$ 7,14 /m <sup>3</sup>
<b>Economia (R\$)</b>					<b>R\$ 736,85</b>

Com a definição do projeto arquitetônico no Item 3.1, o valor do sistema de reaproveitamento de água da chuva, em termos de metro quadrado, representa um valor de R\$ 91,86 /m<sup>2</sup>.

### 5.2.3 Construção em Wood Frame

Os principais argumentos para construção em *wood frame* estão citados em termos de relação custo e prazo de obra, em comparação a metodologia de construção tradicional. É difícil precificar o quanto o consumidor precificaria como um *premium* a construção em madeira se esta não representar economias para o mesmo no decorrer da vida útil da residência.

É fato que a manutenção de aspectos hidráulicos e elétricos (com a utilização de *shafts*), assim como a maleabilidade da construção no modelo construtivo de *wood frame* traz vantagens pelo próprio caráter do sistema de pré-fabricados e montagens *in-loco*, mas fatores

como a barreira cultural para aceitação de madeira como elemento estrutural em obras também são contrapontos para a valorização do modo construtivo proposto.

Os argumentos da sustentabilidade como material que sequestra e aprisiona  $CO_2$ , entram como argumentos ambientais e de caráter conceitual. Portanto, é mais uma questão de conhecimento e responsabilidade sócio ambiental das empresas e dos consumidores, com difícil forma de mensurar em valorização da residência perante modelo construtivo de alvenaria e concreto.

Sendo assim, para construção base em *wood frame*, será utilizado o mesmo valor de venda da construção convencional, a ser comentado no Item 5.3.2 deste relatório.

### **5.3 Premissas de Modelagem**

Nesse Item, serão abordados os componentes do fluxo de caixa do empreendimento, tanto no aspecto de custos como no aspecto de receitas, tendo em vista que há parâmetros de parcelamento, *ramp-up* de vendas, entre outros *inputs* para o modelo financeiro.

#### **5.3.1 Formas de Pagamento – Custos Base**

No Item 4 foram estabelecidos os custos base do projeto, tanto para as práticas de sustentabilidade estudadas como para a aquisição de terreno e realização de obra de infraestrutura no empreendimento residencial. Todavia, não foram estipuladas as formas de pagamento para os mesmos e, em toda análise de investimento, esta etapa é fundamental para a rotina de fluxo de caixa e retorno financeiro. Como se pode perceber pela fórmula de cálculo da TIR citada no Item 5.1, quanto mais valor gasto no começo do projeto, pior para a rentabilidade do negócio.

##### **5.3.1.1 Terreno**

As etapas de pagamento para aquisição do terreno e desenvolvimento da construção são desvinculadas, inclusive pelos próprios *stakeholders* envolvidos serem diferentes, onde um deles detém o terreno e irá vender ou entrar em parceria com a incorporadora, e o outro irá prestar serviço de construção e detém prazo fixo para término da obra.

No âmbito da compra do terreno, foi estabelecido que os valores adicionais de transações fossem pagos no momento da aquisição em 3 parcelas iguais, ou seja, os 15% adicionais comentados no Item 4.1, seriam inteiramente integralizados entre janeiro de 2018 a

março de 2018. Todavia, foi estabelecido um esquema de alavancagem com dívida no modelo de investimento para pagar o valor restante do terreno. Basicamente, alavancagem financeira é uma técnica aplicada para melhorar a rentabilidade do investimento (aumentar a TIR) por meio de endividamento.

Em prática, considera-se que o incorporador irá pegar um empréstimo com um banco para pagar o terreno a vista ao detentor atual e irá pagar juros mensais e parcelas do montante principal ao longo do tempo. Assim, como se considera que R\$ 8,1 milhões era valor pedido de terreno, foi proposto no modelo um pagamento a vista com 5% de desconto sobre esse valor, ou seja, um pagamento de R\$ 7,7 milhões. Dessa forma, perante o banco, foi recolhido um valor de Principal de R\$ 7,7 milhões a serem pagos em 48 parcelas mensais iguais de R\$ 160 mil. Como foi realizada uma dívida a longo prazo, no estudo de mercado, foram levantadas as *mortgage rates* para o seguimento de financiamento de *housing* no Brasil.

Conforme estudo do BTG Pactual (Figura 5.2), em setembro de 2017 as taxas de financiamento estavam entre TR+10,4-10,7% a.a, onde Banco do Brasil oferecia as melhores condições com 10,4% e Itaú a maior com 10,7%. Esta é uma simulação para compra de imóveis residenciais (casas ou apartamentos), ou seja, em um cenário de queda da taxa Selic (caiu para 8,25% - o menor nível nos últimos quatro anos) e dívida de maior montante e longo prazo, pode-se ter uma redução da taxa a partir de negociações. Todavia, considerando um cenário mais conservador, será atribuída a taxa de TR+10,4% para financiamento. A TR em 2016 foi de 2,01% e em 2017 (acumulada até setembro de 2017) está em 0,60% com provisão de baixa acumulada no ano. Como fator de segurança, será considerado um valor médio anual de 1,5%, ou seja, em juros compostos, tem-se uma taxa 12,1% (a.a) total em termos nominais.

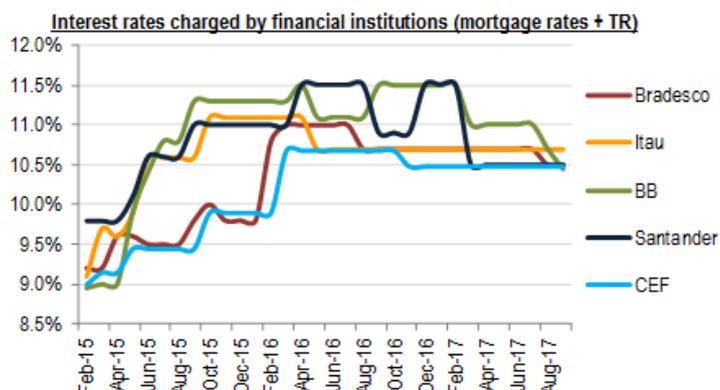


Figura 5.2 – Mortgage Rates no Brasil (BTG,2017)

A Tabela 5.4 mostra o fluxo de caixa para pagamento do Terreno no ponto de vista do incorporador.

Tabela 5.4 – Fluxo de Caixa de Pagamento do Terreno

1. Custos				
1.1 Terreno				
Valor Integral Base	R\$	8.101.506,89		
Valor Desconto a Vista		5,0%		
Valor c/ Desconto	R\$	7.696.431,55		
Valor ITBI + Outros	R\$	1.154.464,73	*Pagamento na aquisição	
Juros para parcelamento (a.a.)		12,1%	0,95%	
Quantidade de parcelas (meses)		48 meses		
<i>Fluxo de pagamento</i>				
Data	jan-18	fev-18	(...)	dez-21
Montante Principal	7.696.431,55	7.536.089,22	(...)	160.342,32
Pagamento Principal	- 160.342,32	- 160.342,32	(...)	-160.342,32
Juros	- 73.353,50	- 71.825,30	(...)	-1.528,20
Outros (apenas 3 meses)	- 384.821,58	- 384.821,58	(...)	-
Fluxo de caixa (R\$)	- 618.517,40	- 616.989,20	(...)	- 161.938,14

### 5.3.1.2 Construção

Para etapa construtiva, pode-se considerar tudo como um padrão único de pagamento para uma construtora / prestadora de serviço. No caso analisado, tem que ser considerado os custos unitários das práticas de sustentabilidade por metro quadrado construído e somar este valor aos custos dos métodos construtivos que estão sendo comparados (*wood frame* e convencional), tal qual foi realizado no Item 4.4.

Após a aquisição do terreno, considera-se que o haverá um prazo de lançamento de seis meses do empreendimento para geração de caixa e que, nesse período, serão realizadas as obras de terraplanagem e preparação da área para construção. Ou seja, com a data base do modelo de investimento e consequente aquisição do terreno em janeiro/2018, as obras somente serão iniciadas em julho/2018. Dessa forma, os custos base da Tabela 4.3 no Item 4,4 deverão ser reajustados com a inflação, conforme Tabela 5.1. Os custos poderiam ser atualizados pelo INCC-M, mas como não se sabe ao certo sua projeção e há constantes subidas e descidas nesse parâmetro, foi utilizado o crescimento esperado do índice IPCA.

Com o valor estabelecido em base julho/2018, tem-se o orçamento da obra e o mesmo não sofrerá reajuste durante o tempo, da mesma forma que terá seu pagamento realizado em parcelas iguais durante a conclusão do empreendimento. Ou seja, dependendo do modelo construtivo analisado, construção convencional ou *wood frame*, os custos estarão mais ou

menos diluídos. Isso não significa de imediato que obras com prazos maiores por diluir mais os pagamentos ao longo do fluxo de caixa, pois o *ramp-up* de vendas também é impactado, de forma positiva, com a conclusão prévia do empreendimento. O Item 5.3.2.2 de *ramp-up* de venda esclarece melhor os termos de análise.

O autor reconhece que a forma de pagamento linear para o valor de construção tem diversos contrapontos na realidade, considerando possíveis extrapolações de orçamento, retenções de obra, entre outras razões. Inclusive é comum no mercado de construção civil ter pagamentos mais relevantes no começo e no final da obra, apenas. Entretanto, a linearização proposta é uma forma de suavizar todas as possíveis discrepâncias que podem ocorrer na obra real e que o modelo de investimento não consegue prever de maneira exaustiva antecipadamente.

Os custos de construção atualizados, a partir da Tabela 4.3, estão explícitos na Tabela 5.5. Os valores foram atualizados por inflação e pelo financiamento do terreno que, apesar do desconto na aquisição à vista, tem a incidência de juros. O fluxo detalhado de cada uma das etapas construtivas está detalhado no Apêndice B seguindo modelo parecido a Tabela 5.4, mas sem o fator juros uma vez que não houve alavancagem nem atualização ao longo do tempo pelo valor (orçamento fixo perante a construtora que realizará o serviço).

Tabela 5.5 – Resumo Custos Atualizados Empreendimento

	Resumo Custos Empreendimento Residencial					
	Terreno	Infraestrutura	Construção Conv.	Wood Frame	Energia Solar	Sist. Reap. Agua Chuva
Custo (R\$/m <sup>2</sup> )	-	-	R\$ 1.723,61 /m <sup>2</sup>	R\$ 1655,67 / m <sup>2</sup>	R\$ 231,60 / m <sup>2</sup>	R\$ 77,20 /m <sup>2</sup>
Área (m <sup>2</sup> )	-	-	132,12 m <sup>2</sup>			
Quantidade de casas	-	-	28 casas			
Custo Total Base	R\$ 10,7 milhões	R\$ 2,2 milhões	R\$ 6,4 milhões	R\$ 6,1 milhões	R\$ 860 mil	R\$ 290 mil

### 5.3.2 Parâmetros de Vendas

Uma vez tendo definido os fluxos de pagamento de aquisição de terreno e da construção propriamente dita do empreendimento, faz-se importante considerar os parâmetros de vendas que irão definir o fluxo de recebimento de receitas no projeto estudado.

#### 5.3.2.1 Valor de Venda R\$/m<sup>2</sup>

Em termos de viabilização do empreendimento, é necessário analisar o preço base de venda em R\$/m<sup>2</sup> da residência. O relatório da Viva Real do terceiro trimestre de 2017, já comentado no Item 5.2.1 e com valores explicitados na Figura 5.1, traz uma ótima ordem de

grandeza perante o valor de venda esperado (R\$ 5730 / m<sup>2</sup>), apesar de representar uma média e poder ter possíveis variações perante o alto padrão oferecido pelo condomínio estudado.

No mesmo relatório, a Viva Real também explicita os bairros mais procurados na cidade de Barueri – SP, entre eles: Jardim Tupanci, Alphaville, Jardim Belval, Parque Viana, Tamboré e Alphaville Industrial. Confrontando essa informação com a Tabela 4.1 em que analisa os terrenos oferecidos na cidade, vemos que o bairro Tamboré é um bairro em potencial pela oferta de área na região assim como pela demanda de moradores. Outro ponto positivo deste local é a proximidade com bairros comerciais como Alphaville Industrial, que é atrativo econômico para cidade.

Dessa forma, utilizando Agente Imóvel (2017) e restringindo a área de procura para o bairro Tamboré, obtém-se o valor de R\$ 5.997,00 / m<sup>2</sup> com data base em setembro de 2017. Este valor será utilizado, sem alteração, como base do modelo de vendas em janeiro de 2018. A Figura 5.3 mostra a variação do preço R\$/m<sup>2</sup> na região de Tamboré assim como a amostra utilizada para obter o valor supracitado.

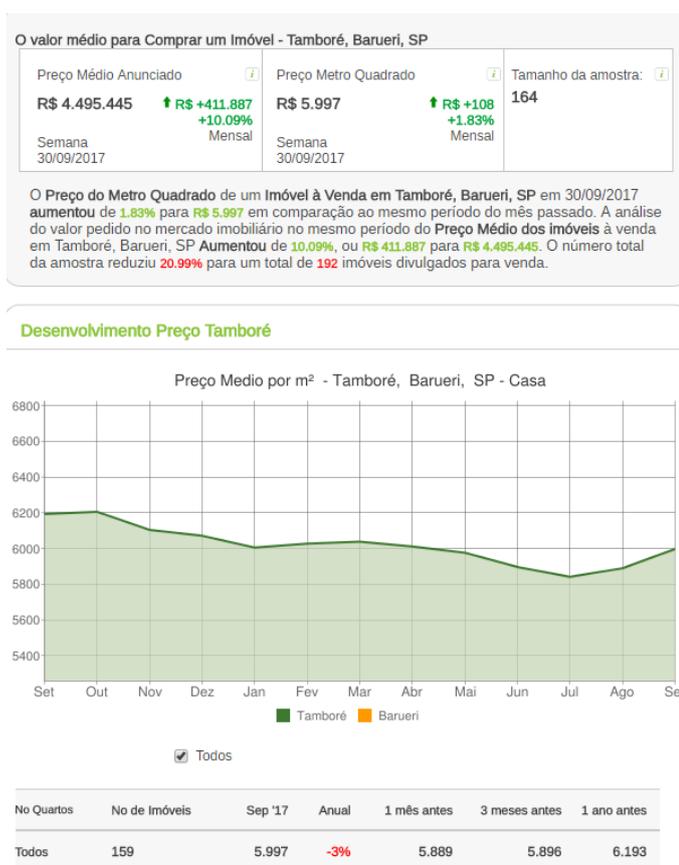


Figura 5.3 – Preço Média de Venda (R\$/m<sup>2</sup>) em Tamboré – AGENTE IMÓVEL (2017)

É válido ressaltar que mesmo sendo um empreendimento de alto padrão, os preços de venda em R\$/m<sup>2</sup> não podem divergir tanto da média, uma vez que, como estas residências têm

alta metragem construída, valores altos de venda por metro quadrado na casa geram altos montantes agregados que dificultam também a venda e deixam o ativo com menor liquidez, ou seja, menor facilidade de venda no mercado.

Os valores das práticas de sustentabilidade, R\$ 296,92 / m<sup>2</sup> para energia fotovoltaica e R\$ 91,86 / m<sup>2</sup> para sistema de reaproveitamento de água da chuva, definidos nos Itens 5.2.1 e 5.2.2, respectivamente, serão acrescentados ao valor base de R\$ 5.9997,00 na análise de impacto proposto pelo presente trabalho. Lembrando que a construção em *wood frame* não impacta no preço de venda referência estabelecido na Figura 5.3 pelos argumentos já comentados no Item 5.2.3.

Na configuração de valores, como as vendas ocorrem durante meses e anos após o lançamento do empreendimento, a base de valores, de mês para mês é atualizada pela inflação conforme Tabela 5.1. Isso significa que um comprador que adquiriu o imóvel em março/2018 pagou mais barato que um comprador que adquiriu o mesmo imóvel em outubro/2018, isso sendo estabelecidas as mesmas condições de venda entre eles. De uma maneira ou de outra, o comprador de março/2018 já adquiriu o imóvel por um valor um pouco maior que R\$ 5.9997,00 que é referência no cálculo em janeiro/2018.

