

**DIEGO OHARA SILVA  
ERICK RODRIGUES BRITO**

**EMPREENDIMENTO IMOBILIÁRIO UNIFAMILIAR COM  
CONCEITOS DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL**

Projeto de Formatura apresentado à  
Escola Politécnica da Universidade de  
São Paulo, no âmbito do Curso de  
Engenharia Civil.

São Paulo  
2013

**DIEGO OHARA SILVA  
ERICK RODRIGUES BRITO**

**EMPREENHIMENTO IMOBILIÁRIO UNIFAMILIAR COM  
CONCEITOS DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL**

Projeto de Formatura apresentado à  
Escola Politécnica da Universidade de São  
Paulo, no âmbito do Curso de Engenharia  
Civil.

Orientador: Prof. Dr. José Carlos Mierzwa

São Paulo  
2013

**Silva, Diego Ohara**

**Empreendimento imobiliário unifamiliar com conceitos de sustentabilidade ambiental / D.O. Silva, E.R. Brito. -- São Paulo, 2013.**

**140 p.**

**Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental.**

**1.Construção civil (Aspectos ambientais) 2.Sustentabilidade  
I.Brito, Erick Rodrigues II.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental  
III.t.**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos ao professor Dr. José Carlos Mierzwa pela orientação deste trabalho de conclusão de curso. Certamente sem seu auxílio e mão amiga não teríamos conseguido experiência e conhecimentos necessários para atingir nossa meta.

Agradecemos aos colegas de turma que durante os anos de graduação nos forneceram conselhos, risadas, companheirismo e ajuda para enfrentar todas as dificuldades e limites impostos no aprendizado científico e de vida.

Agradecemos aos nossos amigos pela compreensão e por todo apoio emocional. Aproveitamos para pedi-lhes desculpas pelas ausências durante esses anos, e informar que tudo isso foi necessário e que anos melhores virão.

Agradecemos à nossa família, pois sem ela nada do que fizemos até hoje faria menor sentido. A família é o que nos dá união, nos dá base e nos guia pelos caminhos que escolhemos. A família que nos dá forças pra seguir em frente e é ela que enxergamos quando olhamos para o passado, presente e futuro.

## RESUMO

A preocupação com o meio ambiente já não é algo tão recente assim. O crescimento populacional mundial é cada vez maior e isso se reflete sobre a crescente demanda sobre recursos naturais. E não poderia ser diferente no setor de construção civil.

Medidas de construção sustentável são processos para restabelecer e manter a harmonia entre o ambiente natural e construído pelo homem, criando estabelecimentos que conferem dignidade humana e estimulam a igualdade econômica. Isso se manifesta de forma concreta em processos de melhoria de construção, gerando novos modos de construir. Para garantir de fato um modo sustentável de construção civil surgem processos de certificação ambiental como o LEED e o AQUA.

Neste trabalho são apresentados conceitos e alternativas ambientais para aproveitamento de energia alternativa, aproveitamento de água de chuva, uso de materiais de construção sustentáveis e uso racional dos recursos disponíveis na construção e operação de um empreendimento. Observa-se a ênfase na concepção dos projetos de hidráulica e projeto de elétrica, pois se acredita no maior potencial de redução desses recursos.

Visando ratificar o uso de soluções ambientais na construção de forma economicamente viável é feita uma comparação de custos de um empreendimento unifamiliar com construção padrão, tendo em vista que seu horizonte está focado na vida útil do empreendimento e não somente na fase de concepção e construção.

Empregar soluções ambientalmente corretas aumenta a qualidade de vida do usuário da edificação, gera economia de água, energia e manutenção, além de diminuir a produção de resíduos sólidos, contribuindo para o desenvolvimento sócio-econômico-ambiental do entorno do empreendimento. Sendo assim, o empreendimento sustentável, além de buscar conceitos de sustentabilidade ambiental, se tornará também mais rico, competitivo e atrativo, passando casa vez mais a ser mais bem recebido pelo mercado.

Palavras chave: Construção Sustentável, AQUA, LEED, São José dos Campos.

## ABSTRACT

The concern about the environment is no longer recent. The world population growth is increasing and this is reflected on the elevated demand on natural resources. And it could not be different in the construction industry.

Sustainable construction measures are processes to restore and maintain harmony between the natural environment and the one that is built by man, creating institutions which confer human dignity and encourage economic equality. This is manifested concretely in improving construction processes, generating new ways of building. To ensure indeed a sustainable mode of construction, processes of environmental certification such as LEED and AQUA arise.

In this paper we present concepts and environmental alternatives to the use of alternative energy, rain water, sustainable construction materials and rational use of available resources in construction and operation of an enterprise. Note the emphasis in the conception of hydraulic and electric projects, because it is believed in the greatest reduction potential of these resources.

In order to ratify the use of environmental solutions in construction in an economic viable way, it is done a comparison of costs of an uni family with standard construction, in view of that its horizon is focused in the useful life of the enterprise and not only in the conception and construction phases.

Employ environmentally friendly solutions increases the quality of life of the user of the building, generates water economy, energy and maintenance, beyond decrease solid residues production, contributing to the socio-economic and environmental development that surrounds the project. Thus, the sustainable enterprise, beyond seek for concepts of environmental sustainability, will become richer, competitive and attractive, receiving more attention from the market.

Key-words: Sustainable construction, AQUA, LEED, São José dos Campos

## SUMÁRIO

1	Introdução .....	7
2	Objetivos .....	12
3	Metodologia.....	14
4	Revisão bibliográfica .....	15
4.1	AQUA – alta qualidade ambiental .....	15
4.2	Processo AQUA .....	15
4.3	Aplicação.....	17
4.4	Implantação do Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE) .....	18
4.5	QAE – Qualidade Ambiental do Edifício.....	19
4.6	Documentos de apoio .....	32
4.7	leed – LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN .....	33
4.8	Como participar do <i>LEED for Homes</i> .....	35
4.9	Visão global do sistema de classificação .....	35
4.10	Recursos especiais do sistema de avaliação.....	37
4.11	Interpretação dos créditos e requisitos de inovação no projeto .....	39
4.12	Créditos no LEED for Homes Rating System.....	40
4.13	Aplicação das categorias do <i>LEED</i> .....	42
5	Materiais sustentáveis.....	67
6	Características gerais do empreendimento.....	71
7	Pontos a serem observados antes da construção .....	78
	Desenvolvimento do Estudo de Caso.....	81
8	Escolha do processo de construção ambiental .....	81
9	Características do local de construção.....	82
10	Projeto de Arquitetura .....	88
10.1	Resumo.....	88
10.2	Detalhes do projeto.....	88
11	Projeto de Elétrica.....	92
11.1	Resumo.....	92
11.2	Documentos de referência .....	92
11.3	Descrição dos serviços .....	92
11.4	Memória de cálculo.....	92
11.5	Quantitativo de materiais .....	102
11.6	Orçamento .....	105
11.7	Análise do projeto .....	107
12	Projeto de Hidráulica .....	112
13	Análise de custos .....	125
	Conclusões.....	132
	Referências bibliográficas.....	135

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Responsáveis em cada etapa do processo de construção civil .....	10
Figura 2: Categorias do Sistema AQUA .....	17
Figura 3: Categorias de créditos com requerimentos de pontuação mínima para o LEED for Homes. ....	37
Figura 4: Diagrama da categoria de Inovação e Processo de Projeto / Fonte: <i>LEED for Homes</i> .....	42
Figura 5: Diagrama da categoria de Localização e Ligações / Fonte: <i>LEED for Homes</i> .....	45
Figura 6: Quadro de recurso básico da comunidade.....	48
Figura 7: Diagrama da categoria Terrenos Sustentáveis / Fonte: <i>LEED for Homes</i> .	49
Figura 8: Diagrama da categoria de Eficiência com Relação ao Uso da Água / Fonte: <i>LEED for Homes</i> .....	52
Figura 9: Diagrama da categoria Energia e Atmosfera / Fonte: <i>LEED for Homes</i> .....	54
Figura 10: Diagrama da categoria Materiais e Recursos / Fonte: <i>LEED for Homes</i> ..	59
Figura 11: Diagrama da categoria Qualidade do Ambiente Interior / Fonte: <i>LEED for Homes</i> .....	61
Figura 12: Diagrama da categoria Sensibilização e Educação / Fonte: <i>LEED for Homes</i> .....	65
Figura 13: Vista panorâmica da cidade de São José dos Campos .....	71
Figura 14: Gráfico pluviométrico de São José dos Campos.....	72
Figura 15: pontos de ônibus nas proximidades do terreno.....	74
Figura 16: Parque Municipal Roberto Burle Marx.....	76
Figura 17: Área de proteção ambiental de banhado .....	77
Figura 18: Vista frontal do terreno .....	82
Figura 19: Vista do terreno .....	82
Figura 20: Vista dos fundos do terreno .....	83
Figura 21: Vista lateral do terreno .....	83
Figura 22: Vista aérea do terreno / Fonte: Google Maps .....	83
Figura 23: detalhe do mapa da ZR1 .....	84
Figura 24: gráfico de valor de residência no condomínio esplanada do sol .....	86
Figura 25: exemplo de valor de residência no condomínio esplanada do sol .....	87
Figura 26: Adesivo de Advertência.....	100
Figura 27 bacia com sistema de descarga dual flush.....	115
Figura 28: válvula para chuveiro de fechamento automático .....	116
Figura 29: torneira de fechamento automático .....	116
Figura 30: bacia sanitária com caixa acoplada.....	116
Figura 31: sistema de aproveitamento de água de chuva .....	119
Figura 32: detalhe de calha na cobertura da edificação .....	119
Figura 33: detalhe do filtro de águas pluviais .....	120
Figura 34: bomba d'água periférica para recalque de águas pluviais .....	121
Figura 35: detalhe de calha na cobertura da edificação .....	126

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tabela de pontuação para cada nível de certificação no LEED for Homes .....	34
Tabela 2: Dados climatológicos de São José dos Campos.....	72
Tabela 3: Linhas de Ônibus.....	75
Tabela 4: Quadro resumo de atividades para legalizar empreendimentos .....	80
Tabela 5: Características de uso e ocupação dos lotes nas zonas de uso ZR1 .....	85
Tabela 6: Áreas das Dependências do Pavimento Superior .....	89
Tabela 7: Áreas das Dependências do Pavimento Inferior .....	89
Tabela 8: Tabela Técnica de Detalhes do Aquecedor a Gás .....	90
Tabela 9: Dimensionamento mínimo do pavimento superior .....	94
Tabela 10: Dimensionamento mínimo do pavimento inferior .....	95
Tabela 11: Dimensionamento de condutores e disjuntores.....	97
Tabela 12: Dimensionamento de eletrodutos .....	97
Tabela 13: Circuitos terminais do pavimento superior.....	98
Tabela 14: Quadro Medidor.....	99
Tabela 15: Fatores de demanda para iluminação e PTUG .....	101
Tabela 16: Fatores de demanda PTUE.....	102
Tabela 17: Fatores de demanda PTUE.....	102
Tabela 18: Quantidade de conduites e cabos necessários para o pavimento superior .....	103
Tabela 19: Quantidade de conduites e cabos necessários para o pavimento inferior .....	103
Tabela 20: Quantidade de materiais elétricos para o pavimento superior.....	104
Tabela 21: Quantidade de materiais elétricos para o pavimento inferior e Total.....	105
Tabela 22: Orçamento.....	106
Tabela 23: Dados obtidos nos ensaios para a lâmpada incandescente.....	108
Tabela 24: Dados obtidos nos ensaios para a lâmpada fluorescente compacta.....	108
Tabela 25: Dados obtidos nos ensaios para a lâmpada LED.....	108
Tabela 26: Resultados comparativos dos ensaios .....	109
Tabela 27: Análise simplificada de custos comparativos dos três tipos de lâmpadas. ....	110
Tabela 28: quantitativo de materiais hidráulicos.....	113
Tabela 29 .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Tabela 30: consumo de água projeto convencional – edifício Mundo.....	117
Tabela 31: consumo de água com utilização de dispositivos economizadores de água – edifício Mundo .....	117
Tabela 32: características da água de aproveitamento de chuva de acordo com tipo de uso .....	121
Tabela 33: parâmetros de qualidade de água de chuva .....	122
Tabela 34: frequência de manutenção e limpeza de componentes do sistema de aproveitamento de água pluviais.....	123
Tabela 35: quantidade de lâmpadas no empreendimento .....	127
Tabela 35: custos materiais economizadores de água .....	129
Tabela 36: estimativa do volume de águas pluviais no reservatório inferior .....	129
Tabela 37: custos equipamentos sistema de aproveitamento de águas pluviais ....	130

## 1 INTRODUÇÃO

No relatório intitulado “Nosso futuro comum”, também conhecido como relatório de Brundtland, de 1987, aparece pela primeira vez a definição de desenvolvimento sustentável: “desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades”. O contexto no qual esse relatório foi produzido foi de países industrializados e as nações em desenvolvimento com seus recursos naturais em risco de escassez, economia instável, modo de produção comprometido e queda brusca de qualidade de vida e ambiental.

O relatório apontou a incompatibilidade do desenvolvimento sustentável e os padrões de produção e consumo da época. Foram propostas uma série de medidas para promover o desenvolvimento sustentável, tais como:

- ✓ Limitação do crescimento populacional;
- ✓ Garantia de recursos básicos (água, alimentos, energia) a longo prazo;
- ✓ Preservação da biodiversidade dos ecossistemas;
- ✓ Diminuição do consumo de energia e desenvolvimento de tecnologias com uso de fontes energéticas renováveis;
- ✓ Aumento da produção industrial nos países não-industrializados com base em tecnologias ecologicamente adaptadas;
- ✓ Controle da urbanização desordenada e integração entre campo e cidades menores;
- ✓ Atendimento das necessidades básicas (saúde, escola, moradia).

E também medidas em âmbito internacional:

- ✓ Adoção da estratégia de desenvolvimento sustentável pelas organizações de desenvolvimento (órgãos e instituições internacionais de financiamento);
- ✓ Proteção dos ecossistemas supranacionais como a Antártica, oceanos, etc., pela comunidade internacional;
- ✓ Banimento das guerras;

- ✓ Implantação de um programa de desenvolvimento sustentável pela Organização das Nações Unidas (ONU).

Com alguns novos conceitos introduzidos nesse relatório e maior preocupação com o meio ambiente as pesquisas e os estudos sobre o modo de produção sustentável ganharam força. Mobilizações ambientais e debates em universidades e conferências se tornaram mais frequentes.

Todo esforço na preparação de dados e divulgação de resultados de 1987 culminou na conferência das Nações Unidas sobre o ambiente e desenvolvimento. Essa conferência que contou com representantes de 179 países, aconteceu no Rio de Janeiro em 1992 e apresentou ações prioritárias, descritas num documento chamado Agenda 21, bem como políticas de planejamento de modo a atingir um desenvolvimento sustentável.

Os temas fundamentais da Agenda 21 estão tratados em 41 capítulos organizados em um preâmbulo e quatro seções:

- ✓ Seção I. Dimensões sociais e econômicas;
- ✓ Seção II. Conservação e gestão dos recursos para o desenvolvimento;
- ✓ Seção III. Fortalecimento do papel dos grupos principais
- ✓ Seção IV. Meios de execução

Cada país desenvolveu sua própria Agenda 21 com suas respectivas prioridades. A versão brasileira foi criada em 1997 com o propósito de firmar compromissos da sociedade brasileira com o desenvolvimento sustentável e, com isto, promover padrões de consumo e produção sustentáveis (AGENDA 21 BRASILEIRA, 2004).

Atualmente, todas as atividades desenvolvidas pela sociedade, em especial no meio urbano, são potencialmente geradoras de impactos ambientais negativos, que vão desde o consumo descontrolado de recursos naturais até situações alarmantes de poluição. Contudo por diversos motivos, em diversos ramos da atividade econômica, ainda não presenciamos a adoção plena das medidas ambientais que beneficiam o desenvolvimento sustentável.

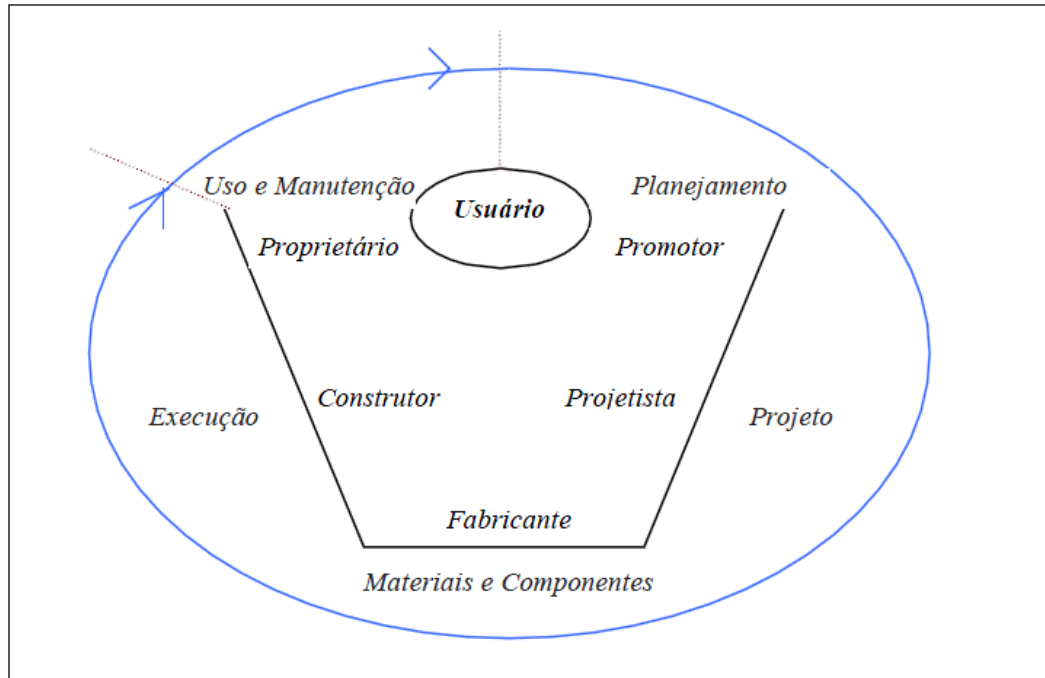
Não é diferente no modo de produção da construção civil. O setor de construção civil é responsável pelo consumo de quase metade dos recursos naturais do planeta, 40% do consumo de energia e 34% do consumo de água. Mesmo com essas altas taxas são encontrados em obras pelo país desperdícios de insumos, uso irracional de energia, mau planejamento e projetos imprecisos. O desperdício na construção foi investigado de forma bastante abrangente e em nível nacional, onde foram pesquisados 85 canteiros de 75 empresas construtoras em 12 estados, medindo o consumo e perdas relativos a 18 tipos de materiais e diversos serviços.