Considerando a inclusão dos valores das práticas de sustentabilidade e a não existência de descontos, o valor base de uma residência é de R\$ 843.689,54, considerando a área de 132,12 m<sup>2</sup> e o preço de metro quadrado construído por R\$ 6.385,78 / m<sup>2</sup>. Outras formas de correção de preço aplicadas no mercado estão atreladas aos índices de INCC-M e IGP-M (Índice Geral de Preços de Mercado).

### **5.3.2.2 Ramp-up de Vendas**

Um dos fatores mais importantes no sucesso do empreendimento residencial é a velocidade de vendas que este detém ao longo do tempo. Como já comentado no Item 5.3.1.2, foi definido um período de lançamento do condomínio de casas no intervalo de tempo de 6 meses. Esta etapa é fundamental para o levantamento de recursos financeiros com vendas antecipadas e para o mapeamento da aceitação do projeto proposto no mercado.

Usualmente espera-se que o período de lançamentos seja aquele com maior quantidade de vendas, junto com o período de obras. Tendo em vista o momento de crise que o setor imobiliário passou nos últimos anos, não foram consideradas premissas agressivas de vendas, seguindo a curva de vendas, conforme Tabela 5.6.

Tabela 5.6 – Ramp Up de Vendas do Empreendimento

<i>Premissas Time de Vendas</i>	Vendas de casas	% vendas
Período de lançamento	10	36%
Período de obras	10	36%
1 ano pós obras	4	18%
2 anos pós obras	3	11%
3 anos pós obras	1	7%
	28	

Ao longo dos períodos de vendas estabelecidos, foi estabelecido um comportamento linearizado. Por exemplo, dentro do período de lançamentos de 6 meses, onde 36% das casas foram vendidas, considera-se que 6,0% aproximadamente foi vendido em cada um dos meses analisados. Nesse contexto, valoriza-se o método que tem prazo de conclusão de obra mais rápida, pois, conforme modelagem, as vendas nesse período continuaram fixas a 10 casas, ou 36% do empreendimento, mas a linearização entre os meses muda de acordo com o prazo de construção de cada um dos métodos construtivos. Nesse cenário, já se identifica um *upside* para o método construtivo de *wood frame* uma vez que este tem prazo de conclusão mais rápido que a construção convencional.

O método de linearização dentro de um período específico é bastante válido para projetos com um grande volume de unidades de vendas, como por exemplos edifícios que contém uma de gama de apartamentos à disposição. Como o projeto estudado não é tão discretizado, analisando as 28 casas a venda no condomínio, a linearização foge um pouco da realidade, uma vez que não é possível vender casas fracionadas ao longo dos meses, mas esta metodologia tem intuito de capturar as possíveis variações que podem existir na realidade, onde não se sabe, de maneira prévia, como as vendas de fato ocorrerão.

### 5.3.2.3 Condições de Pagamento e Venda

Dentre as condições de venda de um empreendimento, há diversos parâmetros a serem estabelecidos que, por muitas vezes, dão ao aspecto de negociação e estruturação econômica financeira relevância tão alta quanto a construção em si das residências.

No mercado atual, vem se tornando mais comum ouvir-se falar de termos como distratos (desistência da compra ou venda do imóvel na planta), descontos e inadimplência. É fato que as condições de desemprego, alta nas taxas de juros e inflação elevada que foram observadas nos anos de 2015 e 2016 trouxeram mais precaução e receio das incorporadoras

para lançamento de novas construções, afinal de contas, o custo de comprar uma casa não é trivial para um consumidor assumir em período de crise.

Nesse sentido, foi definido pelo autor premissas de pagamento para as unidades comercializadas no empreendimento. Não estarão dimensionados parâmetros de inadimplência e distratos no modelo econômico, uma vez que se tem poucas unidades comercializadas e não se sabe como esses fatores se comportariam.

Os distratos, em um cenário anterior à crise, eram vistos como algo positivo para a incorporadora uma vez que se recebia um valor percentual do imóvel distratado e, posteriormente, vendia-se o mesmo rapidamente por um valor ainda superior ao inicialmente negociado. Nos dias de hoje, as desistências de compras são vistas de forma negativa pelos investidores imobiliários, tendo em vista dificuldades para a revenda dos imóveis. No âmbito de mercado, existem conversas vigentes sobre o assunto entre a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), a Associação Brasileira de Incorporadoras Imobiliárias (Abrainc) e a Secretaria Nacional do Consumidor (Senacom), órgão ligado ao Ministério da Justiça e ao Ministério do Planejamento no Governo Federal.

O indicador de inadimplência, também não analisado no modelo, usualmente traz multas para pagamentos atrasados que visam equalizar as contas da incorporadora uma vez que houve recebimento tardio de receita. Ou seja, dependendo da taxa aplicada de multa, também pode ser algo positivo para fluxo de caixa da empresa, sendo uma premissa que, no ponto de vista do autor, não vale a pena entrar tão em detalhes no momento.

Entre as condições de venda estabelecidas, analisar-se-ão dois fatores: momento de aquisição do imóvel por parte do comprador e forma de pagamento utilizada.

Quanto ao momento da aquisição do imóvel, para haver motivação da compra da casa quando a mesma ainda está apenas em planta, é necessário haver um *premium* no valor negociado. Dessa forma, foi estabelecido que o incorporador oferecesse descontos para que o consumidor faça uso dessa compra antecipada e, no ponto de vista do negócio, é interessante ter vendas ainda no período de obras ou lançamentos pois estas melhoram a rentabilidade do negócio e favorecem o fluxo de caixa do projeto, gerando um auto financiamento da construção, sem a necessidade de alta integralização de capital e sem uma grande exposição de *equity* e investimento do incorporador, ou seja, menor risco.

Dessa forma, os descontos concedidos foram de 7,5% no valor de venda durante o período de lançamento e de 2,5% durante o período de obras, tendo em vista o menor risco para o comprador no segundo estágio citado. A Tabela 5.7 mostra um exemplo com período de obras de 12 meses.

Tabela 5.7 – Descontos no Valor Base de Vendas

## 2.3.2 Formas de Venda - Receitas Consolidadas

*Preço Base de Venda (R\$/m<sup>2</sup>)*

Data	jan-18	fev-18	(...)	jul-18	ago-18	(...)	jul-19
Valor Base Mês (R\$/m <sup>2</sup> )	R\$ 6,385.78	R\$ 6,405.48	(...)	R\$ 6,512.78	R\$ 6,534.31	(...)	R\$ 6,781.20

% desconto lançamento	7.5%
-----------------------	------

% desconto período de obras	2.5%
-----------------------------	------

*Correção Preço de Venda (R\$/m<sup>2</sup>)*

Data	jan-18	fev-18	(...)	jul-18	ago-18	(...)	jul-19
Valor Base Mês (R\$/m <sup>2</sup> )	5,906.85	5,925.07	(...)	6,349.96	6,370.95	(...)	6,781.20

Analisando agora a forma de pagamento da compra do imóvel e, portanto, sistemas diferentes de recebimento de receita, há diversas condições possíveis que podem ser levantadas para o consumidor. Como a modelagem financeira tenta prevê as variações e abordar as condições de pagamento de forma simplificada, foi previsto três formas de pagamentos: à vista, a prazo linearizado em 2 anos e à prazo linearizado em 4 anos. Para o pagamento à vista, usualmente ideal para antecipação de recebimento de receitas, foi estabelecido um desconto adicional de 5% sobre o valor de venda (base conforme Tabela 5.7 após a correção de preço) e considera-se que 20% das vendas totais serão realizadas por este método.

Quanto as vendas a prazo, existem diversos parâmetros de variação e, inclusive, boa parte destas consideram uma parcela de pagamento como entrada e o valor remanescente parcelado através de pagamento do valor financiado de forma mensal e linearizada, mas com uma taxa de juros aplicada. Muitas vezes, os financiamentos dos imóveis passam diretamente para os bancos que antecipam os pagamentos as incorporadoras e donas do empreendimento, como brevemente comentado no Item 5.3.1.1. Tendo em vista que o intuito do trabalho não é analisar métodos de financiamento, mas sim concluir sobre o impacto das práticas de sustentabilidade para retorno de investimento na construção, utilizar-se-á a premissa de mercado, pela Tabela PRICE, onde será dado entrada de 30% do valor do empreendimento e o restante será financiado com uma taxa de juros anual de 13%, o que é convertido em aproximadamente acréscimo de 14% no valor parcelado para pagamentos à prazo de 2 anos e acréscimo de 28% no valor parcelado para pagamentos à prazo de 4 anos. Lembrando que, como há vendas até 3 anos pós conclusão das obras e vendas parceladas em 4 anos, tem-se receitas até 7 anos pós a conclusão da construção do empreendimento.

Inerente aos valores de venda é adicionado uma margem de custo com marketing e corretagem para equipe responsável. Como premissa ao modelo, foi estabelecido um percentual de 2,5% de bônus para toda e qualquer venda efetuada, assim como foi estipulado um custo inicial de R\$ 50 mil para marketing e divulgação do empreendimento.

#### 5.3.2.4 Vacância

Um fator bastante importante na modelagem financeira de empreendimentos imobiliários é o custo com vacância do condomínio. Em resumo, considerando que o condomínio já está operando normalmente e tem seus custos usuais de manutenção (pessoal, água, eletricidade, limpeza, etc) e nem todas as unidades foram vendidas, é de responsabilidade do incorporador realizar o pagamento do condomínio pelas casas ainda vagas e não vendas no complexo.

Considerando que o condomínio apenas comece a ser cobrado após final da obra e que a curva de vacância seja o complemento de 100% da curva de venda, estabelecida conforme parâmetros do Item 5.3.2.2, é necessário analisar no mercado da região de Barueri qual o custo de condomínio e IPTU – Imposto Predial e Territorial Urbano por metro quadrado. Utilizando a Tabela 5.8 com valores provenientes de pesquisa de mercado, tem-se:

Tabela 5.8 - Valor de Condomínio em Barueri SP por Mês

Preços de Condomínio e IPTU em Barueri - SP					
	Localidade	Condomínio (R\$)	IPTU (R\$)	Área (m <sup>2</sup> )	Preço (R\$ / m <sup>2</sup> )
Amostra 1	Alphaville	R\$ 904.00	R\$ 50.00	311 m <sup>2</sup>	3.07
Amostra 2	Tamboré	R\$ 1,260.00	R\$ 350.00	400 m <sup>2</sup>	4.03
Amostra 3	Alphaville	R\$ 865.00	R\$ 2,240.00	612 m <sup>2</sup>	5.07
Amostra 4	Alphaville	R\$ 1,000.00	R\$ 380.00	500 m <sup>2</sup>	2.76
Amostra 5	Tamboré	R\$ 900.00	R\$ 100.00	444 m <sup>2</sup>	2.25
Amostra 6	Tamboré	R\$ 1,200.00	R\$ 200.00	350 m <sup>2</sup>	4.00
<b>Média</b>		<b>R\$ 466.56</b>		<b>132 m<sup>2</sup></b>	<b>3.53</b>

\*Preços pedidos em no Viva Real e Zap Imóveis

Dessa forma, pela pesquisa de mercado efetuada, tem-se o custo de R\$ 3,53 /m<sup>2</sup>. Entretanto, as amostragens utilizadas são de casas com alta metragem construída, o que naturalmente dilui o valor de condomínio e IPTU. Além disso, outro fator importante é a quantidade casas existentes no empreendimento, pois quanto mais casas houverem, mais os custos de manutenção também serão minimizados por residência. Sendo assim, pelos dois fatores supracitados, será considerado um custo de condomínio 20% maior do que o levantado

na amostragem, ou seja, um valor de R\$ 4.24 / m<sup>2</sup>, o que decorre em pagamentos mensais de R\$ 560 por mês, aproximadamente. O valor aqui estabelecido tem base em janeiro de 2018 e também é atualizado ao longo do tempo com o índice IPCA de inflação projetado.

### **5.3.2.5 Impostos**

Por fim, para ter todos os inputs necessários para gerar o fluxo de caixa do empreendimento, é necessário realizar a projeção de custos com impostos no modelo financeiro. Os impostos considerados serão PIS, COFINS, IRPJ e CSLL. Seguindo as definições, tem-se: PIS (Programas de Integração Social e de Formação do Patrimônio do Servidor Público – PIS/PASEP), COFINS (Contribuição para Financiamento da Seguridade Social), IRPJ (Imposto de Renda Pessoa Jurídica) e CSLL (Contribuição Social sobre o Lucro Líquido).

Sem entrar em detalhes contábeis, PIS e COFINS são cobrados todo mês como um percentual sobre a receita recolhida onde as taxas de cobrança são 0,65% e 3,00%, respectivamente. Já IRPJ e CSLL podem ser cobrados sobre uma base de lucro real ou lucro presumido. No caso em questão foi escolhido o método de cobrança com lucro presumido onde utiliza-se uma base de 32% da receita para lucro apurado. As alíquotas de IRPJ e CSLL são: 15% de IRPJ (primeira faixa), 10% de IRPJ (segunda faixa – sobre valor de lucro excedente a R\$ 20.000,00 no mês) e 9% de CSLL (faixa única). As apurações desses valores são mensais, mas as cobranças ocorrem trimestralmente (março, junho, setembro e dezembro) no método escolhido. Além disso, caso exista prejuízo acumulado, é permitido abater 30% do lucro apurado em determinado mês, sendo que as alíquotas de IRPJ e CSLL são cobradas apenas quando há fluxo de caixa positivo e PIS e COFINS são cobrados em todo caso que exista receita.

Uma possibilidade não explorada no modelo é que o regime de tributação sobre lucro presumido ou lucro real, pode ser alterado de ano para ano, ou seja, em períodos de obra, recomenda-se a base de cobrança com lucro real e, após construções, recomenda-se base de cobrança sobre lucro presumido, uma vez que nesse segundo caso, a margem de lucro é usualmente maior que 32%.

## 5.4 Resultados

Com todas as premissas estabelecidas, tanto da parte de receitas como da parte de fluxos, é necessário analisar os resultados de fluxo de caixa do empreendimento e os retornos alcançados (TIR / MOIC) principalmente em termos de impacto das práticas de sustentabilidade.

### 5.4.1 Construção Convencional

O primeiro resultado e base para as análises subsequentes é a realização do empreendimento utilizando metodologia de construção convencional, alvenaria e concreto armado, e nenhuma prática de sustentabilidade estabelecida previamente.

Relembrando fatores e premissas deste método em específico, tem-se um prazo de conclusão de obra de 24 meses e custo de construção base de R\$ 1.689,88 / m<sup>2</sup>. Não é possível, devido ao espaço ocupado, representar todo o fluxo de caixa do empreendimento, tendo em vista seu término apenas em junho de 2027, mas a Tabela 5.9 almeja mostrar alguns fluxos ao longo tempo para exemplificação das variações mensais entre os projetos.