A pesquisa, coordenada por Souza e Agopyan, constatou uma grande variedade de desempenho entre diversas empresas de construção civil, tais como perdas mínimas (2,5%) comparáveis aos melhores índices internacionais, e ao mesmo tempo, um desperdício alarmante (133%), devido às muitas falhas cometidas na empresa. Também foram constatadas diferenças dentro de uma mesma empresa, de um serviço para outro. O estudo mostrou, principalmente, que o desperdício, em média, é muito menor que o legendário e divulgado desperdício de 30%, ou de um edifício a cada três construídos. Por exemplo, no caso do concreto usinado, a maior perda registrada foi de 23,34% e a média ficou em 9,59% (Souza; Agopyan, 1999).

As perdas de material são destaque quando se trata de desperdício na construção civil, por ser a parcela visível e também porque o consumo desnecessário de material resulta numa alta produção de resíduos, causa transtornos nas cidades, reduz a disponibilidade futura de materiais e energia e provoca uma demanda desnecessária no sistema de transporte, além da alta participação dos materiais na composição do CUB (70%).

O desperdício se origina em todas as etapas do processo de construção civil, que são: planejamento, projeto, fabricação de materiais e componentes, execução, uso e manutenção.

A Figura apresenta as etapas do processo de construção civil e seus respectivos responsáveis:



**Figura 1: Responsáveis em cada etapa do processo de construção civil**

Os desperdícios da Construção Civil não ocorrem apenas no momento da execução de uma obra. São decorrência de um processo formado de várias etapas e composto de diferentes empresas e pessoas.

Na Execução das obras da Construção Civil, os fatores que influenciam na produtividade e que, conseqüentemente, acarretam desperdícios, são identificados por SERPELL (1993) como:

- ✓ Deficiências de projeto e planejamento que dificultam a construtibilidade da obra e que, normalmente, são causados pela falta de detalhamento no projeto e na exatidão de sua concepção;
- ✓ Ineficiência da gestão administrativa que enfatiza a correção dos problemas ao invés da prevenção dos mesmos. Isto ocorre devido ao pouco envolvimento dos administradores com o processo produtivo;

- ✓ Métodos ultrapassados e/ou inadequados de trabalho que não observam as experiências advindas de projetos anteriores, o que ocasiona a repetição dos erros;
- ✓ Pouca vinculação da obra com as atividades denominadas de apoio, como: compras, estoques e manutenção;
- ✓ Problemas com os recursos humanos decorrentes da pouca especialização da mão de obra e alta taxa de 'turnover' do setor;
- ✓ Deficiências dos métodos utilizados para o controle de custos projetados e executados.

Considerando o cenário atual de desperdícios e perdas, pode-se ver que o modo como os empreendimentos da construção civil são realizados se mostra insustentável. Medidas devem ser tomadas para prover a sustentabilidade ambiental e também prover viabilidade econômica, justiça social e aceitação cultural. Podem-se citar medidas, tais como:

- ✓ Uso de novos materiais na construção;
- ✓ Reestruturação da distribuição de zonas residenciais e industriais;
- ✓ Aproveitamento e consumo de fontes alternativas de energia, como a solar, a eólica e a geotérmica;
- ✓ Uso racional de materiais, ferramentas e processos;
- ✓ Reciclagem de materiais reaproveitáveis;
- ✓ Consumo racional de água.

A adoção dessas medidas visa a construção sustentável em um processo para restabelecer e manter a harmonia entre os ambiente natural e construído pelo homem, criando estabelecimentos que confirmem a dignidade humana e estimulem a igualdade econômica. E se manifestam em processos de melhoria de construção, gerando modos novos de construir. Podemos citar como exemplos desses processos o LEED e o AQUA.

## 2 OBJETIVOS

O tema sustentabilidade já é um grande foco de atenções e merece o devido destaque no ramo da construção civil. Nos últimos anos, foi possível perceber a grande importância que as empresas de todos os setores da economia têm dado ao tema.

Essa importância é muitas vezes expressa sobre forma de marketing, chegando ao patamar de marca lançada por empresas como forma de se destacar perante as demais. Esse conceito aumenta o valor dos empreendimentos, tornando-os mais competitivos no mercado.

Empregar soluções ambientalmente corretas aumenta a qualidade de vida do usuário da edificação, gera economia de água, energia e manutenção, além de diminuir a produção de resíduos sólidos, contribuindo para o desenvolvimento sócio-econômico-ambiental do entorno do empreendimento.

Sendo assim, o empreendimento sustentável, além de buscar conceitos de sustentabilidade ambiental, se tornará também mais rico, competitivo e atrativo, passando casa vez mais a ser mais bem recebido pelo mercado.

Tendo em vista o cenário atual em que a engenharia civil se encontra, busca-se com este trabalho uma forma de construir empreendimentos habitacionais unifamiliares utilizando conceitos de sustentabilidade ambiental empregando soluções sustentáveis e metodologias já estudadas por profissionais competentes da área. Há de se ter em vista que esse processo não é somente sustentável do ponto de vista ambiental, mas também do ponto de vista econômico e social.

Visando garantir a correta introdução de conceitos ambientais no empreendimento são usadas algumas diretrizes estabelecidas por institutos de certificação de empreendimentos sustentáveis como, por exemplo, a Fundação Vanzolini e seu sistema AQUA (Alta Qualidade Ambiental). A proposta não é a certificação do empreendimento, mas sim usar suas diretrizes para alcançar a sustentabilidade ou,

pelo menos, minimizar aspectos negativos nas fases de planejamento, construção e operação da vida útil da habitação.

É esperado que o empreendimento sustentável apresente maiores custos iniciais (fase de produção) quando comparado a um empreendimento comum, contudo estimasse que a amortização desses ocorra durante sua vida útil (fase de operação). Ainda se espera que o empreendimento agregue valor e tenha maior aceitação do mercado imobiliário devido a sua característica de sustentabilidade ambiental.

### 3 METODOLOGIA

Neste trabalho são apresentados conceitos e alternativas ambientais para o aproveitamento de energia alternativa (uso de lâmpadas mais econômicas e aproveitamento de energia solar por painel fotovoltaico), reuso de água de chuvas e drenagem, uso de materiais de construção sustentáveis (bloco especial de alvenaria, agregados, madeira, pintura) e uso racional dos recursos disponíveis na construção e operação de um empreendimento. A fonte para pesquisa foi diversa: normas brasileiras e internacionais, processos de certificação ambiental, revistas e sites especializados e notas de aulas do curso de engenharia civil. Tudo isso contribuiu para dar respaldo técnico e embasamento teórico ao relatório.

O estudo de caso aplica parte desses conceitos conferindo ao trabalho caráter prático. Para conferir maior realidade a essa proposta foi escolhido um terreno na Rua Armando Lourenço, 110 pertencente ao condomínio Esplanada do Sol localizado no município de São José dos Campos e levantaram-se dados sobre seu entorno, desde características climáticas da região até legislação para construir e rede de transporte urbano. Os conceitos ambientais são explorados na elaboração dos projetos de hidráulica e elétrica que se baseiam na referência bibliográfica do relatório.

Por fim, visando ratificar o uso de soluções ambientais na construção de forma economicamente viável é feita uma comparação de custos de um empreendimento unifamiliar com construção padrão e o apresentado neste relatório. Salienta-se que a comparação se dá em projetos específicos de hidráulica e elétrica e seu horizonte está focado na vida útil do empreendimento e não somente na fase de concepção e construção.

## 4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1 AQUA – alta qualidade ambiental

O Referencial Técnico de Certificação – Edifícios habitacionais – Processo AQUA foi desenvolvido no âmbito de um convênio de cooperação da Fundação Carlos Alberto Vanzolini (FCAV) com a *Certification Qualité Logement* (CERQUAL) – organismo francês certificador da qualidade da habitação e filial da Associação QUALITEL – publicado em fevereiro de 2010.

O Processo AQUA foi adequado à realidade brasileira e partiu da certificação francesa *NF Logement & Démarche HQE* e do “Referencial Técnico de Certificação – edifícios do setor de serviços – Processo AQUA”.

### 4.2 Processo AQUA

A AQUA (Alta Qualidade Ambiental) é um processo de gestão de projeto que visa obter qualidade ambiental de um empreendimento em reabilitação ou novo. Este processo é baseado em torno dos seguintes aspectos:

- ✓ Implementação, pelos empreendedores, de um sistema de gestão ambiental;
- ✓ Adaptação do edifício habitacional à sua envolvente e ambiente imediato, o que se traduz pela obrigação de responder aos principais contextos e prioridades ambientais de proximidade, identificados na análise do local do empreendimento;
- ✓ Informação transmitida pelo empreendedor aos compradores e usuários das habitações, estimulando a adoção de práticas mais eficientes em termos de respeito ao meio ambiente.

O Referencial Técnico de Certificação estrutura-se em dois instrumentos que permitem avaliar os desempenhos alcançados, que são:

- ✓ O referencial do Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE), para avaliar o sistema de gestão ambiental implementado pelo empreendedor;
- ✓ O referencial da Qualidade Ambiental do Edifício (QAE), para avaliar o desempenho arquitetônico e técnico da construção.

A AQUA estrutura-se em 14 categorias, que são um conjunto de preocupações. Estas 14 categorias podem ser reunidas em quatro famílias, da seguinte forma:

#### 1. Sítio e Construção:

Categoria nº1: Relação do edifício com o seu entorno

Categoria nº2: Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos

Categoria nº3: Canteiro de obras com baixo impacto ambiental

#### 2. Gestão:

Categoria nº4: Gestão da energia

Categoria nº5: Gestão da água

Categoria nº6: Gestão dos resíduos de uso e operação do edifício

Categoria nº7: Manutenção - Permanência do desempenho ambiental

#### 3. Conforto:

Categoria nº8: Conforto higrotérmico

Categoria nº9: Conforto acústico

Categoria nº10: Conforto visual

Categoria nº11: Conforto olfativo

#### 4. Saúde:

Categoria nº12: Qualidade sanitária dos ambientes

Categoria nº13: Qualidade sanitária do ar

Categoria nº14: Qualidade sanitária da água

Colocando isso em um quadro para facilitar o entendimento, temos:



Figura 2: Categorias do Sistema AQUA

### 4.3 Aplicação

O Processo AQUA pode ser utilizado desde a decisão de realizar um empreendimento até a sua entrega. A fase de uso e operação do edifício não é coberta pelo referencial, no entanto o referencial possui elementos que facilitam a obtenção dos desempenhos ambientais de uma construção após sua entrega.

O desempenho associado às categorias de Qualidade Ambiental do Edifício (QAE) se expressa segundo três níveis:

- ✓ BOM: nível correspondendo ao desempenho mínimo aceitável para um empreendimento de Alta Qualidade Ambiental. Isso pode corresponder à regulamentação, se essa é suficientemente exigente quanto aos desempenhos de um empreendimento, ou, na ausência desta, à prática corrente.
- ✓ SUPERIOR: nível correspondendo ao das boas práticas.

- ✓ EXCELENTE: nível calibrado em função dos desempenhos máximos constatados em empreendimentos de Alta Qualidade Ambiental, mas se assegurando que estes possam ser atingíveis.

O empreendimento que busca a certificação AQUA deve obter um perfil mínimo referente às 14 categorias do seguinte modo:

- ✓ Ao menos três categorias classificadas dentro do nível Excelente;
- ✓ No máximo sete categorias classificadas no nível Bom;
- ✓ O restante das categorias deve estar classificado no nível Superior.

Sendo que a categoria um (Relação do edifício com o seu entorno) prevê somente o nível Superior, e as categorias 11 (Conforto olfativo) e 12 (Qualidade sanitária dos ambientes) somente o nível Bom.

#### **4.4 Implantação do Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE)**

Nesta parte o AQUA trata do comprometimento do empreendedor para com a Qualidade Ambiental do Edifício, este comprometimento deve ser formalizado por documentos.

O empreendedor deve descrever a sucessão de etapas de cada fase do empreendimento identificando as ações e atividades, as responsabilidades e autoridades, as interfaces entre os diferentes intervenientes envolvidos, os meios, métodos e documentos utilizados, e os registros a conservar. O empreendedor deve avaliar as competências dos intervenientes e estabelecer contratos. O empreendedor deve determinar as ações de comunicação pertinentes relacionadas aos intervenientes e às demais partes interessadas e fazer o controle da documentação, de forma que a informação presente nos documentos esteja atualizada e confiável.

A gestão do empreendimento deve realizar o monitoramento e as análises críticas necessárias. O empreendedor deve avaliar a QAE de acordo com o perfil ambiental

visado em diferentes etapas do empreendimento e deve também estabelecer e manter um procedimento para assegurar a qualidade dos serviços prestados aos compradores, caso o empreendimento seja destinado à venda.

O empreendedor deve ainda estabelecer e manter um procedimento para efetuar as correções e ações corretivas quando a QAE não for alcançada ou quando uma exigência do SGE não for atendida.

O empreendedor deve realizar um balanço do empreendimento após a entrega da construção, de forma que haja algum aprendizado.

#### **4.5 QAE – Qualidade Ambiental do Edifício**

A Qualidade Ambiental do Edifício, como visto anteriormente, visa satisfazer as exigências relacionadas:

- ✓ Ao controle dos impactos sobre o ambiente externo,
- ✓ À criação de um ambiente interno confortável e saudável.

A QAE possui exigências que são obrigatórias e exigências que são opcionais, sendo que as obrigatórias devem ser atendidas para que se obtenha o nível de desempenho correspondente.

Nos próximos sub-capítulos será realizado um resumo de cada uma das 14 categorias do QAE, de forma a explicar como cada uma pode ser implementada.

##### **4.5.1 Categoria 1: Relação do edifício com o seu entorno**

Nesta categoria todas as exigências são obrigatórias, sendo que todas estão no nível Superior.

Aqui deve ser feita a consideração das vantagens e desvantagens de entorno. Para isso o empreendedor deve analisar: o contexto geográfico, observando elementos

do clima, vistas, águas pluviais, ecossistemas e biodiversidade, topografia do terreno; pontos positivos e negativos do terreno e do entorno como incômodos do entorno, poluição existente, riscos; o contexto social como a vizinhança e disposições locais / municipais; todos outros elementos de análise do terreno e do entorno importantes que o empreendedor deseje levar em conta.

Outra preocupação que o empreendedor deve ter é o ordenamento da gleba, para criar um ambiente exterior agradável e reduzir os impactos relacionados ao transporte.

#### **4.5.2 Categoria 2: Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos**

Nesta categoria é possível atingir todos os níveis, Bom (B), Superior (S) e Excelente (E), sendo que, para conseguir o nível B é necessário atender todas as exigências obrigatórias do nível B, para conseguir o nível S é necessário atender todas as exigências obrigatórias do nível S, e para atingir o nível E é necessário atender todas as exigências obrigatórias do nível E mais duas exigências opcionais do nível E.

Esta categoria trata da escolha de produtos, sistemas e processos construtivos a fim de limitar os impactos socioambientais da construção, levando em conta: a conformidade de produtos, sistemas e processos construtivos; a escolha de produtos, focando na utilização de cimento CP III ou CP IV, e produtos fabricados a menos de 300km do local da obra para no mínimo 30% da quantidade total de materiais em massa. A escolha dos produtos deve levar em conta a facilidade de desconstrução da “estrutura portante vertical”, da “estrutura portante horizontal” e “fachadas”, além do uso de uma porcentagem de agregados reciclados.

Dentre as exigências opcionais destaca-se a escolha de produtos de construção que considere suas características ambientais e o fato dos fabricantes dos produtos não praticarem a informalidade fiscal e trabalhista. Há também uma exigência no sentido

de que o empreendedor deve tomar medidas a fim de estimar e minimizar os efeitos negativos relativos ao transporte dos produtos de construção.

Para os produtos renováveis como a madeira é necessário que esta seja certificada ou de reflorestamento. Há ainda uma exigência opcional que trata do impacto à saúde humana, que diz que as madeiras não devem ser submetidas a tratamentos que contenham substância química ativa, ou que emitam formaldeído.

Os produtos devem ser escolhidos considerando sua vida útil de forma a adequá-los a vida útil desejada para o edifício. Os produtos de construção devem ser de fácil conservação e o empreendedor deve assegurar a facilidade de acesso para conservação dos elementos como: fachadas; telhados; revestimentos internos (piso, parede, teto); janelas, esquadrias, vidraças; proteções solares; divisórias interiores; e forros.

Os revestimentos de piso devem ser escolhidos de acordo com o tipo e frequência de uso do ambiente.

A escolha de fabricantes de produtos que não pratiquem a informalidade na cadeia produtiva é obrigatório para as famílias de produtos: “estrutura portante horizontal”; “estrutura portante vertical”; “fundações”; “contrapiso”; “revestimentos de argamassa”; “outros revestimentos de piso”; “sistemas prediais”; e pintura. Para cada nível existe uma porcentagem mínima da quantidade total de produtos que devem seguir esta exigência.

Nesta categoria é feita ainda uma exigência em relação a acessibilidade e adaptabilidade da unidade habitacional. A acessibilidade deve atender a norma NBR 9050. Há exigência específica para a organização e planejamento da cozinha.

#### **4.5.3 Categoria 3: Canteiro de obras com baixo impacto ambiental**

Nesta categoria é possível atingir todos os níveis, Bom (B), Superior (S) e Excelente (E), sendo que, para conseguir o nível B é necessário atender todas as exigências

obrigatórias do nível B, para conseguir o nível S é necessário atender todas as exigências obrigatórias do nível S, e para atingir o nível E é necessário atender todas as exigências obrigatórias do nível E mais três exigências opcionais do nível E.

O empreendedor deve definir precisamente as condições exigidas relacionadas ao canteiro no documento de seleção e contratação das empresas que atuam no canteiro e deve designar um profissional competente para se relacionar com os interlocutores ambientais.

Deve se procurar a limitação dos incômodos no e causados pelo canteiro, para isso deve ser: organizada e mantida vias de circulação, vagas para veículos, estacionamentos e entregas; realizada e mantida a limpeza; informada a vizinhança e tratada eventuais reclamações; evitado incômodos sonoros, sendo que a escolha de processos construtivos que não exijam o uso de ferramentas e equipamentos ruidosos é uma exigência opcional.

Deve ser feita a limitação dos riscos de poluição que pode afetar o terreno, os trabalhadores e a vizinhança.

A gestão dos resíduos do canteiro de obras deve estar documentada, desde a seleção e contratação das empresas até as estimativas das quantidades de resíduos produzidos nas diferentes etapas da obra. Deve ser realizada uma desconstrução seletiva nas situações onde ocorre demolição.

A implementação de um controle dos consumos de água e energia no canteiro de obras é uma exigência opcional para atingir o nível E.

No final de obra o empreendedor deve realizar um balanço do canteiro de obras com a finalidade de medir os esforços e os efeitos das disposições ambientais implementadas.