Tabela 5.9 – Fluxo de Caixa Simulado Construção Convencional

<b>3. Fluxo de Caixa - Modelo de Construção Convencional</b>												
<b>Data</b>	<b>jan-18</b>	<b>fev-18</b>	<b>jun-18</b>	<b>out-18</b>	<b>out-20</b>	<b>set-21</b>	<b>abr-27</b>					
<b>Custos</b>	<b>(618,517.40)</b>	<b>(616,989.20)</b>	<b>(...)</b>	<b>(226,054.83)</b>	<b>(...)</b>	<b>(575,689.31)</b>	<b>(...)</b>	<b>(187,424.83)</b>	<b>(...)</b>	<b>(168,557.72)</b>	<b>(...)</b>	<b>(0.00)</b>
Terreno (-)	(618,517.40)	(616,989.20)	(...)	(226,054.83)	(...)	(219,942.04)	(...)	(183,265.29)	(...)	(166,455.12)	(...)	(0.00)
CAPEX Infraestrutura (-)	-	-	(...)	-	(...)	(90,069.37)	(...)	-	(...)	-	(...)	-
CAPEX Obras Residências (-)	-	-	(...)	-	(...)	(265,677.90)	(...)	-	(...)	-	(...)	-
Custo - Energia Fotovoltaica (-)	-	-	(...)	-	(...)	-	(...)	-	(...)	-	(...)	-
Custo - Reap de água (-)	-	-	(...)	-	(...)	-	(...)	-	(...)	-	(...)	-
Vacância (-)	-	-	(...)	-	(...)	-	(...)	(4,159.54)	(...)	(2,102.60)	(...)	(0.00)
<b>Receitas</b>	<b>466,748.43</b>	<b>542,149.11</b>	<b>(...)</b>	<b>645,097.42</b>	<b>(...)</b>	<b>303,526.41</b>	<b>(...)</b>	<b>336,847.04</b>	<b>(...)</b>	<b>323,927.83</b>	<b>(...)</b>	<b>1,145.05</b>
Vendas de Unidades (+)	550,611.01	577,676.19	(...)	687,370.72	(...)	323,416.53	(...)	358,920.66	(...)	345,154.86	(...)	1,220.08
Marketing e Corretagem (-)	(63,765.28)	(14,441.90)	(...)	(17,184.27)	(...)	(8,085.41)	(...)	(8,973.02)	(...)	(8,628.87)	(...)	(30.50)
PIS e CONFIS (-)	(20,097.30)	(21,085.18)	(...)	(25,089.03)	(...)	(11,804.70)	(...)	(13,100.60)	(...)	(12,598.15)	(...)	(44.53)
<b>Fluxo de Caixa</b>	<b>(151,768.97)</b>	<b>(74,840.10)</b>	<b>(...)</b>	<b>419,042.59</b>	<b>(...)</b>	<b>(272,162.90)</b>	<b>(...)</b>	<b>149,422.21</b>	<b>(...)</b>	<b>155,370.12</b>	<b>(...)</b>	<b>1,145.05</b>
<i>Lucro Presumido (-)</i>	-	-	(...)	(209,376.99)	(...)	-	(...)	-	(...)	(74,545.55)	(...)	-
<b>Fluxo de Caixa NET</b>	<b>(151,768.97)</b>	<b>(74,840.10)</b>	<b>(...)</b>	<b>209,665.59</b>	<b>(...)</b>	<b>(272,162.90)</b>	<b>(...)</b>	<b>149,422.21</b>	<b>(...)</b>	<b>80,824.56</b>	<b>(...)</b>	<b>1,145.05</b>

A título de curiosidade, os meses com maiores fluxos de caixa positivos identificados são os meses de abril, maio e junho de 2018 referentes ao período de lançamento do empreendimento e em que não há custos altos da aquisição do terreno (presentes nos 3 primeiros meses do modelo) e custos de construção, além dos meses a partir de janeiro de 2022, quando os pagamentos mensais do parcelamento do valor de aquisição do terreno já

foram quitados. Na mesma linha de raciocínio, os fluxos de caixa mais negativos são os meses próximos e posteriores a julho de 2018, data em que a construção é iniciada e demanda maior capital investido.

Analisando os fatores de rentabilidade e retorno econômico, utilizando a fórmula da TIR no fluxo de caixa líquido, obtém-se:

	<i>Mont. Investido</i>	<i>TIR (%)</i>	<i>MOIC</i>
<b>Tabela Resumo</b>	<b>R\$ 5,369,349.66</b>	<b>20.64%</b>	<b>1.61</b>

Já utilizando de termos comparativos, o retorno com TIR de 20,6% anualizada mostra um valor atrativo tendo em vista que rendimentos usuais de renda fixa no mercado brasileiro oferecem um rendimento por volta de 10% como exemplo do CDI atrelado a taxa Selic que está em baixa nos últimos meses e com previsão de reduzir ainda mais. O valor atual da Selic é de 8,25% e a previsão do Banco Central do Brasil, através do relatório FOCUS de novembro de 2017, é que a taxa chegue abaixo de 7% em 2018.

O múltiplo de 1,6x significa que se o incorporador teve que investir R\$ 5,4 milhões aproximadamente, ele recebeu em caixa líquido um valor de R\$ 8,6 milhões, ou seja, lucro próximo a R\$ 3,2 milhões, o que representa uma margem de 60%.

#### **5.4.2 Construção com Práticas de Sustentabilidade**

Com o estabelecimento dos resultados base para o modelo de construção convencional, é momento de analisar o impacto das práticas de sustentabilidade propostas no relatório nos mesmos parâmetros comparativos. Em ordem, serão implementadas as práticas de: reaproveitamento de água da chuva, energia elétrica fotovoltaica e construção em *wood frame*.

Assim, continuando com o sistema construtivo convencional mais com a instalação do sistema de reaproveitamento de água da chuva, obtém-se um novo fluxo de caixa líquido exposto na Tabela 5.10. Os custos desse sistema estão por volta de R\$ 290 mil, conforme Tabela 5.5 exposta anteriormente, mas como o valor de venda também aumentou, não necessariamente o capital integralizado cresça esse valor integralmente.

Tabela 5.10 – Fluxo de Caixa Simulado Construção Convencional + Reap. Água da Chuva

3. Fluxo de Caixa - Modelo de Construção Convencional + Reap. Água Chuva												
Data	jan-18	fev-18	jun-18	out-18	out-20	set-21	abr-27					
<b>Custos</b>	<b>(618,517.40)</b>	<b>(616,989.20)</b>	<b>(...)</b>	<b>(226,054.83)</b>	<b>(...)</b>	<b>(587,588.87)</b>	<b>(...)</b>	<b>(187,424.83)</b>	<b>(...)</b>	<b>(168,557.72)</b>	<b>(...)</b>	<b>(0.00)</b>
Terreno (-)	(618,517.40)	(616,989.20)	(...)	(226,054.83)	(...)	(219,942.04)	(...)	(183,265.29)	(...)	(166,455.12)	(...)	(0.00)
CAPEX Infraestrutura (-)	-	-	(...)	-	(...)	(90,069.37)	(...)	-	(...)	-	(...)	-
CAPEX Obras Residências (-)	-	-	(...)	-	(...)	(265,677.90)	(...)	-	(...)	-	(...)	-
Custo - Energia Fotovoltaica (-)	-	-	(...)	-	(...)	-	(...)	-	(...)	-	(...)	-
Custo - Reap de água (-)	-	-	(...)	-	(...)	(11,899.56)	(...)	-	(...)	-	(...)	-
Vacância (-)	-	-	(...)	-	(...)	-	(...)	(4,159.54)	(...)	(2,102.60)	(...)	(0.00)
<b>Receitas</b>	<b>474,663.95</b>	<b>550,453.71</b>	<b>(...)</b>	<b>654,978.98</b>	<b>(...)</b>	<b>308,175.81</b>	<b>(...)</b>	<b>342,006.84</b>	<b>(...)</b>	<b>328,889.74</b>	<b>(...)</b>	<b>1,162.59</b>
Vendas de Unidades (+)	559,045.24	586,525.00	(...)	697,899.82	(...)	328,370.60	(...)	364,418.58	(...)	350,441.92	(...)	1,238.77
Marketing e Corretagem (-)	(63,976.13)	(14,663.13)	(...)	(17,447.50)	(...)	(8,209.27)	(...)	(9,110.46)	(...)	(8,761.05)	(...)	(30.97)
PIS e CONFIS (-)	(20,405.15)	(21,408.16)	(...)	(25,473.34)	(...)	(11,985.53)	(...)	(13,301.28)	(...)	(12,791.13)	(...)	(45.22)
<b>Fluxo de Caixa</b>	<b>(143,853.45)</b>	<b>(66,535.49)</b>	<b>(...)</b>	<b>428,924.15</b>	<b>(...)</b>	<b>(279,413.06)</b>	<b>(...)</b>	<b>154,582.01</b>	<b>(...)</b>	<b>160,332.03</b>	<b>(...)</b>	<b>1,162.59</b>
<i>Lucro Presumido (-)</i>	-	-	(...)	(212,676.13)	(...)	-	(...)	-	(...)	(75,751.77)	(...)	-
<b>Fluxo de Caixa NET</b>	<b>(143,853.45)</b>	<b>(66,535.49)</b>	<b>(...)</b>	<b>216,248.02</b>	<b>(...)</b>	<b>(279,413.06)</b>	<b>(...)</b>	<b>154,582.01</b>	<b>(...)</b>	<b>84,580.25</b>	<b>(...)</b>	<b>1,162.59</b>

Os meses de alta de capital retornado e capital integralizado seguem a mesma linha de raciocínio do que já foi comentado no Item 5.4.1 e, devido aos baixos valores associados ao sistema de reaproveitamento de água da chuva, o fluxo de caixa não teve variações relevantes.

Para os fatores de rentabilidade e retorno econômico, foram-se obtidos:

	<i>Mont. Investido</i>	<i>TIR (%)</i>	<i>MOIC</i>
<b>Tabela Resumo</b>	<b>R\$ 5,501,201.84</b>	<b>20.70%</b>	<b>1.61</b>

Pelo que percebemos com os valores acima, a variação da aplicação do sistema de reaproveitamento de água da chuva interferiu muito pouco no resultado, elevando de forma marginal o retorno do projeto para 20,7%, mas sem mudar o MOIC do empreendimento. Além disso, o montante investido pela incorporadora aumentou por volta de R\$ 140 mil, apenas uma parcela dos R\$ 290 mil do custo total do sistema. Essa fração, como já comentado, existe devido ao aumento de receita e, conseqüentemente, dedução dos gastos de implementação.

A etapa posterior de análise é a aplicação do sistema de coleta de energia solar para uso em energia elétrica nas residências do condomínio estudado. Válido ressaltar que o sistema de reaproveitamento de água continua instalado, assim como ainda se aplica o sistema construtivo convencional nessa fase. Os valores de instalação das placas de energia solar e adjacentes estão por volta de R\$ 860 mil, como esclarecido na Tabela 5.5. A Tabela 5.11 traz o novo fluxo de caixa do projeto nas novas condições.

Tabela 5.11 – Fluxo de Caixa Const. Convencional + Reap. da Chuva + Energia Solar

3. Fluxo de Caixa - Modelo de Construção Convencional + Reap. Água Chuva + Energia Solar												
Data	jan-18	fev-18	jun-18	out-18	out-20	set-21	abr-27					
<b>Custos</b>	<b>(618,517.40)</b>	<b>(616,989.20)</b>	<b>(...)</b>	<b>(226,054.83)</b>	<b>(...)</b>	<b>(623,287.53)</b>	<b>(...)</b>	<b>(187,424.83)</b>	<b>(...)</b>	<b>(168,557.72)</b>	<b>(...)</b>	<b>(0.00)</b>
Terreno (-)	(618,517.40)	(616,989.20)	(...)	(226,054.83)	(...)	(219,942.04)	(...)	(183,265.29)	(...)	(166,455.12)	(...)	(0.00)
CAPEX Infraestrutura (-)	-	-	(...)	-	(...)	(90,069.37)	(...)	-	(...)	-	(...)	-
CAPEX Obras Residências (-)	-	-	(...)	-	(...)	(265,677.90)	(...)	-	(...)	-	(...)	-
Custo - Energia Fotovoltaica (-)	-	-	(...)	-	(...)	(35,698.67)	(...)	-	(...)	-	(...)	-
Custo - Reap de água (-)	-	-	(...)	-	(...)	(11,899.56)	(...)	-	(...)	-	(...)	-
Vacância (-)	-	-	(...)	-	(...)	-	(...)	(4,159.54)	(...)	(2,102.60)	(...)	(0.00)
<b>Receitas</b>	<b>500,248.94</b>	<b>577,296.33</b>	<b>(...)</b>	<b>686,918.72</b>	<b>(...)</b>	<b>323,203.86</b>	<b>(...)</b>	<b>358,684.64</b>	<b>(...)</b>	<b>344,927.89</b>	<b>(...)</b>	<b>1,219.28</b>
Vendas de Unidades (+)	586,306.81	615,126.61	(...)	731,932.58	(...)	344,383.44	(...)	382,189.28	(...)	367,531.05	(...)	1,299.18
Marketing e Corretagem (-)	(64,657.67)	(15,378.17)	(...)	(18,298.31)	(...)	(8,609.59)	(...)	(9,554.73)	(...)	(9,188.28)	(...)	(32.48)
PIS e CONFIS (-)	(21,400.20)	(22,452.12)	(...)	(26,715.54)	(...)	(12,570.00)	(...)	(13,949.91)	(...)	(13,414.88)	(...)	(47.42)
<b>Fluxo de Caixa</b>	<b>(118,268.46)</b>	<b>(39,692.87)</b>	<b>(...)</b>	<b>460,863.89</b>	<b>(...)</b>	<b>(300,083.67)</b>	<b>(...)</b>	<b>171,259.81</b>	<b>(...)</b>	<b>176,370.18</b>	<b>(...)</b>	<b>1,219.28</b>
<i>Lucro Presumido (-)</i>	-	-	(...)	(223,339.76)	(...)	-	(...)	-	(...)	(79,650.58)	(...)	-
<b>Fluxo de Caixa NET</b>	<b>(118,268.46)</b>	<b>(39,692.87)</b>	<b>(...)</b>	<b>237,524.13</b>	<b>(...)</b>	<b>(300,083.67)</b>	<b>(...)</b>	<b>171,259.81</b>	<b>(...)</b>	<b>96,719.59</b>	<b>(...)</b>	<b>1,219.28</b>

Em análise direta nos retornos e indicadores dessa nova configuração, tem-se:

	<b>Mont. Investido</b>	<b>TIR (%)</b>	<b>MOIC</b>
<b>Tabela Resumo</b>	<b>R\$ 5,861,052.18</b>	<b>21.52%</b>	<b>1.61</b>

Comparativamente aos resultados anteriormente obtidos, já se vê uma variação interessante de TIR. Com a instalação do sistema de energia elétrica fotovoltaica, apesar de ter um aumento do capital integralizado no projeto para R\$ 5,9 milhões, a TIR subiu mais do que 80 bps alcançando um valor de 21,5% comprovando, desde já, sua eficácia e potencial para uso na residência por meio do estudo de caso. Inclusive, o fato de ter mais montante investido, significa, em aspectos positivos, que tem-se mais dinheiro integralizado rendendo a uma taxa de retorno ainda maior. O MOIC e a margem de lucro, que não levam em conta o efeito do tempo no fluxo de caixa, tiveram resultados semelhantes aos anteriormente obtidos.

Por fim, será trocado o sistema de construção do empreendimento, onde aplicar-se-á o modelo construtivo com *wood frame* ao invés do sistema convencional em alvenaria e concreto armado. Nesse caso, tem-se um fluxo de caixa mais difícil de ser comparado as Tabelas anteriormente obtidas uma vez que o prazo de obras nessa nova condição é menor em quase 40% (15 meses de duração sobre os 24 meses prévios). As obras de infraestrutura e as obras de instalação do sistema de energia solar, assim como de reaproveitamento de água da chuva, seguiram o novo prazo base de 15 meses.

Além deste ponto, comparado ao método anterior, o custo de construção é ligeiramente menor, o que acarreta em expectativas de menor valor investido no projeto. Sendo assim, a Tabela 5.12 traz um resumo do novo fluxo de caixa que acaba em setembro de 2026.