#### **4.5.4 Categoria 4: Gestão de energia**

Nesta categoria é possível atingir todos os níveis, Bom (B), Superior (S) e Excelente (E), sendo que, para conseguir o nível B é necessário atender todas as exigências obrigatórias do nível B, para conseguir o nível S é necessário atender todas as exigências obrigatórias do nível S, e para atingir o nível E é necessário atender todas as exigências obrigatórias do nível E.

Deve ser realizada uma redução do consumo de energia por meio da concepção arquitetônica, com melhoria da aptidão da envoltória para limitar desperdícios de energia e melhoria da aptidão do edifício para reduzir suas necessidades energéticas.

É uma exigência do nível E a definição de percentual de cobertura das necessidades energéticas por meio de energias locais de origem renovável.

A redução do consumo de energia primária não renovável deve ser feita através de um estudo térmico que verifica o nível de consumo de energia para controle da temperatura interna e de um estudo energético que verifica o nível de consumo de energia para demais equipamentos. Deve ser feito um controle da eficiência energética através de medição ou sub-medição específica dos sistemas de aquecimento de água e de iluminação artificial das partes comuns quando o nível almejado para esta categoria é o E.

O controle do consumo de energia dependendo do nível que se deseja obter, leva em consideração a iluminação de áreas comuns, estacionamentos cobertos, vias e caminhos internos ao empreendimento e iluminação do elevador.

Há exigências específicas para a produção de água quente, sendo que há regras para o dimensionamento do sistema, que depende do número de quartos para o cálculo da vazão necessária, a distância entre a produção e os equipamentos devem ter um valor máximo e o desempenho do sistema para produção de água quente possuem valores que dependem do nível de certificação que se deseja obter.

#### **4.5.5 Categoria 5: Gestão da água**

Nesta categoria é possível atingir todos os níveis, Bom (B), Superior (S) e Excelente (E), sendo que, para conseguir o nível B é necessário atender todas as exigências obrigatórias do nível B, para conseguir o nível S é necessário atender todas as exigências obrigatórias do nível S, e para atingir o nível E é necessário atender todas as exigências obrigatórias do nível E mais três exigências opcionais do nível E.

A redução do consumo de água potável deve ser realizada através: da implementação de sistemas economizadores que limitem a pressão estática, bacia sanitária com caixa de descarga com capacidade menor ou igual a seis litros, metais sanitários com a presença de componentes economizadores e a instalação de medidor individual. Deve ser feita uma previsão do consumo anual de água potável e esta informação deve ser transmitida para os futuros usuários no Manual do proprietário. Há regras específicas para a utilização de água em áreas comuns de uso coletivo e posto de irrigação coletivo, que obviamente só se aplicam a empreendimentos com várias unidades habitacionais.

Deve ser realizada uma otimização da gestão de águas pluviais, em função da análise do terreno. O aproveitamento de águas pluviais é uma exigência opcional quando se deseja o nível de certificação E, e deve prever o aproveitamento das águas pluviais coletadas de telhados e coberturas. Estas águas podem ser utilizadas apenas para fins não potáveis, como: irrigação, lavagem de ferramentas, piso e limpeza de automóveis.

#### **4.5.6 Categoria 6: Gestão dos resíduos de uso e operação do edifício**

Nesta categoria é possível atingir todos os níveis, Bom (B), Superior (S) e Excelente (E), sendo que, para conseguir o nível B é necessário atender todas as exigências obrigatórias do nível B, para conseguir o nível S é necessário atender todas as exigências obrigatórias do nível S, e para atingir o nível E é necessário atender

todas as exigências obrigatórias do nível E mais duas exigências opcionais do nível E, sendo que um ponto opcional deve vir da preocupação “Controle da triagem dos resíduos” e outro ponto opcional da preocupação “Otimização do sistema de coleta interna considerando os locais de produção, coleta, agrupamento e retirada”.

A coleta interna deve ser coerente com a coleta externa, para isso o empreendedor deve se informar em relação às práticas atuais e futuras da coleta de resíduos no local do empreendimento para poder propor o sistema melhor adaptado.

Pode ser realizado dentro da unidade habitacional uma triagem e o armazenamento intermediário dos resíduos. Pode ser fornecido um equipamento específico para o armazenamento intermediário dos resíduos domésticos na entrega da unidade habitacional. Essas são duas exigências opcionais para o nível de certificação E.

A otimização do sistema de coleta interna deve ser realizada considerando os locais de produção, armazenamento, coleta e retirada. Desta forma deve ser feita a otimização dos circuitos de coleta, com a disponibilidade de um local que permita o armazenamento dos resíduos de fácil acesso a partir das unidades habitacionais e que facilite a coleta externa. O local de armazenamento de resíduos deve ser dimensionado de forma coerente com os fluxos de entrada e saída dos resíduos.

Para este item existem também duas exigências opcionais para o nível de certificação E que são: dimensionar os dispositivos de coleta em função do número de moradores, do tipo de fluxo, das taxas de produção de resíduos por dia e por fluxo; e se a coleta é voluntária de proximidade (lixeira enterrada ou semi enterrada), no caso em que o sistema falhe, um espaço externo deve ser demarcado que permita implantar um abrigo contingencial para a coleta dos resíduos.

Nas casas, quando é previsto que o recolhimento dos resíduos domésticos seja efetuado na frente de cada unidade, deve ser prevista uma superfície com área mínima de 1m<sup>2</sup> que permita o posicionamento de ao menos duas lixeiras móveis.

#### **4.5.7 Categoria 7: Gestão da manutenção**

Nesta categoria é possível atingir todos os níveis, Bom (B), Superior (S) e Excelente (E), sendo que, para conseguir o nível B é necessário atender todas as exigências obrigatórias do nível B, para conseguir o nível S é necessário atender todas as exigências obrigatórias do nível S, e para atingir o nível E é necessário atender todas as exigências obrigatórias do nível E mais uma exigência opcional do nível E.

Deve se prover a facilidade de acesso para a execução da manutenção e simplicidade de operações para: a gestão de água, com medidor individual facilmente acessível, existência de um registro acessível permitindo isolar a unidade habitacional; a gestão de resíduos; a gestão de outros equipamentos técnicos. É exigência opcional deste item para o nível de certificação E a existência de registros acessíveis que permitam isolar cada ambiente úmido da unidade habitacional.

Esta categoria possui ainda uma exigência opcional para a obtenção do nível de certificação E que é a implementação de sistema de automação predial que controle todos ou parte dos seguintes sistemas: consumo de água, para condomínio vertical; iluminação, consumo de água e proteção contra incidência direta do sol, para casa.

É obrigatória a implementação de forma de comunicação que permita passar aos habitantes e aos gestores/administradores as informações e práticas ambientais propostas para o uso, operação e manutenção do empreendimento, conforme o Manual do proprietário e de áreas comuns.

#### **4.5.8 Categoria 8: Conforto higrotérmico**

Nesta categoria é possível atingir todos os níveis, Bom (B), Superior (S) e Excelente (E), sendo que, para conseguir o nível B é necessário atender todas as exigências obrigatórias do nível B, para conseguir o nível S é necessário atender todas as exigências obrigatórias do nível S, e para atingir o nível E é necessário atender todas as exigências obrigatórias do nível E.

É necessário a implementação de medidas arquitetônicas para otimização do conforto higrotérmico de verão e inverno. Para isso o empreendedor deve levar em consideração as características do local do empreendimento, principalmente para o conforto de verão e por meio de uma concepção arquitetônica adequada, o empreendedor deve melhorar a aptidão do edifício de modo a favorecer as boas condições de conforto higrotérmico no verão e no inverno.

O empreendedor deve garantir, por meio de simulação ou medição *in loco*, que o valor máximo diário da temperatura do ar interior de ambientes de permanência prolongada, no dia típico de verão, sem a presença de fontes internas de calor (ocupantes, lâmpadas e outros equipamentos em geral) difira do valor máximo diário da temperatura do ar exterior de acordo com um valor que depende do local que o empreendimento está localizado e do nível de certificação desejado.

O empreendedor deve garantir, por meio de simulação ou medição *in loco*, que os valores mínimos diários da temperatura do ar interior de ambientes de permanência prolongada, no dia típico de inverno, difira do valor mínimo diário da temperatura do ar exterior de acordo com um valor que depende do local que o empreendimento está localizado e do nível de certificação desejado.

Deve ser feita a escolha de produtos, a respeito ao fator solar de elementos opacos, que estejam adequados à zona bioclimática brasileira e que respeite os níveis de fator solar.

Para a certificação de nível E é necessário assegurar resfriamento adequado sem aparelho de ar-condicionado.

#### **4.5.9 Categoria 9: Conforto acústico**

Nesta categoria é possível atingir todos os níveis, Bom (B), Superior (S) e Excelente (E), sendo que, para conseguir o nível B é necessário atender todas as exigências obrigatórias do nível B, para conseguir o nível S é necessário atender todas as

exigências obrigatórias do nível S, e para atingir o nível E é necessário atender todas as exigências obrigatórias do nível E.

Há exigências para o conforto acústico entre a unidade habitacional e os outros locais de uma mesma edificação, de forma que o nível de pressão sonora ponderado do ruído de impacto nos ambientes sensíveis quando o local de emissão é outro ambiente sensível não deve ultrapassar certos limites, de acordo com o nível de certificação que se deseja obter.

Deve ser projetadas medidas arquitetônicas e dispositivos adequados para garantir isolamento acústico entre a unidade habitacional e os outros locais de uma mesma edificação, sendo que para cada nível de certificação a exigência é diferente.

O empreendedor deve também se preocupar com o conforto acústico entre os cômodos principais e o exterior de uma construção, respeitando à normalização técnica e a regulamentação local aplicável. Deve ser feito um isolamento acústico padrão ponderado frente aos ruídos externos com medidas arquitetônicas e dispositivos adequados. Existe um nível de exigência neste quesito para cada nível de certificação desejado.

Deve se prover o conforto acústico entre os ambientes de uso diurno e os de uso noturno de uma mesma unidade habitacional.

#### **4.5.10 Categoria 10: Conforto visual**

Nesta categoria é possível atingir todos os níveis, Bom (B), Superior (S) e Excelente (E), sendo que, para conseguir o nível B é necessário atender todas as exigências obrigatórias do nível B, para conseguir o nível S é necessário atender todas as exigências obrigatórias do nível S, e para atingir o nível E é necessário atender todas as exigências obrigatórias do nível E.

De acordo com o nível de certificação desejado e a finalidade do cômodo na unidade habitacional, deve ser obedecida a exigência do índice de abertura, que deve ser

superior a uma porcentagem, de forma a aproveitar da melhor maneira os benefícios da iluminação natural.

O empreendimento deve dispor de uma iluminação artificial confortável, para isso o nível de iluminância deve ser adequado ao uso do espaço e deve existir comando de iluminação por detector de presença no hall, na entrada, nas circulações horizontais, nas escadas e nos estacionamentos cobertos. Para o caso de o empreendedor querer a certificação no nível E é necessária a instalação de comando de iluminação por detector de presença associado a sensor fotoelétrico dia/noite no caso da existência de iluminação natural, nos mesmos ambientes acima.

É necessário dispor de uma iluminação artificial das zonas exteriores confortável e segura. Para isso devem ser instalados sensores fotoelétricos dia/noite para gerenciar o acionamento e o desligamento da iluminação exterior, utilizar luminárias que possuam refletores orientados para o solo e projetar iluminações dos caminhos e circulações de forma a não serem encobertas pela vegetação.

#### **4.5.11 Categoria 11: Conforto olfativo**

Nesta categoria é possível obter apenas o nível de certificação Bom (B), e para isto é necessário atender todas as exigências do nível B, que são obrigatórias.

Deve ser previsto uma ventilação eficiente que deve seguir a norma ABNT NBR 13103 – adequação de ambientes residenciais para instalação de aparelhos que utilizam gás combustível, e adotar valores do código de obras local. Em caso de alguns itens não estarem claramente descritos, deve-se adotar os critérios descritos neste capítulo da AQUA.

O posicionamento das aberturas deve ser estudado cuidadosamente para uma ótima disposição de forma que se obtenha uma boa distribuição de ar novo e ótima exaustão do ar viciado.

Os dispositivos de sombreamento não devem impedir o funcionamento adequado das saídas de ar.

Devem ser identificadas as fontes de odores desagradáveis que provêm do exterior, a partir da análise do local do empreendimento realizada pelo empreendedor. No caso de incômodos olfativos identificados, propor soluções arquitetônicas e técnicas para limitar os seus efeitos. E ainda os locais de armazenamento de resíduos devem ser arejados e ventilados e o sistema predial de esgoto sanitário deve ser projetado de modo a impedir que os gases provenientes do interior do sistema atinjam áreas de utilização.

#### **4.5.12 Categoria 12: Qualidade sanitária dos ambientes**

Nesta categoria é possível obter apenas o nível de certificação Bom (B), e para isto é necessário atender todas as exigências do nível B, que são obrigatórias.

Devem ser criadas boas condições de higiene nos ambientes, com a instalação de revestimentos em vedações verticais contíguas a aparelhos sanitários e os cômodos das unidades habitacionais dotados de ponto de alimentação de água devem ter as vedações verticais dotadas de hidrofugantes ou que não degradem com a água.

#### **4.5.13 Categoria 13: Qualidade sanitária do ar**

Nesta categoria é possível atingir todos os níveis, Bom (B), Superior (S) e Excelente (E), sendo que, para conseguir o nível B é necessário atender todas as exigências obrigatórias do nível B, para conseguir o nível S é necessário atender todas as exigências obrigatórias do nível S, e para atingir o nível E é necessário atender todas as exigências obrigatórias do nível E.

Nesta categoria se repetem todas as recomendações da categoria 11, menos as que se referem aos odores desagradáveis.

É acrescentada nesta categoria a exigência do controle das fontes de poluição, que deve considerar as condições do local do empreendimento para o caso de identificação de poluição do solo, o empreendedor deve fornecer a prova de ter realizado uma despoluição eficaz ou o tratamento do terreno antes da construção.

Devem ser escolhidos produtos de construção de modo a limitar os impactos da construção à qualidade do ar interior e à saúde humana. Para atender esse item não pode ser empregado produtos à base de amianto ou que contenham amianto em sua composição, no projeto luminotécnico devem ser especificadas lâmpadas compactas ou circulares e utilizar apenas as que apresentem desempenho avaliado pelo programa de etiquetagem do Inmetro, procurar empregar tintas e adesivos à base de água, conhecer as emissões de COV, formaldeídos, elementos cancerígenos ou causadores de efeitos genéticos nocivos dos produtos constituintes das superfícies de PIS, parede e teto em contato com o interior, e conhecer as emissões dos revestimentos em madeira em contato com o ar interior.

#### **4.5.14 Categoria 14: Qualidade sanitária da água**

Nesta categoria é possível atingir todos os níveis, Bom (B), Superior (S) e Excelente (E), sendo que, para conseguir o nível B é necessário atender todas as exigências obrigatórias do nível B, para conseguir o nível S é necessário atender todas as exigências obrigatórias do nível S, e para atingir o nível E é necessário atender todas as exigências obrigatórias do nível E.

Deve ser assegurada a manutenção da qualidade da água destinada ao consumo humano nas redes internas do edifício. Para isso o AQUA faz exigências em relação: ao sistema central coletivo, quanto a água quente e o detalhamento da documentação de seleção e contratação das empresas que irão atuar na obra; sistema central privado; a limpeza das tubulações, após a instalação e antes da instalação dos metais sanitários; a informação sobre a qualidade da água, através de análise antes do hidrômetro e da água que sai das torneiras; ao sistema de aproveitamento de água pluvial, que deve estar separado da rede de água potável, o empreendedor deve obter todas as declarações e autorizações necessárias e deve

ser considerada a possibilidade de esvaziar os reservatórios e protegê-los em relação a insetos e animais e à poluição exterior.

Deve ser considerado o risco de queimadura e de legionelose. Para isto o empreendedor deve ter um documento que permite a seleção e contratação das empresas que atuam no canteiro que possua exigências referentes à prevenção dos riscos.

Em função dos usos da água no edifício, definir e justificar as temperaturas projetadas para cada ponto de utilização.

Medidas devem ser tomadas para que a redução de temperatura seja feita o mais próximo possível dos pontos de uso.

Deve ser identificados os pontos de risco de legionelose das redes internas e, caso existam, implementar disposições satisfatórias para sua prevenção.

Garantir o controle da temperatura na rede de água quente nos pontos de risco identificados.

Para a obtenção da certificação no nível E é necessário garantir temperatura em torno de 55°C em todos os pontos das redes fechadas.

#### **4.6 Documentos de apoio**

O Processo AQUA possui ainda documentos de apoio para facilitar a implantação do processo no empreendimento que são:

- ✓ Uma tabela guia para uso pelo empreendedor para a hierarquização das categorias de QAE em função dos desafios ambientais estabelecidos;
- ✓ Os impactos das características do local do empreendimento nas catorze categorias;
- ✓ Uma estrutura do memorial com desempenhos e especificações dos produtos e sistemas;
- ✓ E um documento para a verificação da coerência global do projeto.

#### 4.7 leed – LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN

*LEED for Homes* é uma iniciativa destinada a promover uma transformação nos principais construtores de residências, no sentido de criar melhores práticas de sustentabilidade. *LEED for Homes* é uma iniciativa de colaboração que trabalha ativamente com todos os setores da indústria de construção de residências.

Pelo reconhecimento de projetos e construção sustentáveis em todo o país (EUA), *LEED for Homes* ajuda os construtores a diferenciarem suas construções como as melhores no mercado, usando uma marca reconhecida. Além do mais, compradores podem mais facilmente encontrar casas “verdes”.

Enquanto já existe um número de programas de “construção verde” locais ou regionais, *LEED for Homes* tenta prover uma consistência nacional na definição de características de uma “casa verde” e para possibilitar que construtores possam obter uma classificação “verde” para seus empreendimentos. *LEED for Homes* representa um padrão de consenso para construção de “casas verdes”, desenvolvido e aperfeiçoado por um variado quadro de especialistas e construtores experientes. O *LEED for Homes Rating System* é parte de um conjunto abrangente de ferramentas de avaliação do *LEED*, oferecido pelo USGBC (*United States Green Building Council*) para promover projetos, construções e operações sustentáveis em empreendimentos nacionais.

O *LEED for Homes Rating System* mede todo o desempenho de uma casa em oito categorias:

1. Inovação e Processo de Projeto (ID). Métodos de projeto especiais, únicos créditos regionais, medidas não atualmente dirigidas no sistema de classificação, e níveis de performance exemplares.
2. Localização e Ligações (LL). A localização das casas seguindo caminhos socialmente e ambientalmente responsáveis em relação a toda a comunidade.

3. Terrenos Sustentáveis (SS). O uso de toda a propriedade para que seja minimizado o impacto do projeto no terreno.
4. Eficiência em relação ao uso de Água (WE). Práticas eficientes no uso da água, tanto do lado de dentro da casa quanto do lado de fora.
5. Energia e Atmosfera (EA). Eficiência energética, particularmente na envoltória da construção, e nos projetos de aquecimento e arrefecimento.
6. Materiais e Recursos (MR). Utilização eficiente de materiais, seleção de materiais ambientalmente preferíveis, e minimização de resíduos durante a construção.
7. Qualidade do Ambiente Interior (EQ). Melhoria da qualidade do ar interior pela redução da criação de poluentes e exposição a eles.
8. Sensibilização e Educação (AE). A educação do proprietário, inquilino e / ou gerente de construção sobre a operação e manutenção das características “verdes” de uma casa *LEED*.

O *LEED for Homes Rating System* funciona com o requerimento de um nível mínimo de performance através de pré-requisitos, e recompensando melhorias de performance em cada uma das categorias acima. O nível de performance é indicado por quatro níveis – Certificado, Prata, Ouro e Platina – de acordo com o número de pontos recebidos. A seguir é apresentada a tabela de pontuação que deve ser alcançada para cada nível de certificação.

Nível de certificação	Número de pontos requerido
Certificado	45-59
Prata	60-74
Ouro	75-89
Platina	90-136
Total de pontos possíveis	136

**Tabela 1: Tabela de pontuação para cada nível de certificação no LEED for Homes**

O número de pontos para cada nível de certificação é ajustado para menor que a média e maior que a média, usando um mecanismo chamado de Home Size Adjustment.

O sistema de classificação garante um nível mínimo de práticas sustentáveis, através de dezoito pré-requisitos dentro das oito categorias. Ao mesmo tempo, os projetos têm flexibilidade com a grande variedade de créditos disponíveis para obter a certificação. *Credit Interpretation Request (CIRs)* estão também disponíveis para projetos que procuram esclarecimento ou consideração especial para créditos específicos.

## **4.8 Como participar do *LEED for Homes***

Há um capítulo que trata deste item, no entanto, para o escopo do nosso trabalho será necessária apenas uma definição:

- ✓ *Avaliador (Green Rater)* é um indivíduo que trabalha como parte do *LEED for Homes Provider Team* (ele pode ser da equipe interna do empreendimento ou um subcontratado), que irá realizar testes de campo e de desempenho. Avaliadores podem trabalhar junto com a equipe de projeto para ajudar os projetistas e profissionais da construção no encontro dos objetivos de sustentabilidade.

## **4.9 Visão global do sistema de classificação**

### **4.9.1 Estrutura básica do sistema de classificação**

O *LEED for Homes Rating System* possui 35 áreas temáticas, cada uma com um único propósito ou objetivo. Dentro dos requerimentos de cada área temática, medidas específicas são identificadas e podem ser incluídas no empreendimento.

Tipicamente, essas medidas são estruturadas como segue:

- 1.1 Boa Prática: usualmente um pré-requisito (i.e., medida mandatória)
- 1.2 Melhores Práticas: usualmente vale um ponto.
- 1.3 Melhor Prática: usualmente vale dois pontos.

#### 4.9.2 Pré-requisitos: medidas obrigatórias

Pré-requisitos são obrigatórios e devem ser completados durante a fase de projeto de construção. Existem 18 pré-requisitos no *LEED for Homes*, que serão apresentados na sequência:

1. Inovação e Processo do Projeto (ID)

Avaliação preliminar

Planejamento da durabilidade

Gerenciamento da durabilidade

2. Terrenos Sustentáveis (SS)

Controle de erosão (durante a construção)

Controle de plantas invasoras

3. Energia e Atmosfera (EA)

Performance do *ENERGY STARS* para residências

Teste do fluido refrigerante

4. Materiais e Recursos (MR)

Enquadramento de um fator limite de geração de resíduos

FSC – Madeira Tropical Certificada

Planejamento do gerenciamento dos resíduos de construção

5. Qualidade do Ambiente Interior (EQ)

Medidas básicas para ventilação de aparelhos a combustão

Medidas básicas para a ventilação exterior

Medidas básicas de exaustão local

Cálculo de carga de cômodo por cômodo

Bons filtros

Construção de proteção contra radônio em áreas de alto risco

Não instalar equipamentos de aquecimento, ventilação e ar condicionado na garagem, equipamentos esses representados pela sigla *HVAC* (*Heating,*

*Ventilation and Air Conditioning*) devido as inúmeras vezes que serão citados no texto.

#### 6. Sensibilização e Educação (AE)

Treinamento sobre as operações básicas

#### 4.9.3 Créditos: medidas opcionais

Os 67 créditos no sistema de classificação são medidas opcionais. Entretanto, um número mínimo de pontos deve ser recebido em alguma das categorias de créditos. As categorias de créditos com requerimentos de pontuação mínima são listados no quadro a seguir e estão realçados em barras cinza no *LEED for Homes Checklist*.

Credit category	Prerequisites (mandatory) measures	Minimum point requirements	Maximum points available
Innovation & Design Process (ID)	3	0	11
Location & Linkages (LL)	0	0	10
Sustainable Sites (SS)	2	5	22
Water Efficiency (WE)	0	3	15
Energy & Atmosphere (EA)	2	0	38
Materials & Resources (MR)	3	2	16
Indoor Environmental Quality (EQ)	7	6	21
Awareness & Education (AE)	1	0	3
<b>Total</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>136</b>

**Figura 3: Categorias de créditos com requerimentos de pontuação mínima para o LEED for Homes.**

#### 4.10 Recursos especiais do sistema de avaliação

O *LEED for Homes Rating System* é um conjunto de melhores práticas da indústria que irá ajudar a orientar um construtor na construção de melhores residências. O desempenho real de uma residência finalizada se relaciona diretamente com o processo que o construtor e a equipe do projeto utilizaram para projetar e construir a casa *LEED*. O Sistema de Avaliação identifica medidas específicas que podem ser incorporadas no desenho de uma casa.

Uma casa de alto desempenho tem os seguintes atributos:

- ✓ Estratégias de design que resultam em eficiência dos recursos;
- ✓ Seleção de materiais ambientalmente responsáveis e de alto desempenho, equipamentos e sistemas;
- ✓ Práticas de construção que asseguram que cada uma das medidas acima está instalada corretamente.

O construtor deve ter bastante atenção em todos os três atributos para assegurar a alta qualidade do resultado. Uma das primeiras lições aprendidas no piloto é que ele é fundamental para incorporar medidas *LEED* no projeto da casa nas primeiras fases do projeto. Não fazer isso pode resultar em muitos desafios inesperados, incluindo atrasos e erros.

Com a intenção básica de promover um bom projeto, o *LEED for Homes Rating System* inclui as seguintes características relacionadas ao projeto:

1. Inovação e Processo de Projeto (categoria que está na frente do Sistema de Avaliação)

A categoria Inovação e Processo de Projeto foi trazido para a frente do *LEED for Homes Rating System* para destacar a importância do projeto em uma residência que deseja obter a certificação *LEED*. Duas medidas, processo de projeto integrado e planejamento da durabilidade, são partes vitais do processo de projeto.


2. Crédito do Processo de Projeto Integrado

O Processo de Projeto Integrado (ID 1) área temática que requer do construtor a participação em uma orientação do construtor e o incentiva a incluir toda a equipe de construção no projeto e em reuniões regulares do projeto. Estabelecimento de metas mensuráveis logo no início do projeto e eficaz integração de medidas verdes no projeto de uma residência irá ajudar a garantir que os objetivos do projeto sejam atendidos.

### 3. Pré-Requisito de Planejamento da Durabilidade

O Planejamento da Durabilidade (ID 2.1) é um pré-requisito que exige da equipe do projeto abordar a durabilidade explicitamente no projeto da residência, avaliando os fatores de risco de durabilidade e identificando e incorporando medidas específicas na concepção da residência para tratar de cada fator.

### 4. Outros créditos relacionados ao Projeto

Como explicado acima, muitas medidas no Sistema de Classificação têm um componente substancial no projeto. Estas medidas são muito difíceis para o Avaliador verificar visualmente no campo. Créditos que têm um componente de projeto significativo são designados com o símbolo (“”) na lista de controle. Nos anexos mostramos um exemplo de *checklist* do *LEED*.

## **4.11 Interpretação dos créditos e requisitos de inovação no projeto**

As medidas no *LEED for Homes Rating System* valem um total de 136 pontos possíveis. Além dos requisitos estabelecidos para cada crédito, existem dois métodos alternativos de aquisição de pontos:

1. Pedidos de Interpretação de Crédito (CIRS). Se a equipe de projeto identifica uma forma alternativa de alcançar o objetivo de um crédito *LEED* existente, a equipe pode solicitar permissão para atender a intenção do crédito utilizando uma abordagem que é diferente dos requisitos estabelecidos.
2. Pedidos de Projetos Inovadores. Um crédito de projeto inovador é uma maneira de ganhar pontos extras no *LEED* fora das categorias de crédito estabelecidas. Esses créditos são contados em ID 3.1-3.4. Há três maneiras de receber pontos de ID:
  - ✓ Implementar tecnologias ou estratégias que não estão incluídos no Sistema de Avaliação, mas oferecem benefícios ambientais.
  - ✓ Implementar uma tecnologia verde regionalmente apropriada ou estratégia que não seja já objeto no Sistema de Avaliação, para uso dentro de uma região definida.

- ✓ Demonstrar "desempenho exemplar" superando substancialmente os requisitos de uma certificação *LEED for Homes* para o crédito.

Para ambos os tipos de solicitações (CIRS e IDRs), a equipe do projeto deve apresentar um pedido formal ao USGBC através do provedor. Não são atribuídos pontos até que o USGBC analise e aprove a solicitação.

#### **4.11.1 Formulários de responsabilização**

Muitas das medidas do *LEED for Homes Rating System* tem uma componente de medida de projeto substancial. Estas medidas são muito difíceis para o avaliador verificar visualmente no campo. Se o avaliador precisar compreender como essas medidas foram instaladas, seria necessária uma grande quantidade de tempo para ele refazer os passos do projeto.

Um Formulário de responsabilização tem a intenção de transferir a responsabilidade da verificação do avaliador para o profissional de projeto responsável por uma medida específica do *LEED for Homes*. O formulário deve ser assinado pelo responsável, que, na verdade, terminou o projeto. Com este formulário, ele ou ela formalmente atesta a conclusão da medida e de conformidade com os requisitos.

### **4.12 Créditos no LEED for Homes Rating System**

#### **4.12.1 Ajuste do tamanho da residência**

O ajuste do tamanho da residência compensa o efeito global do tamanho dela no consumo de recursos, ajustando o prêmio limite, por nível de pontuação (por certificado, prata, ouro e platina), com base no tamanho da residência. Os ajustes são baseados em quantidade de materiais e nos impactos pelo uso de energia conforme descrito abaixo em Análise Racional. O *checklist* do *LEED for Homes* automaticamente faz este ajuste quanto ao tamanho da casa e número de quartos inseridos.

Na sequência o *LEED for Homes* apresenta as instruções de como calcular a área da residência, o número de quartos (eles possuem regras para o que deve ser considerado quarto). Com esses dados é possível entrar em uma tabela que faz um ajuste nos limites de atribuição de cada nível de certificação, que pode ser resumido da seguinte forma: se a residência é maior do que a considerada neutra, ela vai requerer alguns pontos a mais, além do mínimo necessário para determinado nível, para obter este nível; se a residência é menor do que a considerada neutra, ela vai requerer alguns pontos a menos para obter o mesmo nível de certificação.

#### **4.12.2 Análise racional**

Todas as outras coisas sendo iguais, uma casa grande consome mais materiais e energia do que uma casa pequena durante o seu ciclo de vida (incluindo pré-construção, construção, uso, demolição e ou desconstrução). O ajuste compensa esses impactos, tornando-a mais fácil ou mais difícil de alcançar o nível de certificação de cada categoria do *LEED for Homes*. É considerado que não há impacto sobre os limiares causados por casas de tamanho médio, enquanto os impactos causados por casas menores do que a casa média são reduzidos e impactos causados por casas maiores do que a casa média são aumentados.

A relação entre o tamanho da casa e a quantidade de pontos necessários para cada categoria do *LEED* é baseado em estimativas de energia e dos impactos dos materiais. Dados de literatura disponíveis e estudos informais sobre energia e uso de materiais em casas revelam duas relações importantes:

- ✓ Um aumento de 100% no tamanho da casa produz um aumento no consumo de energia anual de 15% a 50%, dependendo da concepção, da localização e dos ocupantes da casa.
- ✓ Um aumento de 100% no tamanho da casa produz um aumento da utilização de materiais de 40% a 90%, dependendo do desenho e localização da casa.

Estes dados foram simplificados e generalizados para a hipótese de que se o tamanho da casa dobra, o consumo de energia aumenta em cerca de um quarto e o consumo de material aumenta por aproximadamente metade; combinada, estas

resultam num aumento no impacto de cerca de um terço a cada duplicação em tamanho inicial. Assim, o ajuste dos pontos equivale a um terço dos pontos disponíveis nas categorias Materiais e Recursos e Energia e Atmosfera combinados para cada duplicação do tamanho da casa.

#### 4.13 Aplicação das categorias do *LEED*

A seguir será apresentado o caminho que deve ser seguido para a obtenção dos pontos em cada uma das oito categorias do *LEED for Homes*.

##### 4.13.1 Inovação e Processo de Projeto (ID)

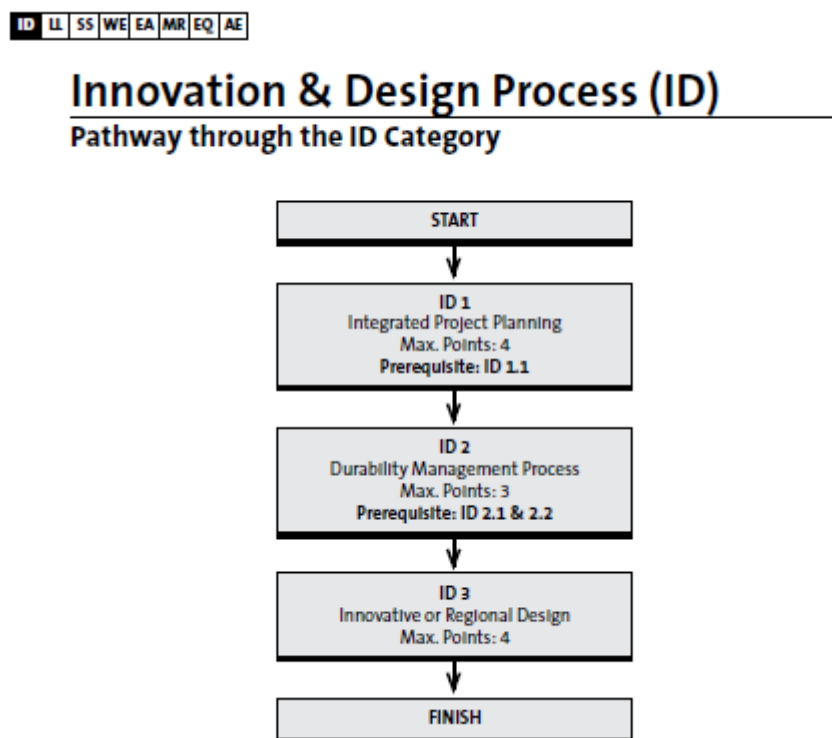


Figura 4: Diagrama da categoria de Inovação e Processo de Projeto / Fonte: *LEED for Homes*

## ID 1: Planejamento Integrado do Projeto

A intenção neste item é maximizar as oportunidades de integração, da adoção eficaz de um projeto ecológico e boas estratégias de construção.

Há um pré-requisito sobre a avaliação preliminar, no qual a equipe de projeto deve realizar uma reunião para a criação de um plano de ação que trate dos seguintes temas: o nível *LEED* desejado; selecionar os créditos que se quer obter; e quem será responsável pelo cumprimento de cada requisito dos créditos selecionados.

É possível obter até quatro pontos neste item. Sendo que os créditos são divididos como apresentado a seguir:

- ✓ Equipe do Projeto Integrado (1 ponto). Montar e envolver uma equipe do projeto para atender a três critérios; ter membros na equipe com algumas habilidades, todos os membros devem estar envolvidos ativamente em pelo menos algumas fases do projeto e realizar reuniões com a equipe do projeto, pelo menos mensalmente para analisar o status do projeto, introduzir novos membros da equipe nos objetivos do projeto, discutir problemas encontrados, formular soluções, revisar responsabilidades e identificar os próximos passos.
- ✓ Profissionais credenciados com respeito à *LEED for Homes* (1 ponto). Pelo menos um membro principal da equipe do projeto deve ser um profissional que está credenciada com relação a *LEED for Homes* como determinada pelo USGBC.
- ✓ Guia do Projeto (1 ponto). O mais tardar na fase de desenvolvimento do projeto, realizar pelo menos um dia inteiro de oficina de projeto integrado com a equipe do projeto.
- ✓ Orientação do Empreendimento para o Projeto Solar (1 ponto). Projetar a casa de tal forma que todos a diversos requisitos.

## ID 2: Processo de Gerenciamento da Durabilidade

A intenção neste item é promover a durabilidade e alto desempenho do edifício, seus componentes e sistemas através de projeto adequado, seleção de materiais e práticas de construção.

Há pré-requisitos quanto ao planejamento e quanto ao gerenciamento da durabilidade.

Os três créditos possíveis de serem obtidos neste item estão relacionados a verificação dos pré requisitos por um Avaliador.

## ID 3: Projeto Regional ou Inovador

A intenção neste item é minimizar o impacto ambiental do empreendimento, incorporando projeto verde adicional e medidas de construção que têm benefícios tangíveis e demonstráveis além daqueles no *LEED for Homes Rating System*.

Não há pré-requisitos neste item.

Esta é uma categoria “aberta”, na qual o empreendedor realiza alguma inovação no projeto e o submete a avaliação do USGBC, para a verificação da sustentabilidade do projeto. É possível obter até quatro pontos neste item.

### **4.13.2 Localização e Ligações (LL)**

Nesta categoria é possível seguir dois caminhos, sendo que o empreendedor que escolher seguir um lado do caminho não pode receber créditos do outro lado do caminho. A página seguinte, extraída do *LEED for Homes*, mostra estes dois caminhos possíveis.