Tabela 5.12 – Fluxo de Caixa Const. Wood Frame + Reap. Água da Chuva + Energia Solar

## 3. Fluxo de Caixa - Modelo de Construção Wood Frame + Reap. Água Chuva + Energia Solar

Data	jan-18	fev-18	jun-18	out-18	out-20	set-21	jul-26					
<b>Custos</b>	<b>(618,517.40)</b>	<b>(616,989.20)</b>	<b>(...)</b>	<b>(226,054.83)</b>	<b>(...)</b>	<b>(848,539.32)</b>	<b>(...)</b>	<b>(185,605.03)</b>	<b>(...)</b>	<b>(167,102.07)</b>	<b>(...)</b>	<b>(0.00)</b>
Terreno (-)	(618,517.40)	(616,989.20)	(...)	(226,054.83)	(...)	(219,942.04)	(...)	(183,265.29)	(...)	(166,455.12)	(...)	(0.00)
CAPEX Infraestrutura (-)	-	-	(...)	-	(...)	(144,110.99)	(...)	-	(...)	-	(...)	-
CAPEX Obras Residências (-)	-	-	(...)	-	(...)	(408,329.14)	(...)	-	(...)	-	(...)	-
Custo - Energia Fotovoltaica (-)	-	-	(...)	-	(...)	(57,117.86)	(...)	-	(...)	-	(...)	-
Custo - Reap de água (-)	-	-	(...)	-	(...)	(19,039.29)	(...)	-	(...)	-	(...)	-
Vacância (-)	-	-	(...)	-	(...)	-	(...)	(2,339.74)	(...)	(646.95)	(...)	(0.00)
<b>Receitas</b>	<b>500,248.94</b>	<b>577,296.33</b>	<b>(...)</b>	<b>686,918.72</b>	<b>(...)</b>	<b>425,119.52</b>	<b>(...)</b>	<b>365,989.84</b>	<b>(...)</b>	<b>341,812.33</b>	<b>(...)</b>	<b>1,184.07</b>
Vendas de Unidades (+)	586,306.81	615,126.61	(...)	731,932.58	(...)	452,977.65	(...)	389,973.20	(...)	364,211.33	(...)	1,261.66
Marketing e Corretagem (-)	(64,657.67)	(15,378.17)	(...)	(18,298.31)	(...)	(11,324.44)	(...)	(9,749.33)	(...)	(9,105.28)	(...)	(31.54)
PIS e CONFIS (-)	(21,400.20)	(22,452.12)	(...)	(26,715.54)	(...)	(16,533.68)	(...)	(14,234.02)	(...)	(13,293.71)	(...)	(46.05)
<b>Fluxo de Caixa</b>	<b>(118,268.46)</b>	<b>(39,692.87)</b>	<b>(...)</b>	<b>460,863.89</b>	<b>(...)</b>	<b>(423,419.80)</b>	<b>(...)</b>	<b>180,384.81</b>	<b>(...)</b>	<b>174,710.26</b>	<b>(...)</b>	<b>1,184.07</b>
<i>Lucro Presumido (-)</i>	-	-	(...)	(223,339.76)	(...)	-	(...)	-	(...)	(113,656.45)	(...)	-
<b>Fluxo de Caixa NET</b>	<b>(118,268.46)</b>	<b>(39,692.87)</b>	<b>(...)</b>	<b>237,524.13</b>	<b>(...)</b>	<b>(423,419.80)</b>	<b>(...)</b>	<b>180,384.81</b>	<b>(...)</b>	<b>61,053.81</b>	<b>(...)</b>	<b>1,184.07</b>

Como pode-se perceber entre as Tabela 5.11 e 5.12, os valores de fluxo de caixa nos meses de janeiro, fevereiro e junho de 2018 são iguais, uma vez que as diferenças de método construtivo só são percebidas após o começo da obra em julho de 2018. Nesse sentido, as integralizações de capital para a construção em *wood frame* nos meses próximos e posteriores a julho de 2018 são maiores do que as integralizações para construção convencional, devido a menor quantidade de meses de obras e, portanto, menor divisão do orçamento da construção entre os períodos. Todavia, o fator positivo da obra ter um tempo de execução encurtado está associado ao recebimento de receitas antecipado e ao fluxo total do projeto também ser reduzido, ou seja, já em outubro de 2019, pós-final de obras, as receitas são bastantes expressivas, mesmo com o ainda pagamento do financiamento da aquisição do terreno até janeiro de 2022.

Para comparar esse novo fluxo e os impactos que ele tem, é necessário observar os parâmetros estabelecidos. Com esse intuito, obteve-se:

	<i>Mont. Investido</i>	<i>TIR (%)</i>	<i>MOIC</i>
<b>Tabela Resumo</b>	<b>R\$ 5,710,294.81</b>	<b>25.58%</b>	<b>1.58</b>

Os valores obtidos trazem bons pontos para discussão. Primeiramente, como já esperado tem-se um montante investido um pouco menor do que o resultado obtido para sistema construtivo convencional, uma vez que o custo de obra em R\$/m<sup>2</sup> também é menor. Em termos de retorno, o sistema econômico em *wood frame* mostra um *upside* relevante ao atribuir uma TIR de 25,6% ao projeto e comprovar a relevância do efeito do tempo no sucesso do projeto. Isto é verdade pois, mesmo que não houvessem diferenças de custo de construção, em uma análise simulada, a TIR ainda assim seria maior: 22,6% contra 21,5% obtidos

previamente. Assim, em pontos de vista de rendimento do capital a investir, o *wood frame* mostra-se uma solução melhor. Entretanto, quanto aos valores de MOIC, o resultado obtido foi marginalmente inferior: 1,58x contra 1,61x. Esse resultado também era esperado pelo efeito do tempo. Em modelagens econômicas, é padrão que quanto mais o dinheiro fica aplicado no tempo, mais o MOIC aumenta, devido ao fluxo positivo de entrada de capital, e mais a TIR tem tendência a diminuir uma vez que esta tem correlação direta com o tempo. Sendo assim, em termos de grau de importância, o autor acredita que, guardada as devidas proporções, as variações de TIR são mais relevantes do que as variações de MOIC. Ou seja, um aumento de 410 bps na TIR do projeto comprova mais o sucesso do *wood frame* do que uma redução de 0,03x na margem de lucro do mesmo.

Como citado acima, os resultados demonstram que vale a pena sim, em termos de investimento e análise econômica financeira, utilizar *wood frame* como processo construtivo no Brasil. Para avaliar e comprovar a eficácia dos demais sistemas de sustentabilidade, é necessário fazer o processo inverso de modelagem e retirar os componentes propostos para avaliar a TIR básica do empreendimento apenas com a estrutura de madeira sendo utilizada. Sem entrar em detalhe nos fluxos de caixa, obtém-se as seguintes combinações:

- ✓ Wood Frame + Energia Solar + Reap. Agua Chuva: TIR = 25,6% / MOIC = 1,58x;
- ✓ Wood Frame + Energia Solar: TIR = 25,7% / MOIC = 1,59x;
- ✓ Wood Frame + Reap. Agua Chuva: TIR = 25,1% / MOIC = 1,59x;
- ✓ Wood Frame: TIR = 25,2% / MOIC = 1,59x.

Pelos valores acima, é fato que o sistema de energia solar também tem viabilidade comprovada em termos econômicos financeiros, uma vez que a TIR do composto *wood frame* + energia solar é maior do que a TIR apenas do *wood frame*. Todavia, expandindo o mesmo comparativo para o sistema de reaproveitamento de água da chuva, percebe-se uma queda marginal da TIR em 10 bps, o que gera dúvidas sobre a viabilidade de aplicação do mesmo.

Analisando os resultados do sistema de reaproveitamento de água da chuva mais a fundo, vê-se que o mesmo tem um custo unitário por casa de R\$ 10.000,00 e um valor associado de R\$ 12.136,77, ou seja, uma baixa margem de lucro percentual que provavelmente gera essa diferença observada. Uma sensibilidade proposta é a de reduzir o custo do sistema para R\$ 9.000,00. Nesse novo cenário, a TIR do composto *wood frame* + reap. Agua chuva passou a ser de 25,5%, ou seja, maior que a TIR base de 25,2% obtida com a aplicação apenas do *wood frame*. Portanto, tendo em vista possíveis otimizações de custo de

obra e adequação de projeto hidráulico e sanitário de maneira prévia, também é recomendado, por análise econômica, o uso do sistema de reaproveitamento de água da chuva em residências (seguindo as premissas do estudo de caso).

Neste momento é interessante reaver a Figura 2.12 e a Tabela 2.2 citadas na análise de escolhas de práticas de sustentabilidade no projeto residencial. Pelo que havia sido previsto, observando a distribuição gráfica da Figura 2.12, esperava-se que o sistema de reaproveitamento de água da chuva seria o a prática mais viável e aplicável no modelo. Todavia, pelo que se pode perceber, esta é exatamente a metodologia que, em termos de investimento, pode gerar mais efeito dúbio sobre a sua instalação ou não nas residências. Em contrapartida, o sistema construtivo de *wood frame* se mostrou com potencial de investimento ainda mais elevado do que havia sido inicialmente pressuposto, onde, em números, foi a implantação com maior impacto para o projeto.

### 5.4.3 Sensibilidade

Percebendo possíveis variações das premissas e impacto destas nos resultados econômicos do empreendimento, vide custo simulado do sistema de reaproveitamento de água da chuva no item anterior, será feito uma análise de sensibilidade com alguns dos parâmetros que são, a princípio, mais relevantes para rentabilidade e margens de lucro do projeto. O modelo base que servirá como padrão de comparação será o último trabalhado com *wood frame* + energia solar + reaproveitamento da água com TIR de 25,6% e MOIC de 1,58x.

As variações serão obtidas e estudadas através do método *Data Table*, onde permite-se a mudança de valores em duas variáveis para análise do resultado. Não se aplicarão mudanças em variáveis de caráter meramente administrativo ou de negociação do empreendimento, tal como o *ramp-up* de vendas das casas e os descontos concedidos para condições especiais de pagamento. Sendo assim, analisam-se os seguintes fatores:

- ✓ Custo de Construção *Wood Frame* (R\$/m<sup>2</sup>) x Preço Base de Venda (R\$/m<sup>2</sup>)

Estes dois fatores são as variáveis que devem mais afetar o retorno do empreendimento, uma vez que são as bases financeiras para montante de integralização e para montante de capital retornado. Nesse sentido, é feita uma variação de 5% e 10%, para valorização ou desvalorização, entre ambas as premissas escolhidas. Dessa forma, obtém-se a Tabela 5.13 com os resultados obtidos, conforme alterações realizadas.

Tabela 5.13 – Sensibilidade Custo de Construção (R\$/m<sup>2</sup>) x Preço de Venda (R\$/m<sup>2</sup>)

		Preço Base de Venda (R\$/m <sup>2</sup> )				
		R\$ 5.412,29/m <sup>2</sup>	R\$ 5.697,15/m <sup>2</sup>	<b>R\$ 5.997,00/m<sup>2</sup></b>	R\$ 6.296,85/m <sup>2</sup>	R\$ 6.611,69/m <sup>2</sup>
Custo de Construção (R\$/m <sup>2</sup> )	25,58% / 1,58x					
	R\$ 1.465,00/m <sup>2</sup>	12,87% / 1,31x	21,90% / 1,51x	33,80% / 1,76x	48,53% / 2,02x	70,95% / 2,35x
	R\$ 1.542,11/m <sup>2</sup>	10,38% / 1,25x	18,77% / 1,44x	29,53% / 1,67x	42,51% / 1,91x	61,17% / 2,21x
	<b>R\$ 1.623,27/m<sup>2</sup></b>	8,03% / 1,19x	15,79% / 1,37x	<b>25,58% / 1,58x</b>	37,00% / 1,80x	52,93% / 2,07x
	R\$ 1.704,43/m <sup>2</sup>	5,85% / 1,14x	13,10% / 1,31x	22,08% / 1,50x	32,36% / 1,71x	46,12% / 1,96x
R\$ 1.789,66/m <sup>2</sup>	3,78% / 1,09x	10,49% / 1,25x	18,80% / 1,43x	28,02% / 1,62x	40,25% / 1,85x	

Como se pode perceber, a variação na TIR e MOIC do projeto é bastante sensível aos preços de venda e aos custos de construção. Isso ocorre pois, sendo estabelecido um padrão de rentabilidade, as variações desses indicadores representam justamente os principais valores a serem afetados. Quanto ao preço de venda, o valor de R\$ 5.997,00 não deve ser tão alterado já que se trata mais de uma imposição de mercado e não há tanta influência da incorporadora sobre este número, ainda mais que este valor já é aumentado devido às práticas de sustentabilidade consideradas (reaproveitamento de água da chuva e energia elétrica fotovoltaica).

Por outro lado, o custo de construção pode ser mais afetado já que a obra pode ganhar margem de redução no valor em R\$/m<sup>2</sup>, principalmente em termos de quantidade de casas construídas. Em resumo, analisa-se que os valores não devem variar mais do que 5% perante as premissas base do projeto, então, o retorno do empreendimento estudado (TIR / MOIC) poderia variar entre 13,1% / 1,3x a 42,5% / 1,9x. Lembrando que, sobre o preço de venda de R\$ 5.997,00, os resultados do condomínio com construção convencional (custo de R\$ 1.689,88 / m<sup>2</sup>), sem práticas de sustentabilidade, foram de 20,6% / 1,6x. Fato importante é que, mesmo com preço de construção pouco maior para o *wood frame* (R\$ 1.704,43 / m<sup>2</sup>) e mesmo preço de venda, ainda obteve-se valores de rentabilidade maior (22,1% / 1,5x), por conta dos *upsides* que o prazo de obra oferece e as valorizações obtidas principalmente com o sistema de energia elétrica fotovoltaica.

- ✓ Custo de Instalação Energia Solar (R\$/un) x Redução do Consumo Mensal (%)

Em um nível de impacto provavelmente pouco menor que as variações no item anterior, devido ao bom resultado que o sistema de energia elétrica fotovoltaica apresentou no modelo base de desenvolvimento do empreendimento, é válido analisar o potencial desta prática com variações entre o custo de implementação e o percentual de abatimento da conta de energia elétrica obtido. Sendo assim, aplicam-se variações de R\$ 5.000,00 de custo por

casa e variações de 65% a 95% de aproveitamento. A Tabela 5.14 mostra os resultados obtidos.

Tabela 5.14 – Custo de Instalação Energia Solar (R\$/un) x Redução do Consumo (%)

		% Aproveitamento com Energia Elétrica Fotovoltaica				
		65,0%	72,5%	81,8%	87,5%	95,0%
Custo por Casa (R\$ / un)	25,58% / 1,58x					
	R\$ 20.000,00 /un	26,84% / 1,61x	27,93% / 1,63x	29,23% / 1,66x	30,12% / 1,68x	31,21% / 1,70x
	R\$ 25.000,00 /un	25,07% / 1,57x	26,11% / 1,59x	27,35% / 1,62x	28,19% / 1,64x	29,22% / 1,66x
	<b>R\$ 30.000,00 /un</b>	23,40% / 1,54x	24,32% / 1,55x	<b>25,58% / 1,58x</b>	26,29% / 1,59x	27,35% / 1,62x
	R\$ 35.000,00 /un	21,82% / 1,50x	22,70% / 1,52x	23,90% / 1,54x	24,58% / 1,56x	25,60% / 1,58x
	R\$ 40.000,00 /un	20,26% / 1,46x	21,17% / 1,48x	22,24% / 1,51x	22,97% / 1,52x	23,94% / 1,54x

Como já esperado, a sensibilidade de resultado com as variações propostas é menor, mas ainda relevante em termos comparativos. Por exemplo, caso o aproveitamento de energia fosse igual ao sugerido pela empresa A (91,7% conforme comentado no Item 5.2.1), o retorno subiria para um valor igual a 26,9% / 1,61x, ou seja, cerca de 130 bps maior para a TIR do projeto. Espera-se que, em construção em escala, a instalação do sistema em várias casas pode ocasionar em uma negociação com redução do valor unitário das placas solares e, conseqüentemente, melhor rentabilidade.

✓ Prazo de Execução de Obra de *Wood Frame*

Um fator interessante para ser analisado no projeto é o prazo de construção da obra utilizando o sistema de *wood frame*. Usualmente, essa é uma premissa que pode variar de acordo com o fornecimento e disponibilidade da madeira, assim como com a rapidez do sistema fabril de construção das peças pré-fabricas em escala de indústria. A necessidade de ter uma equipe de montagem acostumada com o processo construtivo também é preponderante para esse tempo de execução.

Como já comentado anteriormente, em termos de rentabilidade, prazos menores contribuem em parte negativamente, pois detém pagamentos mensais maiores no começo do projeto (através do método de linearização de pagamentos), mas também tem impacto positivo pelo fator de antecipação e maior quantidade de vendas em menos meses. Considerando que o fator positivo deve ser preponderante perante a contribuição negativa, esperam-se resultados melhores com menos tempo de obra. Assim, variando o prazo de três em três meses, obtém-se os resultados conforme Tabela 5.15.