ID	LL	SS	WE	EA	MR	EQ	AE
----	----	----	----	----	----	----	----

## Location & Linkages (LL)

### Optional Pathways through the LL Category

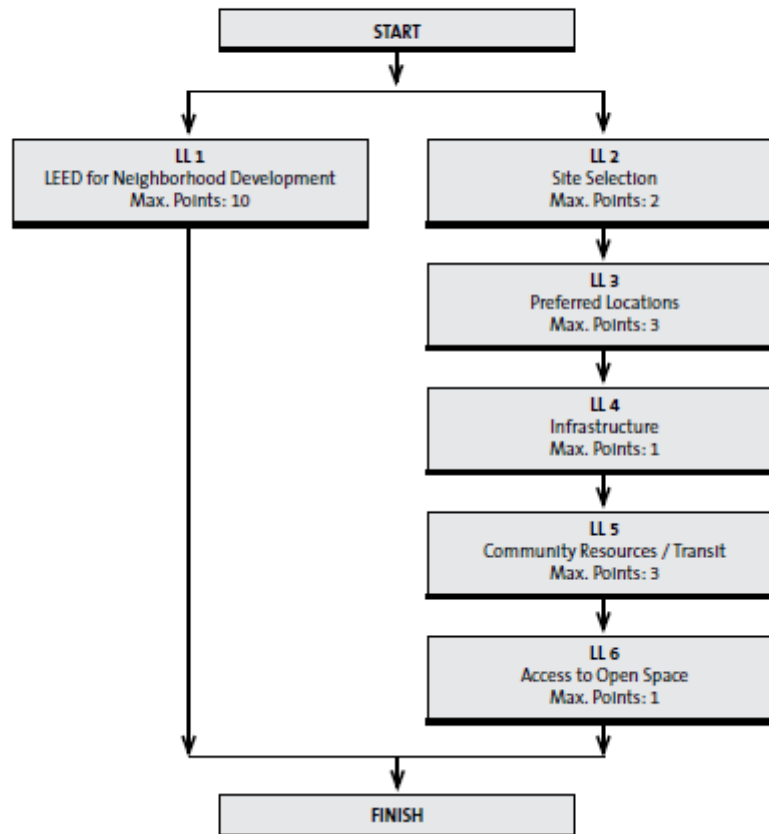


Figura 5: Diagrama da categoria de Localização e Ligações / Fonte: *LEED for Homes*

#### LL 1: LEED para o desenvolvimento da vizinhança

A intenção neste item é minimizar o impacto ambiental de práticas de urbanização, construindo empreendimentos em locais com a certificação do *LEED for Neighborhood Development*.

Não há pré-requisitos neste item.

Os dez créditos possíveis de serem obtidos neste item vem de completar os requerimentos do LEED for Neighborhood Development.

#### LL 2: Seleção de Local

A intenção neste item é evitar o desenvolvimento em locais ambientalmente sensíveis.

Não há pré-requisitos neste item.

Os dois créditos possíveis de serem neste item referem se a não desenvolver edifícios, construir estruturas, estradas ou áreas de estacionamento em locais que estão dentro de diversos critérios como: área de inundação, “solos importantes para o Estado”, entre outras.

#### LL 3: Locais de Preferência

A intenção neste item é incentivar a construção de casas perto ou dentro de comunidades existentes.

Não há pré-requisitos neste item.

Neste item é possível obter até três créditos, sendo estes:

- ✓ Desenvolvimento dos arredores (1 ponto). Selecionar um lote de tal forma que pelo menos 25% do perímetro seja área urbanizada; ou
- ✓ Enchimento (2 pontos). Selecionar um lote de tal forma que pelo menos 75% do perímetro seja área urbanizada; e/ou
- ✓ Desenvolvido anteriormente (1 ponto). Construir em um terreno previamente desenvolvido.

#### LL 4: Infraestrutura

A intenção neste item é incentivar a construção de casas em empreendimentos que são servidos por, ou estão perto de infraestrutura existente (ou seja, esgotos e abastecimento de água).

Não há pré-requisitos neste item.

Neste item é possível obter um crédito, selecionando o lote a uma distância máxima de redes de água e esgoto existente.

#### LL 5: Recursos da Comunidade / Trânsito

A intenção neste item é incentivar a construção de casas nos padrões de desenvolvimento que permitam caminhar, andar de bicicleta ou de transporte público (minimizando a dependência de automóveis pessoais e seus impactos ambientais associados).

Não há pré-requisitos neste item.

Neste item é possível obter até três créditos, sendo estes ligados a quantidade de recursos básicos da comunidade e transporte público e a distância de cada um deles. A seguir é mostrado um quadro extraído do LEED, onde é possível verificar o que é considerado recurso básico da comunidade.

- |                          |  |
|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | Arts and entertainment center                    |
| <input type="checkbox"/> | Bank   |
| <input type="checkbox"/> | Community or civic center                        |
| <input type="checkbox"/> | Convenience store                                |
| <input type="checkbox"/> | Daycare center                                   |
| <input type="checkbox"/> | Fire station                                     |
| <input type="checkbox"/> | Fitness center or gym                            |
| <input type="checkbox"/> | Laundry or dry cleaner                           |
| <input type="checkbox"/> | Library  |
| <input type="checkbox"/> | Medical or dental office                         |
| <input type="checkbox"/> | Pharmacy   |
| <input type="checkbox"/> | Police station                                   |
| <input type="checkbox"/> | Post office                                      |
| <input type="checkbox"/> | Place of worship                                 |
| <input type="checkbox"/> | Restaurant                                       |
| <input type="checkbox"/> | School   |
| <input type="checkbox"/> | Supermarket                                      |
| <input type="checkbox"/> | Other neighborhood-serving retail                |
| <input type="checkbox"/> | Other office building or major employment center |

*Note: Up to two of each type of community resource may be counted. For example, two restaurants within ¼ mile may be counted as two community resources; four restaurants also count as two.*

**Figura 6: Quadro de recurso básico da comunidade**

#### LL 6: Acesso a espaços abertos

A intenção neste item é incentivar proporcionar espaços abertos para incentivar a caminhada, atividade física e passar tempo ao ar livre.

Não há pré-requisitos neste item.

Neste item é possível obter um crédito, selecionando o lote a uma distância máxima de meia milha de um espaço de acesso público.

#### **4.13.3 Terrenos Sustentáveis (SS)**

A seguir é apresentado um diagrama desta categoria, extraído do *LEED for Homes*. Note que é importante que se obtenha um mínimo de cinco pontos nesta categoria.

## Sustainable Sites (SS)

### Pathway through the SS Category

Important Note: A minimum of **5 points** must be achieved in the SS Category

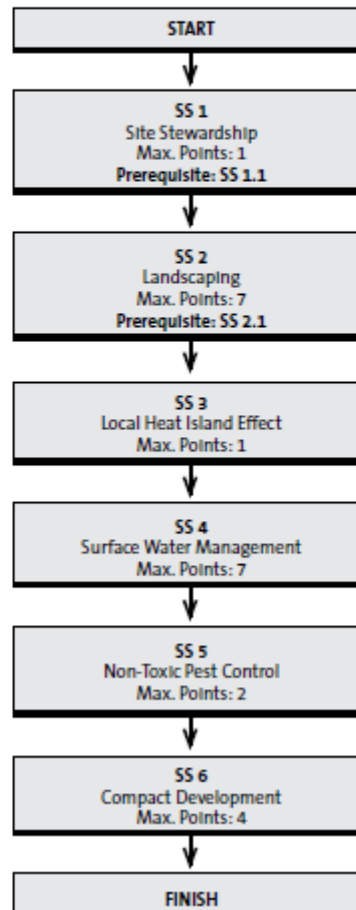


Figura 7: Diagrama da categoria Terrenos Sustentáveis / Fonte: *LEED for Homes*

#### SS 1: Manejo Local

A intenção neste item é minimizar danos ambientais a longo prazo sobre o lote, durante o processo de construção.

Há um pré-requisito sobre o controle da erosão durante a construção.

O crédito possível de ser obtido neste item refere-se a minimizar os distúrbios na área do terreno, plantando árvores ou deixando parte do lote preservado.

## SS 2: Paisagismo

A intenção neste item é projetar um paisagismo com características para evitar espécies invasoras e minimizar a demanda por água e produtos químicos sintéticos.

Há um pré-requisito para não introduzir espécies de plantas invasoras na paisagem.

Neste item é possível obter até sete créditos, sendo estes:

- ✓ Paisagismo Básico (2 pontos). Conhecer os requisitos para toda a paisagem e projetar o paisagismo de acordo com o terreno; e/ou
- ✓ Limitar o uso de grama convencional nas paisagens projetadas; e/ou
- ✓ Instale plantas que sejam tolerantes à seca; ou
- ✓ Reduzir a demanda de irrigação globais em pelo menos 20%.

## SS 3: Efeito Local de Ilha de Calor

A intenção neste item é projetar uma paisagem com o objetivo de reduzir efeitos locais de ilha de calor.

Não há pré-requisitos neste item.

O crédito possível de ser obtido neste item refere-se a reduzir os efeitos locais de ilha de calor utilizando árvores ou outras plantas e utilização de cores “frias”.

## SS 4: Gestão da Água de Superfície

A intenção neste item é projetar um terreno onde seja minimizada a erosão e o escoamento de água.

Não há pré-requisitos neste item.

Neste item é possível obter até sete créditos, sendo estes:

- ✓ Lote permeável. Conceber o lote de tal forma que pelo menos 70% do ambiente construído, não incluindo a área sob o teto, seja permeável ou concebido para capturar o escoamento da água para infiltração no local.

- ✓ Controles permanentes de erosão.
- ✓ Gestão de escoamento de telhado. Projetar e instalar uma ou mais medidas de controle de escoamento.

#### SS 5: Controle de pragas não-tóxico

A intenção neste item é minimizar a necessidade de venenos para controle de insetos, roedores e outras pragas.

Não há pré-requisitos neste item.

Os dois créditos possíveis de serem obtidos neste item estão relacionados as alternativas de controle de pragas.

#### SS 6: Desenvolvimento Compacto

A intenção neste item é que se faça uso de padrões de desenvolvimento compactos para conservar a terra e promover a habitabilidade na comunidade, eficiência de transporte e facilidade de caminhar.

Não há pré-requisitos neste item.

Neste item é possível obter até quatro créditos que está relacionado à quantidade de habitações por unidade de área, quanto maior esse número, mais pontos é possível receber.

#### **4.13.4 Eficiência com Relação ao Uso de Água (WE)**

A seguir é apresentado um diagrama desta categoria, extraída do *LEED for Homes*. Note que é importante que se obtenha um mínimo de três pontos nesta categoria.

## Water Efficiency (WE)

### Pathway through the WE Category

Important Note: A minimum of **3 points** must be achieved in the WE Category

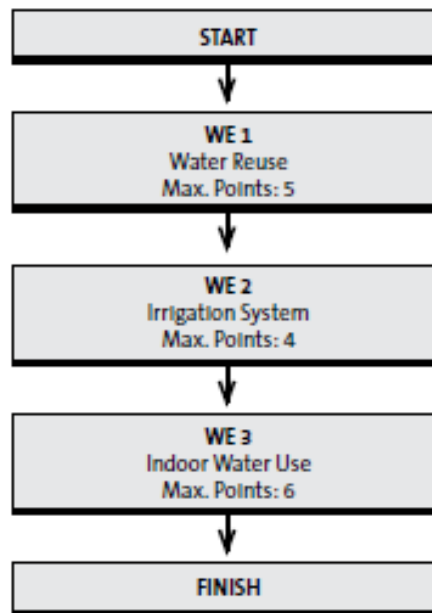


Figura 8: Diagrama da categoria de Eficiência com Relação ao Uso da Água / Fonte: *LEED for Homes*

#### WE 1: Reuso da água

A intenção neste item é que se utilize água reciclada municipal, ou compensar o abastecimento de água central através da captação e reutilização de água da chuva controlada e/ou águas cinzentas.

Não há pré-requisitos neste item.

Neste item é possível obter até quatro créditos de acordo com os seguintes critérios:

- ✓ Sistema de coleta da água de chuva. Projetar e instalar um sistema de coleta de água de chuva e sistema de armazenamento; e/ou

- ✓ Sistema de reutilização de águas cinzas. Projetar e instalar um sistema de reutilização de águas cinzas; ou
- ✓ Uso de Sistema de Água Reciclada Municipal. Projetar a tubulação do sistema de irrigação de tal forma que a demanda de água seja fornecida a partir da água reciclada pelo município.

### WE 2: Sistema de Irrigação

A intenção neste item é minimizar a demanda externa para a água através de rega eficiente.

Não há pré-requisitos neste item.

Neste item é possível obter até quatro créditos de acordo com os seguintes critérios:

- ✓ Projetar e instalar um sistema de irrigação de alta eficiência; e/ou
- ✓ Inspeção de terceiros. Faça uma inspeção realizada por terceiros do sistema de irrigação em funcionamento; ou
- ✓ Reduzir a demanda de irrigação global em pelo menos 45%.

Há ainda um anexo de como calcular a redução de demanda de água para irrigação.

### WE 3: Uso Interno de Água

A intenção neste item é minimizar a demanda interna para a água através de equipamentos d'água eficientes e acessórios.

Não há pré-requisitos neste item.

Neste item é possível obter até seis créditos de acordo com o critério de instalação de equipamentos e acessórios de baixo consumo de água.

#### 4.13.5 Energia e Atmosfera (EA)

A seguir é apresentado um diagrama desta categoria, extraída do *LEED for Homes*. Note que é possível seguir dois caminhos diferentes, sendo que um mesmo empreendimento não pode receber créditos dos dois caminhos.

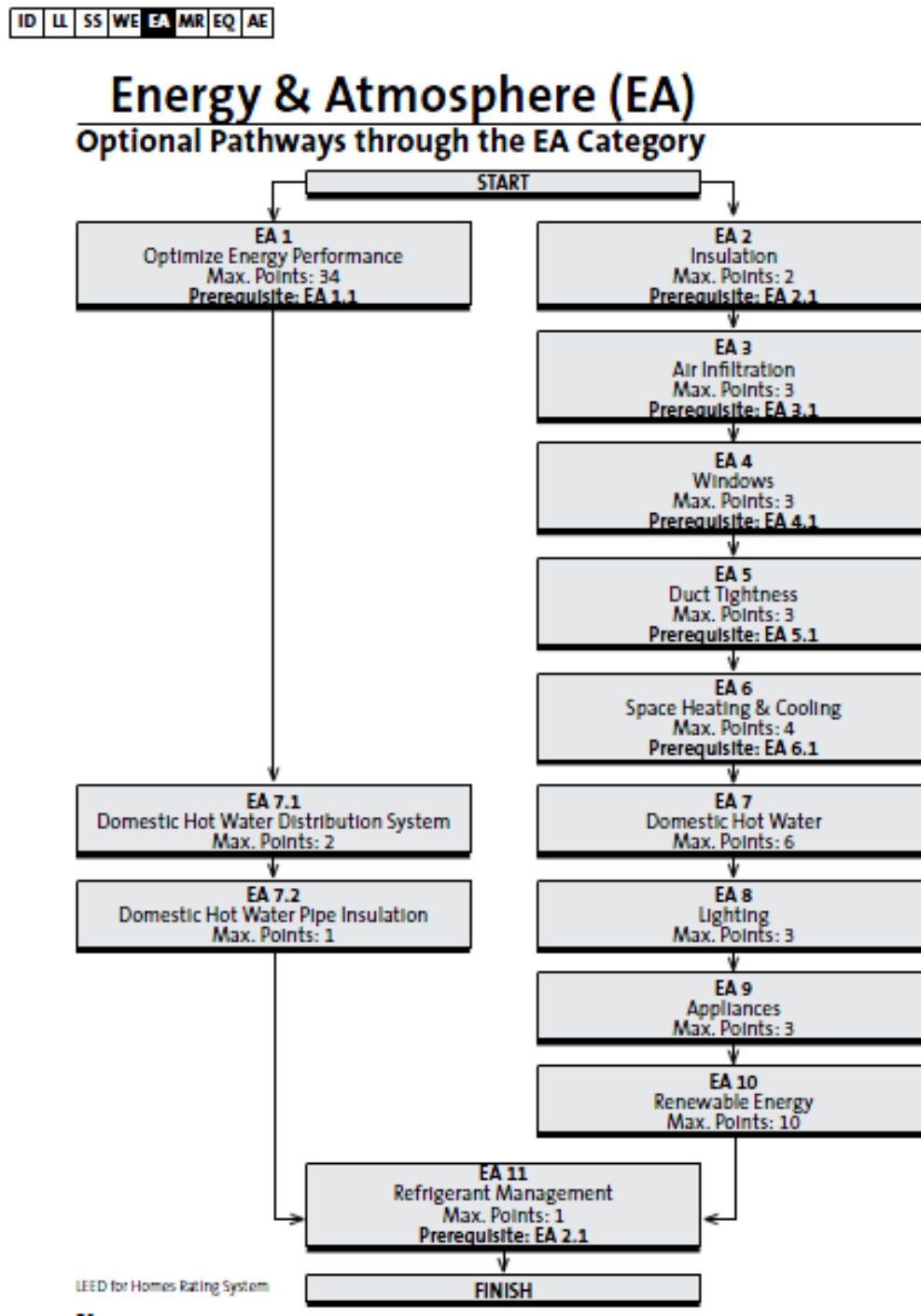


Figura 9: Diagrama da categoria Energia e Atmosfera / Fonte: *LEED for Homes*

### EA 1: Otimizar a Performance Energética

A intenção neste item é minimizar melhorar o desempenho energético total de uma casa, atendendo ou superando o desempenho definido pelo *ENERGY STAR* para habitações.

O pré-requisito deste item é que se obtenha os requerimentos de performance do *ENERGY STAR* para habitações, incluindo a verificação de uma terceira parte.

Os 34 créditos possíveis de serem obtidos nesta categoria resultam de exceder os níveis de performance do *ENERGY STAR*.

Neste item o *LEED* apresenta como calcular o quanto melhor está a performance e a apresenta também quantidade de pontos a ser obtida.

### EA 2: Isolamento

A intenção neste item é que seja projetado e instalado isolamento para minimizar a transferência de calor e pontes térmicas.

Há um pré-requisito sobre isolamento básico, com regras descritas no próprio capítulo.

Os dois pontos possíveis de serem obtidos neste item referem-se a um isolamento reforçado.

### EA 3: Infiltração de Ar

A intenção neste item é minimizar o consumo de energia causada pelo vazamento de ar descontrolado dentro e fora dos espaços climatizados.

Há um pré-requisito de redução dos vazamentos de ar, e este deve ser verificado pelo Avaliador.

Os três pontos de crédito possíveis de serem obtidos neste item referem a reduzir ainda mais os vazamentos de ar.

#### EA 4: Janelas

A intenção neste item é maximizar o desempenho energético das janelas.

O pré-requisito deste item é a instalação de boas janelas, seguindo critérios apresentados no texto e que seguem padrões do *ENERGY STAR*.

Os três pontos possíveis de serem obtidos neste item referem se a superar os níveis de performance do *ENERGY STAR*.

#### EA 5: Sistemas de Distribuição de Ar Aquecido ou Resfriado

A intenção neste item é minimizar o consumo de energia devido a pontes térmicas e/ou vazamentos no sistema de aquecimento e de resfriamento.

Os pré-requisitos para sistemas de circulação forçada ou sistemas sem condução são as mesmas, reduzir as perdas na distribuição, mudando apenas alguns parâmetros.

Pode ser obtido até três créditos, referentes a redução nas perdas da distribuição.

#### EA 6: Espaço de Aquecimento e Equipamentos de Refrigeração

A intenção neste item é reduzir o consumo de energia associado ao sistema de aquecimento e resfriamento.

O pré-requisito deste item é o projeto e instalação de bom equipamento de *HVAC*.

É possível receber até quatro créditos neste item, superando os níveis de performance requeridos pelo *ENERGY STAR*.

### EA 7: Aquecimento de Água

A intenção neste item é reduzir o consumo de energia associado com o sistema de água quente sanitária, incluindo a melhoria da eficiência do projeto do sistema da água quente e do layout dos aparelhos da casa.

Não há pré-requisitos neste item.

Os seis pontos possíveis de serem obtidos neste item referem a:

- ✓ Sistema de distribuição de água quente eficiente;
- ✓ Isolamento da tubulação;
- ✓ Equipamentos sanitários de água quente que sejam eficientes.

### EA 7: Iluminação

A intenção neste item é reduzir o consumo de energia associado com iluminação interior e exterior.

Há o pré-requisito de instalar pelo menos quatro luminárias ou Lâmpadas Fluorescente Compactas (FLC) com certificação *ENERGY STAR*.

Os três pontos de crédito desta categoria referem se a:

- ✓ Melhorar a iluminação, instalando mais FLCs e sensores do lado externo da casa; ou
- ✓ Todas as lâmpadas devem ter a certificação *ENERGY STAR*.

### EA 9: Eletrodomésticos

A intenção neste item é reduzir o consumo de energia dos eletrodomésticos.

Não há pré-requisitos neste item.

Os três pontos que podem ser obtidos neste item referem a utilização de eletrodomésticos de alta eficiência com certificação *ENERGY STAR*, sendo que um ponto refere a máquina de lavar roupas que deve seguir requerimentos especiais.

#### EA 10: Energia Renovável

A intenção neste item é reduzir o consumo de fontes de energia não renováveis, incentivando a instalação e operação de sistemas de geração de energia elétrica renovável.

Não há pré-requisitos neste item.

Os dez pontos possíveis de serem recebidos neste item refere a instalação de sistema de geração de energia renovável, sendo que quanto menos energia não renovável a casa utilizar, mais pontos recebe.

#### EA 11: Gestão do refrigerante residencial

A intenção neste item é que seja selecionado e testado o refrigerante do ar condicionado, para garantir o desempenho e minimizar as contribuições para redução da camada de ozônio e aquecimento global.

Há o pré-requisito de que seja feito o teste do fluido refrigerante por especialistas, a menos que a casa não tenha sistema mecânico de refrigeração.

O ponto que pode ser recebido nesta categoria refere ao uso de refrigerantes apropriados ou ao não uso deste.

#### **4.13.6 Materiais e Recursos (MR)**

A seguir é apresentado um diagrama desta categoria, extraída do *LEED for Homes*. Note que é preciso obter no mínimo dois pontos nesta categoria.

## Materials and Resources (MR)

### Pathway through the MR Category

Important Note: A minimum of **2 points** must be achieved in the MR Category

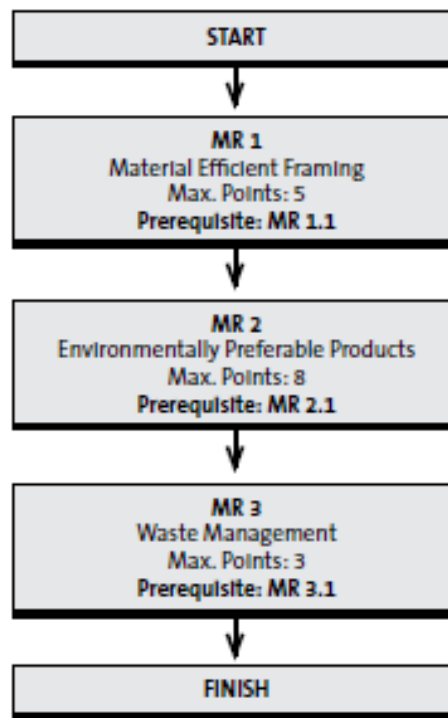


Figura 10: Diagrama da categoria Materiais e Recursos / Fonte: *LEED for Homes*

#### MR 1: Quadro Eficiente de Materiais

A intenção neste item é que seja otimizado o uso dos materiais.

O pré-requisito desta categoria é que exista um fator de perdas limite.

Os três pontos de crédito desta categoria referem se a:

- ✓ Documentar os materiais a serem utilizados;
- ✓ Requisito específico de planejamento de utilização de madeira;
- ✓ e/ou
- ✓ Materiais eficientes (madeira); ou
- ✓ Fabricação industrial (fora do terreno de construção).

### MR 2: Produtos ambientalmente preferíveis

A intenção neste item é aumentar a demanda por produtos ambientalmente preferíveis e produtos ou componentes de construção que são extraídos, processados e fabricados na região.

Há como pré-requisito o uso de madeira tropical certificada.

Os oito pontos de crédito desta categoria referem-se à utilização de produtos ambientalmente preferíveis, com baixas emissões (voláteis) e uso de produtos locais (menos de quinhentas milhas de distância do local de construção).

### MR 3: Gestão de Resíduos

A intenção neste item é aumentar e reduzir a geração de resíduos para um nível abaixo dos padrões da indústria.

Há como pré-requisito o planejamento do gerenciamento dos resíduos.

Os três pontos que podem ser recebidos neste item referem-se à redução dos resíduos de construção.

#### **4.13.7 Qualidade do Ambiente Interior (EQ)**

A seguir é apresentado um diagrama desta categoria, extraída do *LEED for Homes*. Note que é possível seguir dois caminhos diferentes, sendo que um mesmo empreendimento não pode receber créditos dos dois caminhos, e que um mínimo de seis pontos deve ser recebido nesta categoria.

## Indoor Environmental Quality (EQ)

### Optional Pathways through the EQ Category

Important Note: A minimum of **6 points** must be achieved in the EQ Category

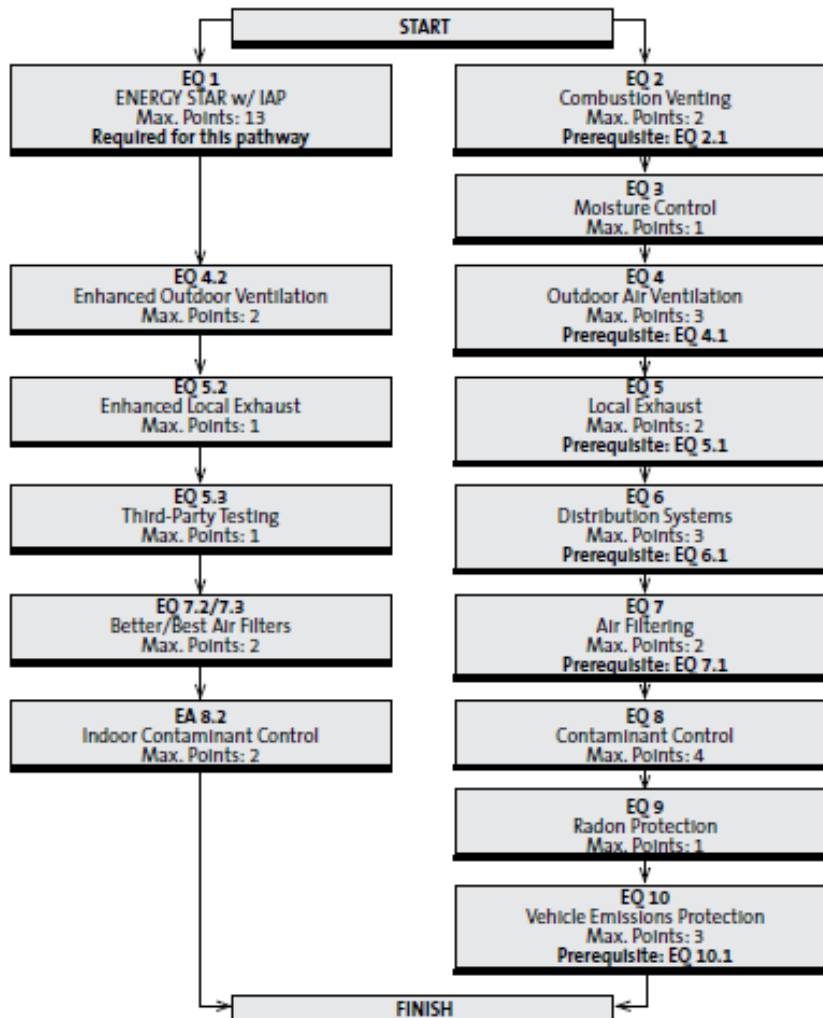


Figura 11: Diagrama da categoria Qualidade do Ambiente Interior / Fonte: *LEED for Homes*

#### EQ 1: ENERGY STAR com Embalagem do Ar Interior

A intenção neste item é melhorar a qualidade geral do ambiente interno de uma casa através da instalação de um pacote de medidas aprovado em relação a qualidade do ar.

Não há pré-requisitos neste item.

Neste item é possível receber até treze pontos, para isso deve ser completado todos os requerimentos do *U.S. Environmental Protection Agency's ENERGY STAR* em relação à embalagem do ar interior (IAP).

#### EQ 2: Ventilação dos locais onde ocorre Combustão

A intenção neste item é minimizar as fugas de gases de combustão para o espaço ocupado da casa.

Há um pré-requisito com as medidas básicas de ventilação dos locais onde ocorre combustão.

Os dois pontos possíveis de serem obtidos neste item refere a medidas de ventilação mais rígidas e a não instalação de lareiras ou fogão a lenha.

#### EQ 3: Controle de Umidade

A intenção neste item é controlar os níveis de umidade interior para proporcionar conforto, reduzir o risco de mofo e aumentar a durabilidade da casa.

Não há pré-requisitos neste item.

O ponto possível de ser recebido neste item refere a instalação de desumidificador para controle da carga de umidade.

#### EQ 4: Ventilação com Ar Exterior

A intenção neste item é reduzir a exposição dos ocupantes da casa a poluentes, através de ventilação com ar exterior.

O pré-requisito deste item é o projeto e instalação de um sistema de ventilação para todo o edifício.

Os três possíveis pontos desta categoria referem a instalação de um sistema melhor de ventilação exterior para todo o edifício e a avaliação por uma terceira parte.

#### EQ 5: Exaustão Local

A intenção neste item é reduzir a umidade e exposição a poluentes domésticos em cozinhas e banheiros.

O pré-requisito deste item é o projeto e instalação de um sistema de exaustão em todos os banheiros e cozinhas, de acordo com as normas e certificações americanas.

Os dois pontos possíveis de serem obtidos nesta categoria referem ao projeto e instalação de um sistema de exaustão local melhor e um teste realizado por terceiro.

#### EQ 6: Distribuição de aquecimento e arrefecimento

A intenção neste item é fornecer distribuição adequada de aquecimento e arrefecimento na casa para melhorar o conforto térmico e desempenho energético.

O pré-requisito deste item é o cálculo das cargas de cômodo por cômodo.

Os três pontos possíveis de serem recebidos nesta categoria referem garantir que todos os quartos tenham fluxo de ar de retorno adequado, e a avaliação do sistema por um terceiro.

#### EQ 7: Filtragem do Ar

A intenção neste item é reduzir a quantidade de partículas a partir do sistema de fornecimento de ar.

O pré-requisito é a instalação de um bom filtro.

Os dois pontos que podem ser recebidos nesta categoria referem à instalação de filtros melhores ou a instalação dos melhores filtros.

#### EQ 8: Controle de Contaminantes

A intenção neste item é reduzir a exposição dos ocupantes e dos trabalhadores de construção, a contaminantes do ar interior através de controle de origem e remoção.

Não há pré-requisitos neste item.

Os quatro pontos de crédito possíveis de serem recebidos neste item referem a:

- ✓ Controle de contaminantes interior durante a construção;
- ✓ Controle dos contaminantes interiores
- ✓ Lavar a casa após a finalização de todos os trabalhos.

#### EQ 9: Proteção contra Radônio

A intenção neste item é reduzir a exposição dos ocupantes ao gás radônio e a outros gases contaminantes do solo.

O pré-requisito deste item é a construção de habitação resistente ao radônio em áreas de alto risco.

O ponto possível de ser obtido neste item refere à construção de habitação resistente ao radônio em áreas de risco moderado.

#### EQ 10: Proteção de Poluentes da Garagem

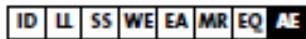
A intenção neste item é reduzir a exposição dos ocupantes a poluentes interiores provenientes de uma garagem ao lado.

O pré-requisito deste item é que não se pode instalar *HVAC* na garagem.

Os três pontos possíveis de serem recebidos neste item referem a:

- ✓ Minimizar os poluente provindos da garagem; e/ou
- ✓ Instalar ventilador de exaustão na garagem; ou
- ✓ Fazer uma garagem destacada ou não fazer garagem.

#### 4.13.8 Sensibilização e Educação (AE)



## Awareness & Education (AE)

### Pathway through the AE Category

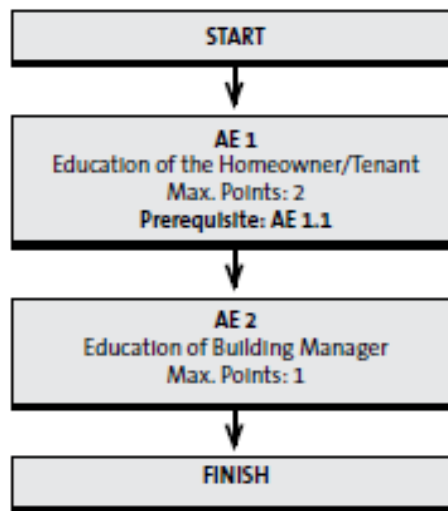


Figura 12: Diagrama da categoria Sensibilização e Educação / Fonte: *LEED for Homes*

#### AE 1: Educação do Proprietário ou Inquilino

A intenção neste item é manter o desempenho da casa, educando os ocupantes (ou seja, o proprietário ou inquilino) sobre as operações e manutenção das características da casa e equipamentos.

Tem como pré-requisito o treinamento das operações básicas.

Os dois pontos possíveis de serem obtidos neste item referem a um treinamento mais detalhado e uma sensibilização pública.

## AE 2: Educação do Gerente de Construção

A intenção neste item é manter o desempenho da casa, educando o gerente do edifício sobre as operações e manutenção das características da casa e equipamentos.

Não há pré-requisitos neste item.

O ponto deste item refere a educar o gerente (zelador) da construção.

## 5 MATERIAIS SUSTENTÁVEIS

O uso racional de materiais na construção não é só uma questão de ser ambientalmente correto e de combater a escassez de materiais, mas também um fator diretamente relacionado ao custo da obra. Uma obra bem executada reduz o consumo desnecessário de materiais, como em casos de paredes fora do prumo, que necessitam de regularização com argamassa consumindo mais material e conseqüentemente gerando mais resíduos.

Além dos cuidados de projeto e uso racional, existem materiais alternativos no mercado que contribuem para o desenvolvimento sustentável da obra. Dentre eles pode-se citar: madeira de reflorestamento, cimentos com escória de alto forno, tijolos prensados de solo cimento e agregados reciclados.

### **Madeira**

O desmatamento na região amazônica e suas conseqüências em relação às mudanças climáticas no planeta são repercutidas internacionalmente como um dos principais problemas ambientais do Brasil.

A maior parte da produção madeireira da Amazônia é consumida no Brasil. Outras regiões do país muitas vezes percebem este desmatamento como algo distante de seu dia-a-dia, embora contribuam indiretamente para esta situação. O estado de São Paulo é o maior consumidor respondendo por 15% do consumo nacional que utiliza madeira principalmente na indústria moveleira e na construção civil (Fatos Florestais, 2005).

O agravante é que 86% (oitenta e seis por cento) da extração de madeira no Brasil ocorre de maneira irregular e mais de 90% (noventa por cento) da madeira comercializada degrada, de alguma forma, o meio-ambiente, segundo dados obtidos pelas divulgações do Ministério do Meio Ambiente e do IBAMA.

Visando extinguir, ou ao menos minimizar, esses efeitos foram criadas as certificações florestais. Seu objetivo é difundir o uso racional da floresta, garantindo sua existência no longo prazo. A certificação florestal deve garantir que a madeira utilizada em determinado produto é oriunda de um processo produtivo manejado de forma correta.

A certificação de uma área florestal requer que a operação florestal nessa área seja feita seguindo os seguintes princípios:

- ✓ Ecologicamente correto: Utilizar técnicas que imitam o ciclo natural da floresta e causam o mínimo impacto, permitindo sua renovação e sua permanência, bem como da biodiversidade que abriga. Por exemplo, a floresta é provedora da matéria prima da Indústria papelreira - se não houver floresta, não é possível oferecer o mesmo produto nem na mesma quantidade;
- ✓ Socialmente justo: A propriedade de uma área florestal e toda a atividade precisa ser legalizada, o que significa pagar todos os tributos e respeitar todos os direitos trabalhistas, inclusive no item segurança do trabalho. Além disso, o processo de certificação florestal é transparente, o que permite sua fiscalização por qualquer entidade ou indivíduo da sociedade civil. Finalmente, os princípios seus critérios decididos com a participação igualitária dos três setores: ambiental, social e econômico;
- ✓ Economicamente viável: As técnicas de manejo florestal requeridas pela certificação florestal aumentam a produtividade da floresta, garantem a durabilidade dos investimentos, e agregam valor ao produto. O selo verde no produto já é uma demanda do mercado para o qual ainda não há suficiente oferta, e isso significa que um produto com esse selo garante a permanência no mercado e abre novos mercados.

Existem vários sistemas de certificação e o selo verde mais reconhecido hoje é Forest Stewardship Council (FSC), ou em português Conselho de Manejo Florestal com presença em mais de 75 países e todos os continentes. Este conselho foi criado como resultado de uma iniciativa para a conservação ambiental e desenvolvimento sustentável das florestas do mundo inteiro.

A garantia de origem serve também para orientar o consumidor ou empresário a escolher um produto diferenciado e com grande valor agregado, capaz de conquistar um público mais exigente e, assim, abrir novos mercados. Ao mesmo tempo, permite ao consumidor consciente a opção de um produto que não degrada o meio ambiente e contribui para o desenvolvimento social e econômico das comunidades florestais.

Os produtos empregados nas etapas de construção e também de decoração são diversos. Para a produção de cadeiras a Moveleira Paranista utiliza madeira maciça

proveniente de florestas plantadas e certificadas, e que foi submetida à processo de secagem em estufa. Garantindo ótima estabilidade e durabilidade.