Tabela 5.15 – Sensibilidade com Prazo de Obra

		25,58% / 1,58x
<b>Prazo de Obra (meses)</b>	9 meses	26,54% / 1,49x
	12 meses	26,04% / 1,54x
	<b>15 meses</b>	<b>25,58% / 1,58x</b>
	18 meses	25,15% / 1,63x
	21 meses	24,60% / 1,67x

Considerando que há obras de infraestrutura no condomínio, julga-se complicado ter uma obra com menos de 12 meses de execução, mas, como esperado, menos tempo de obra gera resultados melhores de rentabilidade.

✓ Custo c/ Instalação do Sistema de Reaproveitamento de Água da Chuva

Como comentado nos resultados e análises de relevância das práticas de sustentabilidade, o sistema de reaproveitamento de água da chuva tem viabilidade econômica financeira condicionada ao custo de implementação do mesmo em cada residência. Conforme detalhamento no Item 5.2.2, a economia de água no ano com o sistema já está bastante justa perante os parâmetros de consumo estabelecidos, então, a sensibilidade estará resumida aos gastos com a prática. A Tabela 5.16 esclarece as discrepâncias encontradas.

Tabela 5.16 – Sensibilidade c/ Custo do Sistema de Reaproveitamento de Água da Chuva

		25,58% / 1,58x
<b>Custo por Casa (R\$/un)</b>	R\$ 8.000,00 /un	26,22% / 1,59x
	R\$ 9.000,00 /un	25,94% / 1,59x
	<b>R\$ 10.000,00 /un</b>	<b>25,58% / 1,58x</b>
	R\$ 11.000,00 /un	25,22% / 1,57x
	R\$ 12.000,00 /un	24,86% / 1,56x

Devido ao sistema ter participação percentualmente pequena no empreendimento completo, as variações de custo do mesmo não têm impacto tão considerável na rentabilidade do projeto, mas, como se pode perceber, o valor de TIR / MOIC deve ficar entre 25,0% / 1,55x e 26,0% / 1,60x. O *breakeven* de custo do sistema para este valer a pena economicamente é de aproximadamente R\$ 9.700,00.

Em resumo, pelas sensibilidades estudadas, fica claro que o fator preponderante para o sucesso do empreendimento está no sucesso construtivo da incorporadora e suas prestadoras de serviço. Diminuir o custo da obra por metro quadrado construído, diminuir o prazo de execução e diminuir os custos unitários das práticas de sustentabilidade são ações que

garantem melhor rentabilidade para o projeto e valorizam ainda mais os fatores estudados neste relatório.

Considerando que todos os valores obtidos dentro da sensibilidade são factíveis de serem atingidos, foi realizado um gráfico de dispersão de pontos obtidos para TIR e MOIC, exposto na Figura 5.4, com o objetivo de avaliar qual o ponto médio – par ordenado – de retorno e múltiplo do empreendimento.

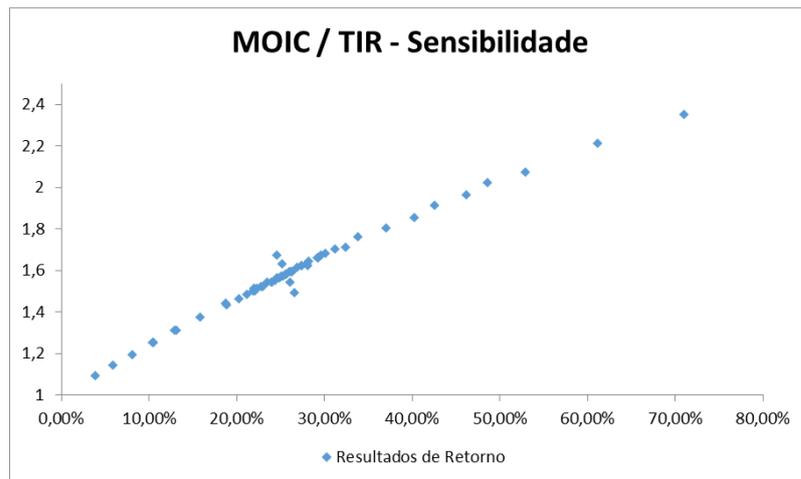


Figura 5.4 – Sensibilidade de Rentabilidade no Empreendimento

Com os pontos possíveis listados, utiliza-se o Solver, add-in do Excel®, para calcular o par ordenado  $(TIR_m, MOIC_m)$  que forneça o valor mínimo da fórmula abaixo (método do mínimo quadrado).

$$\sum_{i=1}^{60} ((TIR_m - TIR_i)^2 + (MOIC_m - MOIC_i)^2)$$

Os pontos  $(TIR_i, MOIC_i)$  representam os 60 valores obtidos através da análise de sensibilidade. Dessa forma, a solução encontrada para o ponto médio foi TIR de 26,73% e MOIC de 1,59x, valores um pouco maiores do que a solução base do modelo financeiro que tem TIR de 25,58% e MOIC de 1,58x. De toda maneira, os valores são próximos, como já se esperava, e a sensibilidade, em conjunto com o método de mínimo quadrado utilizado, mostra que o projeto pode ter resultados ainda melhores.

Válido ressaltar que uma análise mais detalhada em cenários pessimistas e otimistas de valorização das práticas de sustentabilidade é de suma importância para tomada de decisão. Inclusive, essa variação pode ser feita de acordo com a situação de mercado em que a incorporação do empreendimento se dará.

## 6 Riscos e Oportunidades

Em toda análise de investimento é necessário avaliar os riscos e oportunidades que este pode trazer para o investidor, incorporador no caso de mercado imobiliário, assim como para os demais *stakeholders* envolvidos no seu processo de validação. No empreendimento em estudo, além dos riscos e oportunidades em aspectos financeiros e econômicos envolvidos, não se pode deixar de lado os potenciais que as práticas de sustentabilidade trazem para o projeto.

Quanto às vantagens das práticas sustentáveis aqui trabalhadas, são incontáveis e inegáveis os ganhos que estas podem trazer em termos de aspecto construtivo e em termos de gestão ao longo do tempo das residências. Menor geração de resíduos, menor consumo de água, maior uso de energia limpa, menor contribuição com poluição local e o incentivo a um sistema construtivo integrado com o meio ambiente são só algumas das vantagens trabalhadas, e já amplamente discutidas, do projeto utilizando práticas sustentáveis.

Entretanto, é inegável que está se propondo uma mudança relevante na indústria de construção civil. O fornecimento de madeira reflorestada ainda é incerto e não estabilizado, placas de energia solares tem produção e industrialização reduzida, há falta de incentivos públicos e a mão de obra ainda não é especializada para o sistema construtivo. Os fatores contrários existem, mas podem ser mitigados. Os países mais desenvolvidos mostram soluções para a mitigação e comprovam o sucesso das práticas analisadas.

Em termos econômicos e financeiros, o mercado imobiliário passa por um momento complicado, com quedas dos preços de aluguel e venda, vide Figura 5.3, e com desconfianças do consumidor. Foi se falado por muito tempo na “bolha imobiliária” que foi criada no Brasil com os crescimentos de preços de imóveis exorbitantes no começo da década.

A própria comparação entre demanda e oferta deve ser analisada. Conforme pesquisa do mercado imobiliário feita pelo site Viva Real no 3T de 2017, exposta pela Figura 6.1, em Barueri os residentes preferem apartamentos a casas e apenas 8% tem intenção de comprar imóveis com metragem entre 101 a 150 m<sup>2</sup> (faixa de valores em que o projeto arquitetônico trabalhado se encaixa), o que acarretam em riscos para atingir-se os níveis de vendas estipulados no empreendimento. Uma análise apropriada do bairro Tamboré seria necessária para validar a região para o investimento.

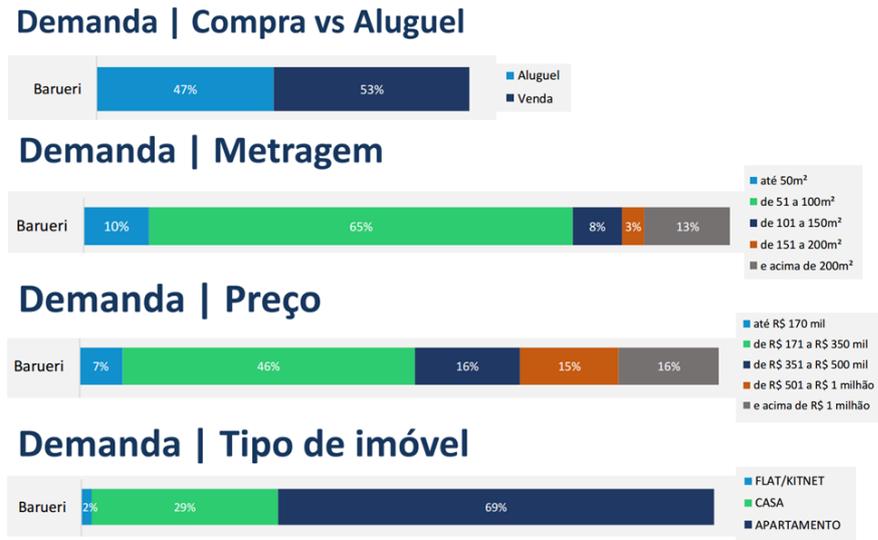


Figura 6.1 – Índices do Mercado Imobiliário em Barueri – VIVA REAL (2017)

Apesar dos problemas levantados no mercado imobiliário, estes existem para quaisquer tipos de construção, independente da aplicação das práticas de sustentabilidade ou não. Em um cenário de baixa da taxa de juros, diminuição da inflação e maior fornecimento de crédito pelos bancos, o consumidor pode voltar a usufruir do mercado. O mercado de investimentos já enxerga uma recuperação econômica e, em linha com a queda nos preços de venda, também houve e espera-se redução dos custos de construção. As vantagens e desvantagens se convergem dentro dos mesmos fatores, mas é fato que o momento atual é delicado para investimentos imobiliários.

O que o presente relatório observou foi que, mesmo adotando premissas não tão agressivas de modelagem financeira, a rentabilidade anualizada alcançada do empreendimento foi maior do que 20%, o que mostra um resultado de aplicação financeira melhor do que investimentos em renda fixa no mercado brasileiro.

## 7 Considerações Finais

### 7.1 Conclusões

Pelo presente estudo de caso gerado neste Trabalho de Conclusão de Curso, tem-se que sim, investimentos em práticas sustentáveis são vantajosos economicamente. Analisando os resultados, o retorno (TIR) do projeto com aplicação de práticas sustentáveis (~26% a.a.) se mostra até 30% maior do que o retorno de projetos com construção convencional (~20% a.a.). Guardadas as devidas proporções de investimento, o processo construtivo em *wood frame*, o sistema de energia elétrica fotovoltaica residencial e o sistema de reaproveitamento de água da chuva, em ordem decrescente, se mostraram relevantes e aplicáveis não só por aspectos sustentáveis, mas também por aspectos econômicos financeiros.

A prática de *wood frame* se mostra atrativa principalmente pelo tempo de execução de obra. Conforme levantado no estudo de caso, o tempo de obra com o método construtivo de pré-moldado de madeira seria 40% menor que o prazo estabelecido de construções convencionais com alvenaria e concreto armado. Este ganho poderia ser ainda maior se não houvessem necessidades de infraestrutura em ambos os casos de análise. Levando em conta o menor período de construção, foi avaliado que o custo R\$/m<sup>2</sup> do *wood frame* é marginalmente menor, por volta de 4%, e que há vantagens quanto a curva de vendas do empreendimento residencial, ou seja, há entrada de receita em caixa de forma mais rápida, o que melhora a rentabilidade do projeto como um todo. A desvantagem quanto ao método construtivo proposto, além do acesso a mão-de-obra mais qualificada e do acesso a materiais de qualidade e devidamente tratados, é que, por ter uma obra mais curta, há possíveis desembolsos e menores financiamentos financeiros para pagamentos das construções.

O sistema de energia elétrica também se mostrou bastante interessante, pois, apesar de aumentar o custo de construção da residência convencional em cerca de 13%, uma vez que está aplicado para todo consumo de energia elétrica da residência, sua valorização perante o comprador permite ganhos de retorno financeiro com o maior preço de venda da residência. Pelo cálculo de economia do consumidor, o sistema de energia elétrica fotovoltaica pode ser vendido por um preço 30% maior que o preço de instalação. Todavia, a valorização perante o comprador da residência também está vinculada como risco inerente ao investimento, uma vez que este pode não atribuir ou não precificar a prática de sustentabilidade de maneira justa.

Quanto ao uso do sistema de reaproveitamento de água da chuva, foi identificado que este detém custo baixo, aumenta em 4% o metro quadrado construtivo (R\$/m<sup>2</sup>) da construção convencional, mas seu impacto para o retorno financeiro do empreendimento é também menor tendo em vista a não tão alta valorização desta prática para o preço de venda da casa. Sua apreciação é menor, pois o consumo de água que é reduzido é restrito a alguns itens domiciliares que não são tão representativos no contexto geral. Ainda assim, entende-se a validade do uso desta prática pois, além do aspecto sustentável, diminuições no custo de instalação desse sistema (viável com aplicação em projetos prévios) já o tornam mais atrativo economicamente diante das construções convencionais.

É claro que o uso destas práticas está associado a diversos outros fatores e há riscos envolvidos. É necessário que o consumidor e o público em geral tenham conhecimento das vantagens na utilização das práticas sustentáveis e saibam valorizá-las, mesmo que isso acarrete em possíveis aumentos de valores unitário das residências. Toda proposta de mudança gera incertezas, mas são necessários a coragem do setor privado e os incentivos do setor público (implementação mais rigorosa em termos normativos ou projetos de construção do governo) para que o Brasil possa coletar os *upsides* e as vantagens que a sustentabilidade traz para a construção civil.

## 7.2 Sugestões

O presente relatório foi realizado em um estudo de caso específico de investimento e pode ser aprimorado em diversos sentidos. É sugestão, em trabalhos posteriores no sentido de analisar investimentos em práticas sustentáveis, validar as premissas de modelagem financeira e valorização dos sistemas estudados com maior pesquisa de campo entre construtoras, incorporadoras, prestadores de serviço e, inclusive, consumidores. As premissas para o investimento são fundamentais para validar o real benefício da sustentabilidade em construções residenciais no Brasil, mas sim, com uma conscientização dos resultados, o futuro mostra prognósticos positivos para um país mais sustentável.

Uma revisão bibliográfica focando em outros aspectos de sustentabilidade ou abordando dados e números de outros países também pode ser interessante, assim como um estudo de demanda com segmentação de mercado procurando discutir como a sociedade valorizaria as práticas sustentáveis em valores financeiros. O intuito é vincular aspectos econômicos com vantagens ambientais para analisar a eficiência das práticas no Brasil.

## Referências

ONU – Organização Das Nações Unidas. **17 Objetivos para transformar nosso mundo**. Nova York: Nações Unidas, 2015. Disponível em:

<<https://nacoesunidas.org/pos2015/>>. Acesso em 08/10/2017.

U.S General Services Administration. Green Buildings e sua Relação com a Sustentabilidade. Curitiba: UGREEN, 2017. Disponível em:

<<https://www.ugreen.com.br/green-building/>>. Acesso em 10/10/2017.

INO, AKEMI. **Arquiteta fala sobre os desafios da construção com madeira no Brasil. São Paulo: Painel Florestal, 2017**. Disponível em:

<<http://www.painelflorestal.com.br/noticias/madeira-nobre/arquiteta-fala-sobre-os-desafios-da-construcao-com-madeira-no-brasil>>. Acesso em 10/10/2017.

LaMEM – Laboratório De Madeiras e Estruturas De Madeira. **A Madeira**. São Carlos: LaMEM, 2017. Disponível em: <<http://www.set.eesc.usp.br/lamem/>>. Acesso em 10/10/2017.

DIAS, RICARDO. **Brasil consome apenas 0,10 m<sup>3</sup> de madeira por habitante ao ano**. Curitiba: Portal Madeira e Construção, 2017. Disponível em:

<<http://madeiraconstrucao.com.br/brasil-consome-apenas-010-m%C2%B3-de-madeira-por-habitante-ao-ano/>>.