A variedade “Grandis” do Eucalipto é a madeira ideal para produção de móveis de alta qualidade e com respeito ao ambiente natural. O *Eucalyptus grandis* apresenta ótima aparência, boa trabalhabilidade e características muito semelhantes às do mogno, em termos de propriedades físico-mecânicas, principalmente densidade, resistência e elasticidade. Sem, entretanto, ter sido extraída de florestas nativas. Sua cor natural é pardo roseada, lembrando também o aspecto do Curupixá, sendo possível a obtenção de diversas outras colorações por meio de tingimento.

A certificação da madeira é uma opção que pode ser empregada em empreendimentos com real contribuição para a sustentabilidade, assegurando a manutenção da floresta, o emprego de mão-de-obra e a atividade econômica que a mesma proporciona.

### **Blocos de Alvenaria**

O conceito da sustentabilidade na tecnologia do *bloco de alvenaria de solo-cimento prensado* consiste na reutilização de solos que, originalmente, seriam descarregados no bota-fora. O bloco pode ser adquirido ou pré-fabricado com o solo do próprio terreno, o que implica na economia na obtenção do próprio bloco e na redução de custo com o bota-fora. Segundo Recomendações Práticas do Uso de Solo-Cimento para o Pequeno Construtor, de Luiz Antônio Pecoriello, a aplicação desta tecnologia pode propiciar ao empreendedor uma economia em até trinta por cento nos gastos de aquisição de blocos.

O solo adequado para a fabricação de bloco de solo-cimento deve ter as seguintes características:

- Teor de areia: superior a 50%;
- Teor de silte: 10 a 20%;
- Teor de argila: 20 a 30%;
- LL (Limite de Liquidez): 45%;
- IP (Índice de Plasticidade): 18%.

A determinação dimensional e aspectos físicos dos blocos são estabelecidos de acordo com a NBR 10834, bem como ensaios de resistência a compressão.

### **Agregados**

A cidade de São Paulo gera toneladas de entulho por dia, sendo grande parte depositada em bota-foras clandestinos, nas margens de rios e de córregos ou em terrenos baldios, que por serem inadequados implicam no entupimento e o assoreamento de cursos d'água, de bueiros e galerias, estando diretamente relacionado às constantes enchentes e à degradação de áreas urbanas.

Esses agregados podem ser utilizados na produção de concreto que devidamente bem preparado pode ser aplicado como base de piso e contra piso. A utilização em elementos estruturais ainda não é feita pela carência de estudos que comprovem o comportamento desse concreto quanto suas propriedades de engenharia. Seu uso nesses elementos poderia comprometer a integridade da edificação colocando em risco a saúde e segurança de seus usuários.

## 6 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO EMPREENDIMENTO

São José dos Campos, fundada em 1767, é um município do interior do estado de São Paulo, localizado na região do Vale do Paraíba. Encontra-se a leste da capital paulista distando cerca de 95 km dela. Ocupa uma área de 1 099,77 km<sup>2</sup>, sendo 94,064 km<sup>2</sup> em perímetro urbano e 1 005,7 km<sup>2</sup> em zona rural. Tem população estimada em 636 mil habitantes sendo o sétimo município mais populoso do estado de São Paulo e o 32º do Brasil, de acordo com o IBGE. No município, aproximadamente 98% da população vive em zona urbana e a cidade possui o índice de desenvolvimento humano (IDH) de 0,849.



**Figura 13: Vista panorâmica da cidade de São José dos Campos**

### **Clima**

O clima de São José dos Campos é o tropical de altitude com invernos secos e amenos e verões chuvosos. O mês mais quente é fevereiro com temperaturas média em torno de 24 graus e máximas 30 graus. O mês mais frio é julho com temperatura media em torno de 17 graus e mínima de 10 graus. A precipitação media anual é de 1300 mm, sendo julho o mês mais seco com apenas 32 mm.

Dados Climatológicos para São José dos Campos													
Mês	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	ANO
Temperatura Máxima Média (°C)	29,8	29,9	29,5	27,6	25,5	24,3	24,5	26,5	27,4	28,1	28,9	29,0	27,6
Temperatura Mínima Média (°C)	18,5	18,8	17,7	15,2	12,5	11,0	10,4	11,7	13,7	15,4	16,4	17,8	14,9
Precipitação (mm)	216,3	191,2	165,3	80,5	58,8	42,3	32,4	35,1	71,5	113,3	124,0	174,2	1304,9

Fonte: Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura (Cepagri)

Tabela 2: Dados climatológicos de São José dos Campos

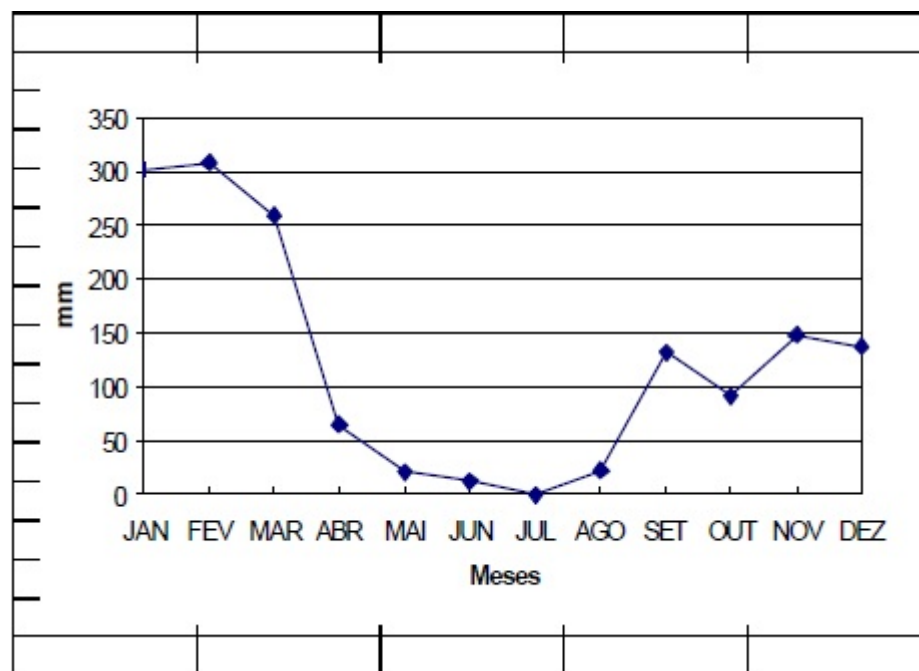


Figura 14: Gráfico pluviométrico de São José dos Campos

## Economia

São José dos Campos é o município com maior PIB na região do Vale do Paraíba e o sétimo no estado de São Paulo. Conta com mais de 21 mil empresas e estabelecimentos comerciais. A principal fonte econômica se encontra no setor secundário (responsável por cerca de 70% do PIB) com indústrias de vários segmentos como Embraer, GE e Ericsson.

## Transporte

A cidade conta com uma diversidade de meios de transporte. O aeroporto Professor Urbano Ernesto Stumpf dista 12 km do centro de São José dos Campos e tem área de 1,7 m<sup>2</sup>. A cidade possui duas vocações distintas: a cargueira, visando atender ao grande número de indústrias da região denominada Cone Leste Paulista, e a de portal turístico desse mesmo Cone Leste, mais especificamente das cidades da Serra da Mantiqueira, de Aparecida e do belíssimo litoral paulista, a "Riviera Brasileira". O sistema ferroviário foi iniciado em 1876 com a estrada de ferro do norte, contudo teve suas atividades terminadas em 1935. Atualmente há projetos de construção de metro de superfície e um trem de alta velocidade que ligaria o Rio de Janeiro à São Paulo, com uma de suas paradas no município de São José.

Devido ao grande número de indústrias e pela própria localização geográfica da cidade, ela se tornou um elo entre São Paulo e Rio de Janeiro. O sistema rodoviário é bastante complexo na região que contem diversas estradas importantes, tais como:

- ✓ BR-116 (Rodovia Presidente Dutra) — Rodovia que divide São José dos Campos ao meio, cortando a cidade no eixo sudoeste-nordeste;
- ✓ SP-50 (Rodovia Monteiro Lobato) — Estrada que liga São José à Campos do Jordão. É conhecida como a Estrada Velha de Campos e o mais antigo acesso da cidade serrana à Via Dutra.
- ✓ SP-99 (Rodovia dos Tamoios) — Estrada que tem início em São José dos Campos e termina em Caraguatatuba, no Litoral Norte.
- ✓ SP-70 (Rodovia Carvalho Pinto) — Liga a Rodovia Ayrton Senna até a cidade de Taubaté. Acesso a São José dos Campos a partir da Rodovia dos Tamoios, com a qual faz conexão.
- ✓ SP-65 (Rodovia Dom Pedro I) — Liga Jacareí e outras cidades do Vale do Paraíba à cidade de Campinas e sua Região Metropolitana. Apesar de iniciar-se no município limítrofe de Jacareí, seu acesso a partir de São José é rápido e fácil, podendo ser feito tanto a partir da Via Dutra quanto da Carvalho Pinto.

- ✓ SP-66 (Rodovia Geraldo Scavone) — Trecho remanescente da antiga estrada Rio-São Paulo e que faz a ligação do município com Jacareí.
- ✓ SP-62 (Rodovia Prefeito Edmir Vianna Moura) — Trecho remanescente da antiga estrada velha Rio-São Paulo e que faz a ligação do distrito de São José dos Campos com o distrito de Eugênio de Melo e com o município de Caçapava.

### Linhas de ônibus

Há um ponto de ônibus logo em frente ao residencial, a aproximadamente 280 m de distância da frente do terreno, como pode ser visto na imagem a seguir. O outro ponto mais próximo está a aproximadamente 920 m do terreno, uma distância muito grande, de forma que não será considerado que os ônibus que passam por ele como aptos a atender os moradores e pessoas que irão trabalhar no empreendimento. Na imagem é possível identificar o terreno em amarelo, e os pontos de ônibus.

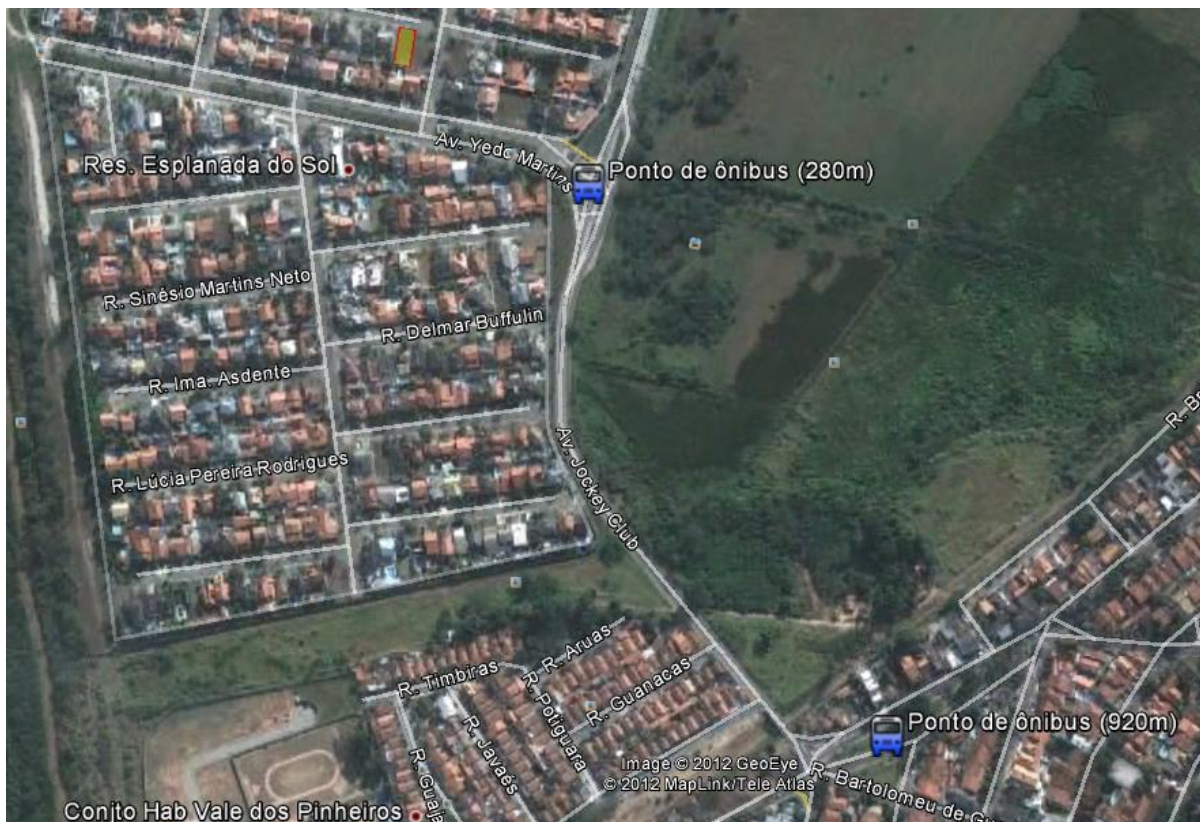


Figura 15: pontos de ônibus nas proximidades do terreno

São três as linhas que atendem este ponto, sendo que uma delas passa por ele nos dois sentidos de viagem. No quadro a seguir é possível identificar estas linhas e suas frequências diárias nos dias úteis:

Linha	Nome da Linha	Sentido	Frequência diária em dias úteis
111	VALE DOS PINHEIROS / MONTE CASTELO (CIRCULAR NO MONTE CASTELO) O.S.O. 027	MONTE CASTELO / VALE DOS PINHEIROS	14
134	VALE DOS PINHEIROS / TERMINAL CENTRAL (CIRCULAR NO VALE DOS PINHEIROS) O.S.O. 04	TERMINAL CENTRAL / VALE DOS PINHEIROS	46
121	URBANOVA-ESPLANADA / TERMINAL CENTRAL (CIRCULAR NO URBANOVA) O.S.O. 48	TERMINAL CENTRAL / URBANOVA - VIA ANCHIETA	12
121	URBANOVA-ESPLANADA / TERMINAL CENTRAL (CIRCULAR NO URBANOVA) O.S.O. 48	URBANOVA / TERMINAL CENTRAL - VIA ANCHIETA	11

**Tabela 3: Linhas de Ônibus**

Três destas linhas possuem como ponto de início ou chegada o Terminal Central, que fica na região central da cidade, e de onde partem ônibus para todo o restante da cidade.

Com essas informações é possível dizer que o empreendimento está bem servido de transporte público, uma vez que passam cerca de oitenta e três veículos por dia em frente ao condomínio.

Em anexo estão os trajetos de cada uma das linhas e os horários de partidas estimados.

### **Relevo e Hidrografia**

O relevo é predominado por mares de morros cujas alturas variam de 650 a 1000 metros. Com relação à hidrografia podemos citar o rio Paraíba do Sul, que é formado pela confluência dos rios Paraitinga e Paraibúna. Considerando sua nascente mais afastada da foz, o rio Paraíba do Sul nasce na Serra da Bocaina, no Estado de São Paulo, com o nome de rio Paraitinga, recebendo o nome rio Paraíba do Sul na

confluência com o Paraíba, na represa de Paraíba. Perfaz um percurso total de 1.137 km, desde a nascente do rio Paraitinga até a foz em Atafona (São João da Barra), no Norte Fluminense.

### **Meio Ambiente**

A vegetação original da região era composta por mata atlântica, no entanto, hoje em dia restam apenas algumas espécies em matas ciliares ao longo do rio Paraíba do Sul e seus principais afluentes. As áreas verdes remanescentes são preservadas pelos parques municipais e reservas ecológicas. O parque municipal Roberto Burle Marx tem área de 516 mil metros quadrados e a região de proteção ambiental de banhado com cerca de quatro milhões de metros quadrados são alguns exemplos de parques e áreas de preservação ambiental que conservam a fauna e flora nativa.



**Figura 16: Parque Municipal Roberto Burle Marx**



**Figura 17: Área de proteção ambiental de banhado**

## **7 PONTOS A SEREM OBSERVADOS ANTES DA CONSTRUÇÃO**

No Brasil, não é raro ver situações de informalidade na construção de casas. As irregularidades estão presentes no cadastro do terreno, na construção da obra, nas relações trabalhistas, entre outros. Tudo isso pode acarretar em problemas futuros como patologias na edificação, ações trabalhistas contra o dono do empreendimento, etc. A casa então, que deveria ser um sonho realizado de seu proprietário, passa a ser um pesadelo.

Para evitar situações desagradáveis e estar em dia com suas obrigações civis, o empreendedor deve tomar as devidas medidas para legalizar seu empreendimento. Primeiramente deve-se planejar os custos que serão dispendidos na realização desse empreendimento: impostos, compra do terreno, materiais e insumos, mão de obra, etc. Todos esses itens devem ser pensados e colocados na ponta do lápis para que se possa analisar sua viabilidade financeira. Depois disso, vamos à escolha do terreno e sua verificação legal.

Escolhido o terreno, o aspecto legal da construção entra antes da elaboração dos projetos técnicos. O terreno deve estar devidamente cadastrado no cartório de registro de imóveis e devem ser verificadas possíveis pendências financeiras, uma vez que existentes podem impedir o contrato de compra do mesmo.

Além dessas precauções, também é necessário verificar se há pendências junto a prefeitura municipal e receita federal e, não havendo, é preciso solicitar certidões negativas de débito. Essas indicam se o vendedor apresenta alguma pendência de impostos como IPTU (Imposto sobre Propriedade Territorial Urbana) ou outros. Para estar bem seguro existem mais dois documentos que comprovam a regularidade do terreno: certidão vintenária e matrícula certidão vintenária. Esses são documentos que registram a regularização do terreno ou do imóvel nos últimos 20 anos. Com ela, você confirma se o bem pertence ao vendedor e se está tudo em ordem com o empreendimento. Se houver qualquer complicação com o imóvel, se ele estiver arrolado em processos judiciais, hipotecado ou penhorado em função de dívidas do vendedor, a certidão vintenária irá indicar. Já a matrícula é a carteira de

identidade do terreno. Nela estão descritas a localização do imóvel, a metragem exata e todo o seu histórico, desde o primeiro comprador até o momento atual. Informações relacionadas a penhora e hipoteca também aparecem nesse documento.

Após os procedimentos legais, antes de construir é preciso verificar as medidas do terreno, sua declividade e avaliação de possível necessidade de construção de muros de arrimo ou até mesmo cortes. Lembrando que tudo isso pode encarecer a obra e necessita de acompanhamento de especialistas na área (topógrafos e geotécnicos, por exemplo).

Após a conclusão da obra devem ser emitidas mais algumas certidões para oficializá-la e torná-la legal. São elas:

- ✓ Habite-se: certificado emitido pela prefeitura municipal autorizando a ocupação do imóvel. Esse documento atesta que a obra foi construída de acordo com as exigências de lei e respeitando o projeto arquitetônico ;
- ✓ CDN (Certidão Negativa de Débito): documento em que consta que as obrigações tributárias sobre o terreno e construção foram devidamente quitadas;
- ✓ Averbação: cópia que atesta as alterações no terreno e na edificação.