CARLINI, DANIEL. **Estudo da Viabilidade do Uso de Painéis Solares na Geração de Energia Elétrica em Aeroportos no Brasil**. São José dos Campos. 106f. Trabalho de Graduação – Engenharia Civil-Aeronáutica – Instituto Tecnológico de Aeronáutica , 2014.

VIEIRA, S. C.; RÜTHER, R.; **Simulação de Gerador Solar Fotovoltaico Integrado à edificação e conectado à rede elétrica para suprir a demanda energética do Aeroporto Internacional Tancredo Neves – um estudo de caso**. Florianópolis: Ruther-Vieira, 2010.

HOWARD, GERALD. **“Nos Estados Unidos a madeira é o material mais importante para construir casas”**. Chile: Celulose Online, 2017. Disponível em:

<<http://celuloseonline.com.br/nos-estados-unidos-madeira-e-o-material-mais-importante-para-construir-casas/>>.

GBC – GREEN BUILDING COUNCIL. **Certificação LEED**. Barueri: GBC, 2017.

Disponível em:

<<http://gbcbrasil.org.br/contato.php>>. Acesso em 10/10/2017.

TAVARES, PRISCILA. **Aplicação do Conceito de Sustentabilidade em Construções Residenciais. Belo Horizonte**. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG, 2010.

FAO – Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura. **Statistics at FAO**.

Leonardo Boff, 2015. Disponível em:

<<https://leonardoboff.wordpress.com/2015/02/02/a-agua-no-mundo-e-sua-escassez-no-brasil/>>. Acesso em 10/10/2017

OLIVIERI, H.; BARBOSA, I. C. A.; ROCHA, A. C. da; GRANJA, A. D.; FONTANINI, P. S. P. **A utilização de novos sistemas construtivos para a redução no uso de insumos nos canteiros de obras: *Light Steel Framing***. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 17, n. 4, p. 45-60, out./dez. 2017.

FIEC – Federação de Indústrias do Estado do Ceará. **Grupo Delmiro Gouveia – Setor Construção Civil**. Fortaleza. Relatório Final de Trabalho – Programa Apóstolos da Inovação, 2014.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Instrumentos de Coleta 2008**. IBGE, 2008. Disponível em:

<[https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb/defaultquest\\_2008.shtm](https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb/defaultquest_2008.shtm)>. Acesso em 12/10/2017

TUFOLO NETTO, HUMBERTO. **Benefícios do Uso da Madeira de Reflorestamento Tratada para a Construção Civil**. São Paulo. 49f. Tese (MBA) – INPG, 2010.

O'CONNOR, J.; DANGERFIELD, J. **The environmental Benefits of Wood Construction**. Forintek, Canadá. Corp. 6 p. 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, 1997, Projeto de Estruturas de Madeira: NBR 7190, Rio de Janeiro.

MANFRINATO, MARIA EDUARDA. **Estudo sobre o Uso da Madeira para Fins Estruturais e Arquitetônicos**. Campo Mourão. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Departamento Acadêmico de Construção Civil – Curso de Engenharia Civil, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, 2013, Preservação de Madeiras – Sistema de Categorias de Uso: NBR 16413, Rio de Janeiro.

LP BUILDING PROJECTS. **Construção CES**. Paraná: LP, 2017. Disponível em: <<https://www.lpbrasil.com.br/solucoes/construcao-ces>>. Acesso em 12/10/2017.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Boletim Mensal Agosto 2017**. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/web/guest/publicacoes-e-indicadores/boletins-de-energia>>. Acesso em: 17/10/2017.

Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos – DIEESE, 2015, Comportamento das Tarifas de Energia Elétricas no Brasil: Nota Técnica 147.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE, 2017, Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2016, Rio de Janeiro.

Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de S.Brito – CRESEB. **Sistema de Geração Eólica**. Rio de Janeiro: CRESEB, 2014. Disponível em: <[http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=com\\_content&lang=pt&cid=391](http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=com_content&lang=pt&cid=391)>. Acesso em 17/10/2017.

TAVARES, PRISCILA. **Aplicação do Conceito de Sustentabilidade em Construções Residenciais**. Belo Horizonte. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG, 2010.

Infraestrutura Urbana – Pini. **Telhado Verde**. Edição 16: PINI, 2011. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/16/1-telhado-verde-cobertura-de-edificacoes-com-vegetacao-requer-260593-1.aspx>>. Acesso em: 17/10/2017.

Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas – FIPE. **Índice FIPEZAP de Preços de Imóveis Anunciados**. Disponível em: <<http://www.fipe.org.br/pt-br/indices/fipezap/#indice-mensal>>. Acesso em: 17/10/2017.

PHILIPPI, RODRIGO. **Caracterização do Mercado de Casas Pré-Fabricadas de Madeira em Curitiba e Região Metropolitana**. Curitiba. Monografia de Especialização – UTFP, 2014.

LAROCA, CHRISTINE. **Habitação social em madeira: uma alternativa viável**. Tese. UFPR – Engenharia Florestal, Curitiba, 2002.

QUINTELA, ANDREY. **Casas Pré-Fabricadas de Madeira Maciça**. Itatiba. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade São Francisco – Engenharia Civil, 2007.

SOUZA, LAURILAN. **Análise Comparativa do Custo de uma Casa Unifamiliar nos Sistemas Construtivos de Alvenaria, Madeira de Lei e Wood Frame**. Florianópolis. Master em Arquitetura – IPOG, 2012.

Techne – Pini. **Light Wood Frame – construções com estrutura leve de madeira**. Edição 140: PINI, 2008. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/140/light-wood-frame-construcoes-com-estrutura-leve-de-madeira-287602-1.aspx>>. Acesso em: 19/10/2017.

AMARAL, JOICE. **Proposta de Adaptação do Método Evolutivo para Avaliação de Imóveis Sustentáveis**. São José dos Campos. ITA, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, 2006, Avaliação de Custos Unitários de Construção para Incorporação Imobiliária e Outras Disposições para Condomínios Edifícios: NBR 12.721, Rio de Janeiro.

Revista Construção e Mercado – Pini. **Infraestrutura de Loteamentos**. Edição 97: PINI, 2009. Disponível em: <<http://construcaomercado17.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/97/infraestrutura-de-loteamentos-298979-1.aspx>>. Acesso em: 21/10/2017.

FERNANDES, ANDRÉ. “**Sustentabilidade das Construções**” **Construções para um futuro melhor – Reaproveitamento da Água**. Belo Horizonte. Monografia curso de Especialização de Construção Civil da Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

INVESTOPEDIA. **Internal Rate of Return – IRR**. Disponível em: <<https://www.investopedia.com/terms/i/irr.asp>>. Acesso em 23/10/2017.

VIVA REAL. **DADOS DO MERCADO IMOBILIÁRIO - DMI**. 3T 2017.

Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP. **Comunicado 03/17**. São Paulo: SABESP, 2017. Disponível em: <[http://site.sabesp.com.br/site/uploads/file/clientes\\_servicos/comunicado\\_03\\_17.pdf](http://site.sabesp.com.br/site/uploads/file/clientes_servicos/comunicado_03_17.pdf)>. Acesso em 25/10/2017.

VELASCO, C. ; REIS, T. **Calculadora de Consumo de Água**. G1, 2017. Disponível em: <<http://especiais.g1.globo.com/economia/crise-da-agua/calculadora-do-consumo/>>. Acesso em 27/10/2017.

SABESP, 2012, Dimensionamento do ramal predial de água, cavalete e hidrômetro – Primeira ligação: NTS 181, São Paulo.

FUNDAÇÃO PROCON – SP. **Qual o consume médio mensal de Água?** Disponível em: <<http://www.procon.sp.gov.br/texto.asp?id=681>>. Acesso em 31/10/2017.

AGENTE IMÓVEL, 2017. **Preços Atuais de Apartamentos e Casas**. Disponível em: <[https://www.agenteimovel.com.br/mercado-imobiliario/a-venda/tambore,barueri,sp/tipo\\_casa/preco\\_medio\\_m2/](https://www.agenteimovel.com.br/mercado-imobiliario/a-venda/tambore,barueri,sp/tipo_casa/preco_medio_m2/)>. Acesso em 05/11/2017.

## Apêndice A – Custos de Infraestrutura

Custos - Infraestrutura de loteamentos			
<b>Instalações provisórias e administração da obra</b>			
	<b>Medida</b>	<b>Custo por medida</b>	<b>Total</b>
Abrigo provisório p/ depósito	170 m <sup>2</sup>	235,79 R\$	40.084,30
Abrigo por container	10	609,44 R\$	6.094,40
Ligação provisória de água	1	1339,08 R\$	1.339,08
Ligação provisória de energia	1	1069,53 R\$	1.069,53
<b>Total</b>		<b>R\$</b>	<b>48.587,31</b>
<b>Rede de drenagem (495 m)</b>			
	<b>Medida</b>	<b>Custo por medida</b>	<b>Total</b>
Escavação	773 m <sup>3</sup>	1,58 R\$	1.221,34
Lastro de areia	30 m <sup>3</sup>	117,26 R\$	3.517,80
Tubo de concreto (300 mm)	101	36,87 R\$	3.723,87
Tubo de concreto (400 mm)	102	45,63 R\$	4.654,26
Tubo de concreto (600 mm)	181	97,25 R\$	17.602,25
Tubo de concreto (800 mm)	212	164,68 R\$	34.912,16
Reaterro	565 m <sup>3</sup>	1,67 R\$	944,20
Poço de Visita	12	2662,03 R\$	31.944,36
Tampão de Ferro	12	346,88 R\$	4.162,56
Boca de Lobo	24	956,8 R\$	22.963,20
<b>Total</b>		<b>R\$</b>	<b>125.646,00</b>
<b>Rede de esgoto sanitário (458 m)</b>			
	<b>Medida</b>	<b>Custo por medida</b>	<b>Total</b>
Escavação	252 m <sup>3</sup>	1,58 R\$	398,16
Reaterro	224 m <sup>3</sup>	31,36 R\$	7.024,64
Tubo PVC	460 m	39,74 R\$	18.280,40
Poço de Visita	9	2662,03 R\$	23.958,27
Caixa de gordura	1	202,81 R\$	202,81
Tubo de aço (25 mm)	8	53,89 R\$	431,12
Tubo de aço (15 mm)	12	32,69 R\$	392,28
Registro de gaveta	2	65,22 R\$	130,44
<b>Total</b>		<b>R\$</b>	<b>50.818,12</b>
<b>Rede de água potável (1037 m)</b>			
	<b>Medida</b>	<b>Custo por medida</b>	<b>Total</b>
Escavação	161 m <sup>3</sup>	1,58 R\$	254,30
Reaterro	95 m <sup>3</sup>	31,36 R\$	2.987,04
Lastro de areia	62 m <sup>3</sup>	117,26 R\$	7.295,92
Caixa de inspeção 1	1 m <sup>3</sup>	351,23 R\$	224,79
Caixa de inspeção 2	3	136,14 R\$	408,42
Lastro de concreto	2 m <sup>2</sup>	29,29 R\$	63,85
Boca de lobo	0,2	956,8 R\$	191,36
Tubo PVC	1037 m	11,08 R\$	11.489,96
Joelho 45 de PVC	11	8,64 R\$	95,04
Registro de gaveta	2 m	92,9 R\$	185,80
Joelho de 90 de PVC	7	9,62 R\$	67,34
<b>Total</b>		<b>R\$</b>	<b>23.263,82</b>
<b>Rede de alimentação energética e iluminação pública</b>			
	<b>Medida</b>	<b>Custo por medida</b>	<b>Total</b>
Escavação	617 m <sup>3</sup>	1,58 R\$	974,67
Reaterro	568 m <sup>3</sup>	31,36 R\$	17.797,74
Lastro de concreto	2 m <sup>2</sup>	29,29 R\$	51,84

Lastró de areia	167 m <sup>3</sup>	117,26	R\$	19.588,28
Lastró de brita	2 m <sup>3</sup>	107,79	R\$	161,69
Tubo de concreto (300 mm)	20 m	36,87	R\$	737,40
Envelope de concreto	27 m <sup>3</sup>	436,99	R\$	11.724,44
Aterramento	20	481,93	R\$	9.638,60
Duto conjugado (50 mm)	550 m	15,52	R\$	8.536,00
Duto conjugado (100 mm)	488 m	36,93	R\$	18.021,84
Duto conjugado (40 mm)	554 m	13,47	R\$	7.462,38
Cabo isolado (10 mm <sup>2</sup> )	1200 m	5,33	R\$	6.396,00
Cabo isolado (1,5 mm <sup>2</sup> )	400 m	2,6	R\$	1.040,00
Tampa de concreto	7 m <sup>2</sup>	102,25	R\$	736,20
Luminária refletora	20	1664,04	R\$	33.280,80
Caixa de Inspeção	20	231,8	R\$	4.636,00
<b>Total</b>			<b>R\$</b>	<b>140.783,88</b>
<b>Rede subterrânea de telefone (838 m)</b>				
	<b>Medida</b>	<b>Custo por medida</b>		<b>Total</b>
Escavação	838 m <sup>3</sup>	1,58	R\$	1.324,18
Apiloamento	821 m <sup>2</sup>	13,61	R\$	11.180,07
Lastró de concreto	60 m <sup>2</sup>	29,29	R\$	1.763,84
Tampa de concreto	3 m <sup>2</sup>	102,25	R\$	340,49
Caixa subterranea 1	11	292,81	R\$	3.220,91
Caixa subterranea 2	3	562,53	R\$	1.687,59
Duto conugado	828 m	13,47	R\$	11.153,16
Eletroduto de PVC (60 mm)	3014 m	15,76	R\$	47.500,64
Eletroduto de PVC (85 mm)	114 m	28,55	R\$	3.254,70
Eletroduto de aço	12 m	43,78	R\$	525,36
<b>Total</b>			<b>R\$</b>	<b>81.950,95</b>
<b>Pavimentação (6.226 m<sup>2</sup>)</b>				
	<b>Medida</b>	<b>Custo por medida</b>		<b>Total</b>
Pavimentação intertravada	308 m <sup>2</sup>	49,64	R\$	15.289,12
Guia de concreto	1.016 m <sup>2</sup>	59,36	R\$	60.309,76
Sarjeta	1016 m	27,86	R\$	28.305,76
Abertura e preparo de caixa	4.320 m <sup>2</sup>	7,24	R\$	31.276,80
Imprimação ligante	4.320 m <sup>2</sup>	2,06	R\$	8.899,20
Imprimação	4.320 m <sup>2</sup>	3,35	R\$	14.472,00
Concreto asfáltico	302 m <sup>3</sup>	517,02	R\$	156.346,85
Passeio em concreto	1.598 m <sup>2</sup>	48,11	R\$	76.879,78
<b>Total</b>			<b>R\$</b>	<b>391.779,27</b>
<b>Paisagismo</b>				
	<b>Medida</b>	<b>Custo por medida</b>		<b>Total</b>
Plantio de grama	5.991 m <sup>2</sup>	6,16	R\$	36.904,56
Plantio de árvore ornamental 1	5	47,07	R\$	235,35
Plantio de árvore frutífera 1	10	47,4	R\$	474,00
Plantio de árvore frutífera 2	20	47,4	R\$	948,00
Plantio de árvore ornamental 1	25	55,23	R\$	1.380,75
<b>Total</b>			<b>R\$</b>	<b>39.942,66</b>
<b>Total Infraestrutura (Custos base agosto 2009)</b>			<b>R\$</b>	<b>902.772,01</b>

## Apêndice B – Fluxos de Caixa de Construção

Considerando prazo de obra de 15 meses para Infraestrutura e Práticas de Sustentabilidade. Tempo de execução é relativo à construção em *wood frame*, conforme Item 4.5 do relatório.

### 1.2.1 Infraestrutura

Prazo para início construção 6 meses

Início Obra jul-18

Valor Integral Base (jan/2018) R\$2,119,358.47

Valor Integral Corrigido R\$2,161,664.83

Prazo para conclusão 15 meses

Juros para parcelamento (a.a.) 0.0% 0.00%

#### Fluxo de pagamento

Data	jul-18	ago-18	(...)	set-19
Montante Principal	2,161,664.83	2,017,553.84	(...)	144,110.99
Pagamento Principal	(144,110.99)	(144,110.99)	(...)	(144,110.99)
Juros	-	-	(...)	-
Outros	-	-	(...)	-
Fluxo de caixa	(144,110.99)	(144,110.99)	(...)	(144,110.99)

### 1.2.2 Construção Padrão - Sistema Construtivo Convencional

CUB Alto Padrão (R\$/m<sup>2</sup>) R\$ 1,689.88 /m<sup>2</sup>

Quantidade de casas 28 casas

Área (m<sup>2</sup>) 132.12 m<sup>2</sup>

Custo Total Base R\$ 6,251,478.43

Custo Total Corrigido R\$ 6,376,269.65

Juros para parcelamento (a.a.) 0.0% 0.00%

Prazo para conclusão 24 meses

#### Cálculo Custo (R\$/m<sup>2</sup>)

R1-N	106.44 m <sup>2</sup>	R\$ 1,622.31 /m <sup>2</sup>
R1-A	224.82 m <sup>2</sup>	R\$ 1,933.80 /m <sup>2</sup>
Área Real (m <sup>2</sup> )	132.12 m <sup>2</sup>	R\$ 1,689.88 /m <sup>2</sup>

#### Fluxo de pagamento

Data	jul-18	ago-18	(...)	mai-20	jun-20
Montante Principal	6,376,269.65	6,110,591.75	(...)	531,355.80	265,677.90
Pagamento Principal	(265,677.90)	(265,677.90)	(...)	(265,677.90)	(265,677.90)
Juros	-	-	(...)	-	-
Outros	-	-	(...)	-	-
Fluxo de caixa	(265,677.90)	(265,677.90)	(...)	(265,677.90)	(265,677.90)

## 1.2.3 Construção Wood Frame

CUB Alto Padrão (R\$/m²)	R\$ 1,623.27 /m²	% Custo Sistema Convencional e Wood Frame
		96.06%
Quantidade de casas	28 casas	
Área (m²)	132.12 m²	
Custo Total Base	R\$ 6,005,064.75	
Custo Total Corrigido	R\$ 6,124,937.09	
Juros para parcelamento (a.a.)	0.0%	0.00%
Prazo para conclusão	15 meses	

## Fluxo de pagamento

Data	jul-18	ago-18	(...)	ago-19	set-19
Montante Principal	6,124,937.09	5,716,607.95	(...)	816,658.28	408,329.14
Pagamento Principal	(408,329.14)	(408,329.14)	(...)	(408,329.14)	(408,329.14)
Juros	-	-	(...)	-	-
Outros	-	-	(...)	-	-
Fluxo de caixa	(408,329.14)	(408,329.14)	(...)	(408,329.14)	(408,329.14)

## 1.2.4 - Custo com Energia Fotovoltaica

Quantidade de casas	28 casas	
Custo Unitário por casa	R\$ 30,000.00 /un	
Custo Total Base	R\$ 840,000.00	
Custo Total Corrigido	R\$ 856,767.97	
Juros para parcelamento (a.a.)	0.0%	0.00%
Prazo para conclusão	15 meses	

## Fluxo de pagamento

Data	jul-18	ago-18	(...)	set-19
Montante Principal	856,767.97	799,650.11	(...)	57,117.86
Pagamento Principal	(57,117.86)	(57,117.86)	(...)	(57,117.86)
Juros	-	-	(...)	-
Outros	-	-	(...)	-
Fluxo de caixa	(57,117.86)	(57,117.86)	(...)	(57,117.86)

## 1.2.5 - Custo com Sistema de Reaproveitamento de Água da Chuva

Quantidade de casas	28 casas	
Custo Unitário por casa	R\$ 10,000.00 /un	
Custo Total Base	R\$ 280,000.00	
Custo Total Corrigido	R\$ 285,589.32	
Juros para parcelamento (a.a.)	0.0%	0.00%
Prazo para conclusão	15 meses	

## Fluxo de pagamento

Data	jul-18	ago-18	(...)	set-19
Montante Principal	285,589.32	266,550.04	(...)	19,039.29
Pagamento Principal	(19,039.29)	(19,039.29)	(...)	(19,039.29)
Juros	-	-	(...)	-
Outros	-	-	(...)	-
Fluxo de caixa	(19,039.29)	(19,039.29)	(...)	(19,039.29)

## Apêndice C – Correção INCC-M

Valores compostos conforme cálculo de juros acumulados, seguindo a fórmula de  $P_C$  onde  $P_i$  representa cada percentual mensal de INCC-M:

$$P_C = \prod_{i=1}^n (1 + P_i) - 1$$

INCC-M	Var. Mensal	Var. Consolidada
2009.09	0,07%	0,07%
2009.10	0,13%	0,20%
2009.11	0,18%	0,38%
2009.12	0,20%	0,58%
2010.01	0,52%	1,10%
2010.02	0,35%	1,46%
2010.03	0,45%	1,91%
2010.04	1,17%	3,11%
2010.05	0,93%	4,07%
2010.06	1,77%	5,91%
2010.07	0,62%	6,56%
2010.08	0,22%	6,80%
2010.09	0,20%	7,01%
2010.10	0,15%	7,17%
2010.11	0,36%	7,56%
2010.12	0,59%	8,19%
2011.01	0,37%	8,59%
2011.02	0,39%	9,02%
2011.03	0,44%	9,50%
2011.04	0,75%	10,32%
2011.05	2,03%	12,56%
2011.06	1,43%	14,17%
2011.07	0,59%	14,84%
2011.08	0,16%	15,02%
2011.09	0,14%	15,19%
2011.10	0,20%	15,42%
2011.11	0,50%	15,99%
2011.12	0,35%	16,40%
2012.01	0,67%	17,18%
2012.02	0,42%	17,67%
2012.03	0,37%	18,11%
2012.04	0,83%	19,09%
2012.05	1,30%	20,63%
2012.06	1,31%	22,22%
2012.07	0,85%	23,25%
2012.08	0,32%	23,65%
2012.09	0,21%	23,91%

2012.10	0,24%	24,21%
2012.11	0,23%	24,49%
2012.12	0,29%	24,85%
2013.01	0,39%	25,34%
2013.02	0,80%	26,34%
2013.03	0,28%	26,70%
2013.04	0,84%	27,76%
2013.05	1,24%	29,34%
2013.06	1,96%	31,88%
2013.07	0,73%	32,84%
2013.08	0,31%	33,25%
2013.09	0,43%	33,83%
2013.10	0,33%	34,27%
2013.11	0,27%	34,63%
2013.12	0,22%	34,93%
2014.01	0,70%	35,87%
2014.02	0,44%	36,47%
2014.03	0,22%	36,77%
2014.04	0,67%	37,69%
2014.05	1,37%	39,57%
2014.06	1,25%	41,32%
2014.07	0,80%	42,45%
2014.08	0,19%	42,72%
2014.09	0,16%	42,95%
2014.10	0,20%	43,23%
2014.11	0,30%	43,66%
2014.12	0,25%	44,02%
2015.01	0,70%	45,03%
2015.02	0,50%	45,75%
2015.03	0,36%	46,28%
2015.04	0,65%	47,23%
2015.05	0,45%	47,89%
2015.06	1,87%	50,66%
2015.07	0,66%	51,65%
2015.08	0,80%	52,87%
2015.09	0,22%	53,20%
2015.10	0,27%	53,62%
2015.11	0,40%	54,23%
2015.12	0,12%	54,42%
2016.01	0,32%	54,91%
2016.02	0,52%	55,71%
2016.03	0,79%	56,95%
2016.04	0,41%	57,59%
2016.05	0,19%	57,89%
2016.06	1,52%	60,29%
2016.07	1,09%	62,03%
2016.08	0,26%	62,46%
2016.09	0,37%	63,06%

2016.10	0,17%	63,33%
2016.11	0,17%	63,61%
2016.12	0,36%	64,20%
2017.01	0,29%	64,68%
2017.02	0,53%	65,55%
2017.03	0,36%	66,15%
2017.04	-0,08%	66,01%
2017.05	0,13%	66,23%
2017.06	1,36%	68,49%
2017.07	0,22%	68,86%
2017.08	0,40%	69,54%
2017.09	0,14%	69,77%

## Anexo A – Critérios Green Building (Certificado LEED)

### LEED v4 for Neighborhood Development Summary of changes from LEED 2009

Smart Location and Linkage		
Prerequisite	Smart Location	<ul style="list-style-type: none"> <li>Refined which diverse uses may be counted in Option 4.</li> </ul>
Prerequisite	Imperiled Species and Ecological Communities	<ul style="list-style-type: none"> <li>No substantive changes.</li> </ul>
Prerequisite	Wetland and Water Body Conservation	<ul style="list-style-type: none"> <li>Added prohibition on land reclaimed within last 20 years</li> </ul>
Prerequisite	Agricultural Land Conservation	<ul style="list-style-type: none"> <li>No substantive changes.</li> </ul>
Prerequisite	Floodplain Avoidance	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revised floodplain terminology to align with industry standards</li> <li>Option for standard ASCE 24</li> </ul>
Credit	Preferred Locations	<ul style="list-style-type: none"> <li>No substantive technical changes.</li> </ul>
Credit	Brownfield Remediation	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aligned with BD&amp;C; broader requirements for how a site is designated as a brownfield</li> </ul>
Credit	Access to Quality Transit	<ul style="list-style-type: none"> <li>Title change</li> <li>Option for large projects eliminated</li> <li>Removed option for locating on a site with low VMT</li> </ul>
Credit	Bicycle Facilities	<ul style="list-style-type: none"> <li>Title change</li> <li>Aligned with BD&amp;C; bicycle storage determined on percentage of occupancy</li> <li>Two options provided to recognize bicycle network both within the project and in the project vicinity</li> </ul>
Credit	Housing and Jobs Proximity	<ul style="list-style-type: none"> <li>No substantive changes.</li> </ul>
Credit	Steep Slope Protection	<ul style="list-style-type: none"> <li>Credit restructured for simplicity, clarified appropriate cases for project conditions.</li> </ul>
Credit	Site Design for Habitat or Wetland and Water Body Conservation	<ul style="list-style-type: none"> <li>Protection of lands "in perpetuity" has been replaced with "for the purpose of long-term conservation"</li> </ul>
Credit	Restoration of Habitat or Wetlands and Water Bodies	<ul style="list-style-type: none"> <li>Protection of lands "in perpetuity" has been replaced with "for the purpose of long-term conservation"</li> </ul>
Credit	Long-Term Conservation Management of Habitat or Wetlands and Water Bodies	<ul style="list-style-type: none"> <li>No substantive changes.</li> </ul>

Neighborhood Pattern and Design		
Prerequisite	Walkable Streets	<ul style="list-style-type: none"> <li>Clarified building height to street centerline measurement</li> </ul>
Prerequisite	Compact Development	<ul style="list-style-type: none"> <li>No substantive changes.</li> </ul>
Prerequisite	Connected and Open Community	<ul style="list-style-type: none"> <li>Added case 2 requirements for having no more than 10% of the project area behind gates (exceptions for health care, military, and education)</li> <li>Incorporates interpretation allowing flexibility for smaller projects.</li> </ul>
Credit	Walkable Streets	<ul style="list-style-type: none"> <li>Clarified building height to street centerline measurement</li> </ul>
Credit	Compact Development	<ul style="list-style-type: none"> <li>No substantive changes.</li> </ul>

Credit	Mixed-Use Neighborhoods	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Credit name revised from "Mixed-Use Neighborhood Centers"</li> <li>• Deleted requirements for projects over 40 acres</li> <li>• Refined which diverse uses comply with requirements.</li> <li>• Projects with a retail component must have a transit stop nearby.</li> <li>• Prohibition for counting uses on-site removed.</li> <li>• Streamlined thresholds and have all point levels be at 50% level.</li> </ul>
Credit	Mixed-Income Diverse Communities	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No substantive changes.</li> </ul>
Credit	Reduced Parking Footprint	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deleted bicycle storage requirements.</li> </ul>
Credit	Street Network	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Added requirements for having no more than 10% of the project area behind gates (exceptions for health care, military, and education)</li> </ul>
Credit	Transit Facilities	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No substantive revisions.</li> </ul>
Credit	Transportation Demand Management	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminated option for peak period trip reduction;</li> <li>• Two options for a guaranteed ride home program and flexible work arrangements</li> </ul>
Credit	Access to Civic and Public Space	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modified the large project requirements to require a median park size of at least 1 acre for spaces that are a) over ½ acre and b) counted towards the overarching 90% threshold</li> </ul>
Credit	Access to Recreation Facilities	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No substantive changes.</li> </ul>
Credit	Visitability and Universal Design	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No substantive changes.</li> </ul>
Credit	Community Outreach and Involvement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No substantive changes.</li> </ul>
Credit	Local Food Production	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No substantive changes.</li> </ul>
Credit	Tree-Lined and Shaded Streets	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maximum 50 feet tree spacing length.</li> </ul>
Credit	Neighborhood Schools	<ul style="list-style-type: none"> <li>• New schools must provide a legally binding warrant by time of 1<sup>st</sup> building occupancy, demonstrating the school will be open by time of 50% project occupancy</li> </ul>

Green Infrastructure and Buildings		
Prerequisite	Certified Green Building	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Certified green building is now required to use a rating system that is accredited to the referenced ISO standard vs. "meeting" the ISO standard</li> <li>• Core and Shell buildings no longer required to also use Commercial Interiors</li> </ul>
Prerequisite	Minimum Building Energy Performance	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Credit name revised</li> <li>• Some building types formerly allowed to use the ASHRAE AEDG path have been eliminated, matching the BD&amp;C rating systems</li> <li>• References ASHRAE 90.1-2010</li> <li>• Low-rise residential requirements reference LEED for Homes</li> </ul>
Prerequisite	Indoor Water Use Reduction	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Credit name revised</li> <li>• Design performance requirements added.</li> </ul>
Prerequisite	Construction Activity Pollution Prevention	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Western Washington Stormwater Manual replaced with a reference to the US EPA's Site Runoff Menu of BMPs</li> </ul>
Credit	Certified Green Buildings	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Certified green building is now required to use a rating system that is accredited to the referenced ISO standard vs. "meeting"</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>the ISO standard</li> <li>Core and Shell buildings no longer required to also use Commercial Interiors</li> </ul>
Credit	Optimize Building Energy Performance	<ul style="list-style-type: none"> <li>Credit name revised</li> <li>References ASHRAE 90.1-2010</li> <li>Low-rise residential section references LEED for Homes</li> </ul>
Credit	Indoor Water Use Reduction	<ul style="list-style-type: none"> <li>Credit name revised</li> <li>Design performance requirements added</li> </ul>
Credit	Outdoor Water Use Reduction	<ul style="list-style-type: none"> <li>Credit name revised</li> <li>Only projects with 2500 sf of vegetated space can use the credit (formerly 3% of land area)</li> <li>Explanation of how to reduce water from the baseline.</li> </ul>
Credit	Existing Building Reuse	<ul style="list-style-type: none"> <li>No substantive changes.</li> </ul>
Credit	Historic Resource Preservation and Adaptive Use	<ul style="list-style-type: none"> <li>The National Park Service has been added to approve demolition of historic structures.</li> <li>Guidelines for rehabilitation extended to restoration and preservation</li> <li>Clarified requirements for buildings subject to review.</li> </ul>
Credit	Minimized Site Disturbance in Design and Construction	<ul style="list-style-type: none"> <li>Thresholds changed.</li> </ul>
Credit	Rainwater Management	<ul style="list-style-type: none"> <li>Credit name revised.</li> <li>Method for determining amount of rain to manage and BMPs to use updated.</li> </ul>
Credit	Heat Island	<ul style="list-style-type: none"> <li>Acceptable strategies for nonroof compliance updated.</li> <li>3 yr aged SRI values added</li> <li>Hardscape requirements based on SR to align with industry standards</li> </ul>
Credit	Solar Orientation	<ul style="list-style-type: none"> <li>No substantive changes.</li> </ul>
Credit	Renewable Energy Production	<ul style="list-style-type: none"> <li>Credit name revised</li> <li>Removed reference to an energy simulation tool</li> </ul>
Credit	District Heating and Cooling	<ul style="list-style-type: none"> <li>Method for allowing DHC systems using combined heat and power to meet this credit clarified.</li> </ul>
Credit	Infrastructure Energy Efficiency	<ul style="list-style-type: none"> <li>No substantive changes.</li> </ul>
Credit	Wastewater management	<ul style="list-style-type: none"> <li>No substantive changes.</li> </ul>
Credit	Recycled Content in Infrastructure	<ul style="list-style-type: none"> <li>No substantive changes.</li> </ul>
Credit	Solid Waste Management	<ul style="list-style-type: none"> <li>Credit name revised.</li> <li>Clarified requirements for construction debris; asphalt, brick and concrete capped at 75%</li> </ul>
Credit	Light Pollution Reduction	<ul style="list-style-type: none"> <li>Residential motion sensors have been replaced with BUG rating requirements for individual fixtures.</li> <li>Requirements for street lighting added</li> <li>Clarified how a project with multiple lighting zones complies</li> </ul>

## Anexo B – Tarifas Históricas de Energia Elétrica

Residencial c/ Impostos

624,07 R\$ / MWh

Aneel Jul/2017

Brasil

**Tarifa média de fornecimento de energia elétrica - residencial (R\$ / MWh) - média pelas distribuidoras**

	Brasil	Centro Oeste	Nordeste	Norte	Sudeste	Sul	Taxa crescimento Valor Energia Elétrica	IPCA	Inflação Acumulada
jan-11	R\$ 306,63	R\$ 301,30	R\$ 292,32	R\$ 313,57	R\$ 311,89	R\$ 305,14	0,00%	3.222,42	0,00%
fev-11	R\$ 305,83	R\$ 299,12	R\$ 289,51	R\$ 312,27	R\$ 311,53	R\$ 304,94	-0,26%	3.248,20	0,80%
mar-11	R\$ 306,76	R\$ 301,89	R\$ 290,69	R\$ 314,14	R\$ 312,48	R\$ 305,38	0,04%	3.273,86	1,60%
abr-11	R\$ 309,16	R\$ 305,48	R\$ 290,58	R\$ 314,76	R\$ 316,80	R\$ 304,67	0,83%	3.299,07	2,38%
mai-11	R\$ 313,96	R\$ 318,92	R\$ 300,97	R\$ 316,17	R\$ 319,77	R\$ 306,27	2,39%	3.314,58	2,86%
jun-11	R\$ 314,74	R\$ 324,08	R\$ 304,03	R\$ 316,26	R\$ 318,92	R\$ 308,22	2,64%	3.319,55	3,01%
jul-11	R\$ 314,87	R\$ 322,77	R\$ 303,78	R\$ 318,20	R\$ 317,63	R\$ 313,46	2,69%	3.324,86	3,18%
ago-11	R\$ 316,01	R\$ 325,67	R\$ 304,19	R\$ 320,96	R\$ 317,91	R\$ 316,54	3,06%	3.337,16	3,56%
set-11	R\$ 320,03	R\$ 329,80	R\$ 315,51	R\$ 322,14	R\$ 320,41	R\$ 318,07	4,37%	3.354,85	4,11%
out-11	R\$ 323,79	R\$ 333,44	R\$ 325,34	R\$ 324,79	R\$ 322,88	R\$ 319,55	5,60%	3.369,27	4,56%
nov-11	R\$ 324,96	R\$ 334,91	R\$ 323,51	R\$ 328,46	R\$ 324,42	R\$ 322,10	5,98%	3.386,79	5,10%
dez-11	R\$ 331,17	R\$ 334,43	R\$ 330,97	R\$ 342,92	R\$ 330,96	R\$ 326,03	8,00%	3.403,73	5,63%
jan-12	R\$ 333,23	R\$ 332,54	R\$ 330,51	R\$ 361,49	R\$ 333,89	R\$ 325,20	8,67%	3.422,79	6,22%
fev-12	R\$ 332,91	R\$ 331,46	R\$ 328,47	R\$ 362,64	R\$ 334,10	R\$ 325,44	8,57%	3.438,19	6,70%
mar-12	R\$ 332,05	R\$ 333,27	R\$ 327,08	R\$ 346,70	R\$ 334,23	R\$ 325,57	8,29%	3.445,41	6,92%
abr-12	R\$ 330,50	R\$ 328,48	R\$ 320,55	R\$ 347,03	R\$ 334,22	R\$ 324,48	7,78%	3.467,46	7,60%
mai-12	R\$ 333,09	R\$ 322,87	R\$ 329,05	R\$ 347,56	R\$ 336,52	R\$ 326,29	8,63%	3.479,94	7,99%
jun-12	R\$ 332,51	R\$ 320,86	R\$ 329,68	R\$ 346,02	R\$ 335,44	R\$ 326,69	8,44%	3.482,72	8,08%
jul-12	R\$ 331,78	R\$ 328,81	R\$ 328,61	R\$ 345,23	R\$ 333,65	R\$ 325,89	8,20%	3.497,70	8,54%
ago-12	R\$ 332,13	R\$ 336,58	R\$ 328,73	R\$ 348,69	R\$ 333,52	R\$ 323,13	8,32%	3.512,04	8,99%
set-12	R\$ 332,76	R\$ 344,02	R\$ 331,20	R\$ 351,39	R\$ 333,53	R\$ 318,77	8,52%	3.532,06	9,61%
out-12	R\$ 334,92	R\$ 361,81	R\$ 332,80	R\$ 349,67	R\$ 334,23	R\$ 319,29	9,23%	3.552,90	10,26%
nov-12	R\$ 336,25	R\$ 361,42	R\$ 332,64	R\$ 349,81	R\$ 337,09	R\$ 318,92	9,66%	3.574,22	10,92%
dez-12	R\$ 338,74	R\$ 365,93	R\$ 332,40	R\$ 352,07	R\$ 341,37	R\$ 319,61	10,47%	3.602,46	11,79%
jan-13	R\$ 339,00	R\$ 360,41	R\$ 330,62	R\$ 349,27	R\$ 343,81	R\$ 319,72	10,56%	3.633,44	12,75%
fev-13	R\$ 293,49	R\$ 314,71	R\$ 287,62	R\$ 304,50	R\$ 296,87	R\$ 276,42	-4,29%	3.655,24	13,43%
mar-13	R\$ 276,76	R\$ 295,72	R\$ 273,03	R\$ 289,50	R\$ 279,79	R\$ 258,06	-9,74%	3.672,42	13,96%
abr-13	R\$ 276,83	R\$ 294,25	R\$ 273,64	R\$ 289,53	R\$ 279,63	R\$ 257,72	-9,72%	3.692,62	14,59%
mai-13	R\$ 277,39	R\$ 289,82	R\$ 269,64	R\$ 288,50	R\$ 282,76	R\$ 258,78	-9,54%	3.706,28	15,02%
jun-13	R\$ 276,79	R\$ 288,82	R\$ 268,82	R\$ 288,10	R\$ 282,24	R\$ 258,49	-9,73%	3.715,92	15,31%
jul-13	R\$ 276,46	R\$ 289,29	R\$ 268,48	R\$ 288,15	R\$ 281,84	R\$ 258,96	-9,84%	3.717,03	15,35%
ago-13	R\$ 277,55	R\$ 287,42	R\$ 268,34	R\$ 292,37	R\$ 282,21	R\$ 263,74	-9,48%	3.725,95	15,63%
set-13	R\$ 279,20	R\$ 289,36	R\$ 266,15	R\$ 301,98	R\$ 282,75	R\$ 269,57	-8,95%	3.738,99	16,03%
out-13	R\$ 280,15	R\$ 292,90	R\$ 265,26	R\$ 303,51	R\$ 284,26	R\$ 268,89	-8,64%	3.760,30	16,69%
nov-13	R\$ 282,12	R\$ 291,61	R\$ 265,34	R\$ 302,31	R\$ 287,45	R\$ 272,02	-7,99%	3.780,61	17,32%
dez-13	R\$ 283,80	R\$ 292,11	R\$ 265,39	R\$ 310,39	R\$ 289,23	R\$ 273,72	-7,45%	3.815,39	18,40%
jan-14	R\$ 285,75	R\$ 289,86	R\$ 266,45	R\$ 316,05	R\$ 292,40	R\$ 275,56	-6,81%	3.836,38	19,05%

fev-14	R\$ 285,95	R\$ 290,93	R\$ 265,57	R\$ 316,56	R\$ 292,61	R\$ 276,09	-6,74%	3.862,84	19,87%
mar-14	R\$ 285,75	R\$ 290,98	R\$ 265,80	R\$ 317,12	R\$ 292,32	R\$ 274,42	-6,81%	3.898,38	20,98%
abr-14	R\$ 286,73	R\$ 293,92	R\$ 266,83	R\$ 315,13	R\$ 293,72	R\$ 274,33	-6,49%	3.924,50	21,79%
mai-14	R\$ 296,78	R\$ 301,63	R\$ 287,44	R\$ 314,05	R\$ 302,33	R\$ 281,04	-3,21%	3.942,55	22,35%
jun-14	R\$ 298,14	R\$ 302,13	R\$ 292,14	R\$ 313,66	R\$ 302,58	R\$ 283,63	-2,77%	3.958,32	22,84%
jul-14	R\$ 302,64	R\$ 302,35	R\$ 292,26	R\$ 320,29	R\$ 306,75	R\$ 294,23	-1,30%	3.958,72	22,85%
ago-14	R\$ 311,59	R\$ 301,79	R\$ 291,83	R\$ 328,25	R\$ 313,87	R\$ 326,17	1,62%	3.968,62	23,16%
set-14	R\$ 320,97	R\$ 318,35	R\$ 305,08	R\$ 355,95	R\$ 320,20	R\$ 328,17	4,68%	3.991,24	23,86%
out-14	R\$ 326,41	R\$ 340,44	R\$ 313,51	R\$ 357,38	R\$ 324,04	R\$ 328,24	6,45%	4.008,00	24,38%
nov-14	R\$ 330,59	R\$ 341,03	R\$ 313,54	R\$ 363,92	R\$ 331,48	R\$ 328,87	7,81%	4.028,44	25,01%
dez-14	R\$ 334,67	R\$ 340,58	R\$ 314,00	R\$ 368,03	R\$ 338,37	R\$ 331,26	9,14%	4.059,86	25,99%
jan-15	R\$ 347,96	R\$ 351,33	R\$ 327,24	R\$ 368,49	R\$ 351,58	R\$ 350,59	13,48%	4.110,20	27,55%
fev-15	R\$ 355,99	R\$ 361,84	R\$ 328,44	R\$ 373,77	R\$ 361,65	R\$ 361,11	16,10%	4.160,34	29,11%
mar-15	R\$ 394,62	R\$ 407,11	R\$ 345,00	R\$ 389,10	R\$ 407,06	R\$ 412,63	28,70%	4.215,26	30,81%
abr-15	R\$ 437,41	R\$ 462,11	R\$ 351,89	R\$ 398,56	R\$ 462,56	R\$ 470,20	42,65%	4.245,19	31,74%
mai-15	R\$ 443,60	R\$ 460,25	R\$ 373,78	R\$ 403,17	R\$ 466,74	R\$ 473,24	44,67%	4.276,60	32,71%
jun-15	R\$ 446,16	R\$ 462,85	R\$ 380,44	R\$ 404,33	R\$ 468,33	R\$ 474,78	45,50%	4.310,39	33,76%
jul-15	R\$ 451,69	R\$ 459,39	R\$ 379,94	R\$ 404,43	R\$ 474,64	R\$ 489,12	47,31%	4.337,11	34,59%
ago-15	R\$ 451,36	R\$ 459,64	R\$ 378,65	R\$ 415,44	R\$ 469,93	R\$ 494,37	47,20%	4.346,65	34,89%
set-15	R\$ 451,65	R\$ 470,70	R\$ 384,87	R\$ 410,50	R\$ 469,30	R\$ 494,38	47,29%	4.370,12	35,62%
out-15	R\$ 453,46	R\$ 481,13	R\$ 387,68	R\$ 419,38	R\$ 468,32	R\$ 491,70	47,89%	4.405,95	36,73%
nov-15	R\$ 459,69	R\$ 481,38	R\$ 387,01	R\$ 430,04	R\$ 479,32	R\$ 493,75	49,92%	4.450,45	38,11%
dez-15	R\$ 463,55	R\$ 479,38	R\$ 388,22	R\$ 428,86	R\$ 488,89	R\$ 495,83	51,18%	4.493,17	39,43%
jan-16	R\$ 466,69	R\$ 462,92	R\$ 390,19	R\$ 428,27	R\$ 492,40	R\$ 495,30	52,20%	4.550,23	41,21%
fev-16	R\$ 465,97	R\$ 467,69	R\$ 382,89	R\$ 444,90	R\$ 487,37	R\$ 499,97	51,96%	4.591,18	42,48%
mar-16	R\$ 458,67	R\$ 471,18	R\$ 382,04	R\$ 449,34	R\$ 481,14	R\$ 485,04	49,58%	4.610,92	43,09%
abr-16	R\$ 453,99	R\$ 460,76	R\$ 379,68	R\$ 444,10	R\$ 478,06	R\$ 470,20	48,06%	4.639,05	43,96%
mai-16	R\$ 455,66	R\$ 467,97	R\$ 398,11	R\$ 442,95	R\$ 477,53	R\$ 462,23	48,60%	4.675,23	45,08%
jun-16	R\$ 456,07	R\$ 467,00	R\$ 404,40	R\$ 443,25	R\$ 476,78	R\$ 461,77	48,74%	4.691,59	45,59%
jul-16	R\$ 451,84	R\$ 466,67	R\$ 403,17	R\$ 448,54	R\$ 473,38	R\$ 443,73	47,36%	4.715,99	46,35%
ago-16	R\$ 448,17	R\$ 467,87	R\$ 403,86	R\$ 435,57	R\$ 470,12	R\$ 434,65	46,16%	4.736,74	46,99%
set-16	R\$ 452,11	R\$ 484,75	R\$ 408,43	R\$ 470,52	R\$ 467,47	R\$ 433,12	47,44%	4.740,53	47,11%
out-16	R\$ 450,18	R\$ 468,49	R\$ 409,83	R\$ 469,58	R\$ 466,86	R\$ 430,68	46,82%	4.752,86	47,49%
nov-16	R\$ 447,46	R\$ 460,83	R\$ 413,38	R\$ 470,61	R\$ 459,27	R\$ 437,24	45,93%	4.761,42	47,76%
dez-16	R\$ 443,18	R\$ 459,77	R\$ 412,51	R\$ 481,79	R\$ 451,71	R\$ 431,15	44,53%	4.775,70	48,20%
jan-17	R\$ 440,08	R\$ 455,37	R\$ 408,84	R\$ 490,38	R\$ 449,76	R\$ 421,14	43,52%	4.793,85	48,77%
fev-17	R\$ 439,08	R\$ 454,38	R\$ 408,63	R\$ 487,85	R\$ 449,28	R\$ 420,45	43,20%	4.809,67	49,26%
mar-17	R\$ 445,56	R\$ 460,45	R\$ 414,02	R\$ 493,65	R\$ 454,90	R\$ 430,22	45,31%	4.821,69	49,63%
abr-17	R\$ 435,37	R\$ 440,61	R\$ 395,30	R\$ 480,73	R\$ 449,54	R\$ 421,35	41,99%	4.828,44	49,84%
mai-17	R\$ 429,65	R\$ 439,94	R\$ 404,35	R\$ 485,84	R\$ 435,19	R\$ 414,32	40,12%	4.843,41	50,30%
jun-17	R\$ 445,02	R\$ 453,81	R\$ 420,91	R\$ 494,10	R\$ 452,51	R\$ 426,08	45,13%	4.832,27	49,96%
jul-17	R\$ 443,73	R\$ 451,98	R\$ 421,58	R\$ 493,73	R\$ 449,05	R\$ 428,39	44,71%	4.843,87	50,32%