Segue abaixo um quadro resumo das atividades necessárias para legalizar o empreendimento:

Planejamento Financeiro	
	definir origem dos recursos e fazer orçamento estimado
Compra do Terreno	
	conferir as metragens reais avaliar condições do solo e terreno verificar infraestrutura do local solicitar certidões e checar se há pendências lavrar a escritura registrar a escritura
Projetos	
	escolher profissionais habilitados para elaboração dos projetos formalizar contrato com os profissionais desenvolver e aprovar o projeto arquitetônico desenvolver projeto elétrico desenvolver projeto hidráulico
Execução da Obra	
	analisar e estabelecer como a obra será administrada definir forma de contratação solicitar informações dos profissionais formalizar contrato de execução efetuar e acompanhar o recolhimento de tributos e impostos
Certidões e Registros	
	habite-se certidão negativa de débitos de INSS averbação

**Tabela 4: Quadro resumo de atividades para legalizar empreendimentos**

Em anexo podem ser vistos com mais detalhes alguns dos documentos de legalização do empreendimento como o habite-se da cidade de São José dos Campos.

## DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO DE CASO

### 8 ESCOLHA DO PROCESSO DE CONSTRUÇÃO AMBIENTAL

O *LEED for Homes* é um processo bem estruturado, de fácil compreensão e confiável, no entanto ele foi construído e pensando na forma que os americanos constroem. Este processo utiliza extensivamente normas e outras certificações americanas, além de utilizar unidades de medidas que não fazem parte do Sistema Internacional de Medidas. Tudo isto, de certa forma, dificulta a sua aplicação para um empreendimento a ser realizado fora dos Estados Unidos da América. Um fato que ratifica esse raciocínio é a existência de um *LEED* específico para o Canadá, país que de certa maneira guarda algumas similaridades com os EUA, tanto em clima como em renda. O fato de o processo utilizar medidas fora do SI, apesar de que estas podem ser rapidamente convertidas de um sistema para o outro, atrapalha a sensibilidade do empreendedor, que ao ler uma medida pode não saber a ordem de grandeza desta.

O processo AQUA por sua vez é um processo adaptado, a partir de um processo francês, para a realidade da construção brasileira. Neste processo serão feitas algumas mudanças, no sentido de deixá-lo mais rígido, assim que o mercado da construção civil conseguir aplicar de forma consistente o processo como este é hoje. O processo AQUA possui dentro de sua proposta requerimentos para a obtenção dos níveis de certificação, sendo comum referências às normas técnicas brasileiras, facilitando em muito as decisões do empreendedor na hora de executar o projeto e construção do empreendimento. Desta forma escolheu-se o processo AQUA como guia para a realização deste trabalho de formatura.

## 9 CARACTERÍSTICAS DO LOCAL DE CONSTRUÇÃO

Como dito anteriormente o terreno encontra-se no condomínio Esplanada do Sol na Rua Armando Lourenço, 110. Vejamos algumas fotos do local:



Figura 18: Vista frontal do terreno



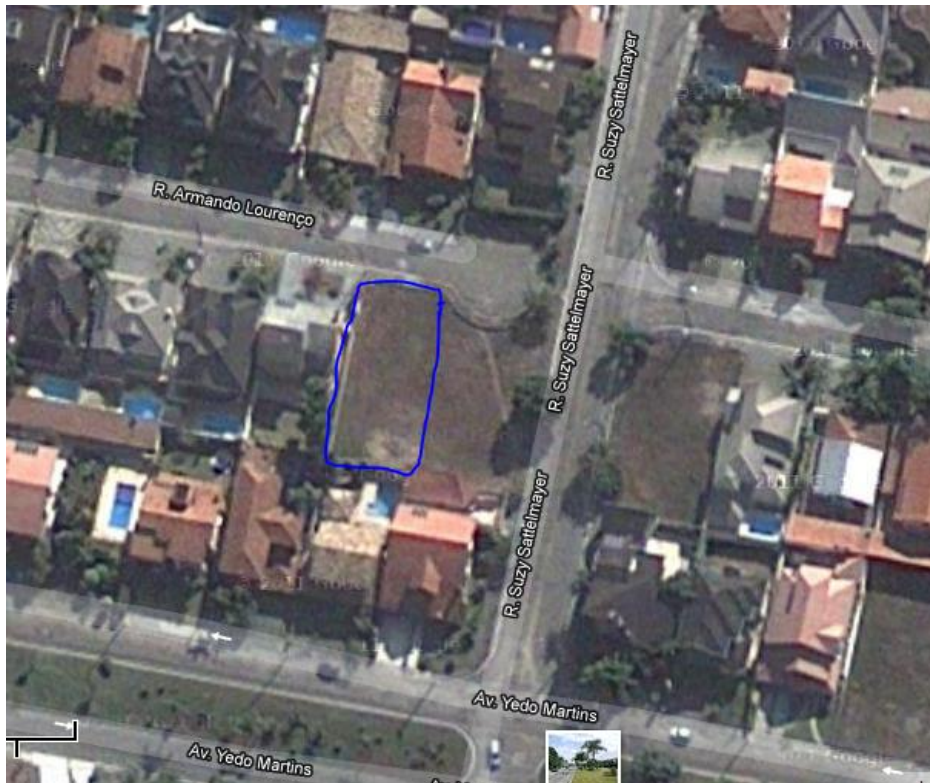
Figura 19: Vista do terreno



**Figura 20: Vista dos fundos do terreno**



**Figura 21: Vista lateral do terreno**



**Figura 22: Vista aérea do terreno / Fonte: Google Maps**

## Lei de ocupação do solo

Através de uma pesquisa no site da prefeitura pode-se obter o zoneamento e as características de ocupação do solo deste local. O condomínio encontra-se dentro do perímetro de zona residencial um (ZR 1).

Mapa do zoneamento da região:



Figura 23: detalhe do mapa da ZR1

O mapa completo das zonas de ocupação do solo da região de São José dos Campos esta na parte de anexos desse relatório.

Podemos ver no mapa que o condomínio esplanada do sol pertence ao perímetro da zona residencial um, bem como outros condomínios da região de São José dos Campos.

Na tabela abaixo podemos ver algumas das características de ocupação e uso do solo que refletem diretamente no projeto de engenharia civil:

CARACTERÍSTICAS DE USO E OCUPAÇÃO DOS LOTES NAS ZONAS DE USO										
ZONA DE USO	ATIVIDADES PERMITIDAS	ÍNDICES MÁXIMOS				ÍNDICES MÍNIMOS				
		CA (*)	TO	GABARITO	Nº MÁX. PAV.	DIMENSÕES MÍNIMAS DO LOTE		RECUOS MÍNIMOS (m) (**)		
						ÁREA DO LOTE (m <sup>2</sup> )	TESTADA (m)	RECULO FRONTAL (***)	RECULO LATERAL ATÉ 2º PAV.	RECULO FUNDOS ATÉ 2º PAV.
ZR 1	R1	1,30	0,65	8,70	-	450,00	15,00	5,00	1,50	1,50
	RH1					3.000,00	20,00			3,00

**Tabela 5: Características de uso e ocupação dos lotes nas zonas de uso ZR1**

A regularização e demais características do zoneamento ZR1 encontra-se em anexo neste relatório com essas características será pensado o projeto arquitetônico. Basta explicar aqui o que cada uma dessas características nos revelam quanto aos parâmetros de construção.

- ✓ Coeficiente de Aproveitamento (CA): é o multiplicador da área do terreno que indica a área máxima de construção considerando todos os possíveis pavimentos da edificação;
- ✓ Taxa de ocupação (TO): é a relação entre a projeção da edificação e a área do terreno. A TO representa a porcentagem do terreno sobre o qual há edificação;
- ✓ Gabarito: trata da dimensão de altura máxima da edificação, neste caso não podendo ultrapassar 8,7 metros;
- ✓ Recuos: trata-se do recuo mínimo que a edificação deve ter dos limites do terreno, permitindo iluminação e ventilação. Observa-se que podem ser feitas casas germinadas (edificação rente ao limite do terreno), mas com algumas restrições arquitetônicas.

As dimensões dos lotes são de responsabilidade do loteador. Viu-se, porém, que no terreno as dimensões são respeitadas tendo área de 450 m<sup>2</sup> e testada de 15 metros.

## Cliente

- ✓ Proprietário do terreno: Manoel Miguel Neto.
- ✓ Terreno: Avaliado em cerca de R\$ 400.000,00
- ✓ Intenção de uso do terreno: O proprietário já possui uma casa no mesmo condomínio residencial e pretende construir uma outra casa para uma de suas filhas. Caso isso não ocorra, deseja vender o empreendimento almejando lucro compatível com mercado local.
- ✓ Disponibilidade de recursos: R\$ 400.000,00. Este valor deve orçar toda a obra, desde projeto até fase de acabamento da construção.
- ✓ Resultado esperado pelo cliente: Uma casa que o agrade arquitetonicamente, e que esteja dentro do orçamento estipulado.
- ✓ Proposta de trabalho: Atender às expectativas do cliente e incorporar o conceito de construção sustentável de forma economicamente viável.

## Valores de mercado

Foi feito um levantamento do preço de imóveis inseridos no condomínio Esplanada do Sol juntos a sites de imobiliárias e buscamos preços médios praticados no mercado. Os valores dos imóveis tem grande variação devido ao tamanho do terreno e número de quartos. Encontrou-se valores de R\$ 800 mil a 1.500 mil, sendo a média de venda de R\$ 3500,00/m<sup>2</sup>.

Abaixo segue variação de preço de imóveis na região:

### ESTATÍSTICAS ZAP IMÓVEIS:

Além do Índice FIPE ZAP de Preços de Imóveis, que mostra a variação de preços de apartamentos até o nível de cidade, o ZAP Imóveis oferece estatísticas do mercado imobiliário para cada um dos bairros em que possui ofertas e para todos os tipos de imóveis (apartamentos, casas, imóveis comerciais etc.).

No ZAP Imóveis você encontra casas e apartamentos para compra e aluguel em . Confira nossas ofertas de imóveis na região. Uma delas, com certeza, é exatamente o que você está procurando. São imóveis à venda, para alugar e para alugar por temporada.

Veja abaixo como variou o preço médio por m<sup>2</sup> de cada tipo de imóvel no seu bairro e compare com outro bairro à sua escolha.

entenda o gráfico [?](#)



Figura 24: gráfico de valor de residência no condomínio esplanada do sol

<p>Cond. Esplanada do Sol</p>  <p style="text-align: center;"><i>Fachada Frontal</i></p>		<p>Casa Residencial (Código: C-11290)</p> <p><b>Visualizações: 161</b></p>			
<p>Localização: Cond. Esplanada do Sol Esplanada do Sol Cidade: São José dos Campos - SP (idade: 17)</p>		<table border="1"> <tr> <td>Área Construída 300m²</td> <td>Área Terreno 523m²</td> <td>Valor do Cond.</td> </tr> </table>	Área Construída 300m²	Área Terreno 523m²	Valor do Cond.
Área Construída 300m²	Área Terreno 523m²	Valor do Cond.			
<p><b>Informações básicas</b></p> <p>[Sorrado]</p> <p>3 Dormitório(s) com armários, piso tátil 4 Sala(s) sendo 1 c/ lareira, piso tátil e piso cerâmico 3 Suíte(s) sendo 1 master c/ sacada e 1 com closet 5 Vaga(s) sendo 3 cobertas 5 WC sendo 3 c/ box e gabinetes</p>					
<p><b>Detalhes do Imóvel</b></p> <p>Armário Embutido, Área de Serviço, Closet, Cozinha Planejada, Dependência de Empregados, Despensa, Hidromassagem, Lareira, Lavabo, Sacada, Sala estar, Sala Jantar, Sala TV, wc serviço, wc social,</p>					
<p><b>Infraestrutura/Lazer:</b></p> <p>Aquecimento a Gás,</p>					
<p><b>Informações Adicionais:</b></p> <p>Excelente distribuição interna, 3 suítes sendo 1 master, 4 ambientes de sala, completa de armários, piscina com espetacular espaço para o lazer, 5 vagas de garagem, Condomínio com lazer completo, campo de futebol, quadras de tênis, quadras poliesportivas, quadra de areia, salão de festas, trilha c/ caminhada, rampa de skate, etc.</p>					
<p>Valor para Venda: <b>R\$ 1.400.000,00</b></p> <p>Valor para Locação: <b>R\$ 4.800,00</b></p>		<p><b>PREÇO E DISPONIBILIDADE PARA VENDA SUJEITOS À CONFIRMAÇÃO COM O PROPRIETÁRIO.</b></p> <p>Condições de Pagamento: Análise financiamento.</p>			

Figura 25: exemplo de valor de residência no condomínio esplanada do sol

## 10 PROJETO DE ARQUITETURA

### 10.1 RESUMO

O projeto arquitetônico, representado pelo desenho em CAD do projeto legal, foi projetado tentando atender aos diversos critérios dos processos de certificação do AQUA e/ou LEED, buscando atender aos critérios de economia de materiais e energia.

### 10.2 DETALHES DO PROJETO

O imóvel foi projetado com as seguintes dependências:

- Pavimento inferior;
  - ✓ 1 sala de estar,
  - ✓ 1 sala de jantar,
  - ✓ 1 cozinha,
  - ✓ 1 área de serviço,
  - ✓ 1 lavabo,
  - ✓ 1 escritório,
  - ✓ garagem para 2 carros,
  - ✓ 1 piscina,
  - ✓ área externa coberta com churrasqueira.
- Pavimento superior
  - ✓ 1 suíte,
  - ✓ 1 varanda na suíte,
  - ✓ 1 banheiro para a suíte,
  - ✓ 2 dormitórios,
  - ✓ 1 banheiro comum aos dormitórios.

O pé direito é de 2,90m.

A sala de jantar, a sala de estar e a cozinha possuem pé direito duplo.

A escada, em U, possui 1,05m de largura, com um patamar intermediário de 0,51m.

A área de cada dependência é apresentada nas tabelas a seguir.

Dependências	Área (m <sup>2</sup> )
Suíte	17,37
Dormitório 1	10,72
Dormitório 2	11,52
Banheiro Suíte (Chuveiro)	3,82
Banheiro Suíte (Pia)	3,44
Banheiro Comum (Chuveiro)	3,06
Banheiro Comum (Pia)	4,21
Varanda Suíte	3,96

**Tabela 6: Áreas das Dependências do Pavimento Superior**

Dependências	Área (m <sup>2</sup> )
Sala de estar	16,40
Escritório	9,40
Lavabo	3,70
Cozinha	12,76
Área de Serviço	7,56
Churrasqueira	7,20
Sala de jantar	10,22

**Tabela 7: Áreas das Dependências do Pavimento Inferior**

No projeto foram seguidas as recomendações do AQUA e/ou LEED. Foram consideradas as recomendações aplicáveis nas seguintes categorias:

- ✓ Gestão de energia
- ✓ Gestão de água
- ✓ Conforto higrotérmico
- ✓ Conforto visual
- ✓ Conforto olfativo

### **10.2.1 PROJETO HIDRÁULICO DE ÁGUA FRIA**

Este projeto é detalhado no item 12 deste relatório

### **10.2.2 PROJETO DE ILUMINAÇÃO E TOMADAS**

Este projeto é detalhado no item 11 deste relatório

### **10.2.3 ÁGUA QUENTE**

O sistema de aquecimento de água será com aquecedor a gás de alta eficiência, conforme exigido pelo LEED. Este sistema não será detalhado em projeto neste trabalho, e por isto não será possível atender os demais critérios do LEED, que se

referem, entre outros, à distância entre o ponto de acumulação e o ponto de uso, e ao sistema de recirculação da água.

No item seguinte é apresentado um modelo de aquecedor de alta eficiência.

### 10.2.3.1 DETALHES DO AQUECEDOR A GÁS

Modelo Vitrificado (acumulação) - Tambor interno

Marca: *Cumulus/Nacional*

- ✓ Aço Vitrificado
- ✓ Revestimento térmico em poliuretano expandido
- ✓ Mecanismo de fechamento do gás na falta de chama
- ✓ Gás GN ou GLP
- ✓ O modelo Vitrificado utiliza anodo de magnésio

*Na tabela a seguir são apresentados mais alguns detalhes deste aquecedor. Como este sistema não será projetado não foi estimado o consumo de água quente da residência, de forma que a tabela é dada para diversas capacidades de reservatórios.*

Volumes (i)		50	75	110	150	175	200	250	300	400
Comprimento máximo do reservatório com defletor		1010	1220	1640	1640	1840	1350	1650	1600	1735
Comprimento do reservatório		840	1050	1470	1470	1670	1250	1550	1500	1635
Diâmetro da chaminé		73	73	73	73	73	125	125	125	125
Diâmetro do reservatório com termostato		490	490	490	540	540	640	640	710	750
Diâmetro do reservatório		410	410	410	460	460	560	560	630	670
Potência nominal (kcal/h)	GLP	3786	6001	8149	8149	8149	10500	13500	15000	15000
	GN	3786	6001	8149	8149	8149	10500	13500	15000	15000
Consumo de gás/hora	GLP (kg)	0,32	0,5	0,7	0,70	0,7	0,89	1,14	1,27	1,27
	GN (m <sup>3</sup> )	0,35	0,56	0,72	0,72	0,72	0,98	1,26	1,4	1,4
Conjunto técnico número de botijões GLP	13 kg	1+1								
	45 kg	1+1	1+1	1+1	1+1	1+1	1+1	2+2	2+2	2+2
TERMOGLAS - Peso vazio (kg)		40	48	66	74	82	91	104	118	135
Inox peso vazio		31	36	49	54	62	76	85	100	106

Tabela 8: Tabela Técnica de Detalhes do Aquecedor a Gás

#### **10.2.4 CONFORTO HIGROTÉRMICO**

No projeto procurou se por meio de uma concepção arquitetônica adequada, melhorar a aptidão do edifício de modo a favorecer as boas condições de conforto higrotérmico no verão e no inverno. Para isto foram utilizadas as seguintes medidas:

- ✓ Orientação adequada das aberturas
- ✓ Orientação adequada dos ambientes
- ✓ Elementos (janela e portas) que favoreçam a remoção do calor e elevada ventilação natural
- ✓ Evitadas tomadas de ar nas fachadas quentes no verão.

#### **10.2.5 CONFORTO VISUAL**

No projeto arquitetônico procurou se aproveitar da melhor maneira possível a iluminação natural, mas sem prejudicar o conforto térmico.

No projeto foi disposta uma iluminação artificial das zonas interiores e exteriores confortável e mínima, mas segura nas zonas exteriores.

#### **10.2.6 CONFORTO OLFATIVO**

A ventilação natural considerada no projeto é suficiente para a manutenção do conforto olfativo, sendo que:

- ✓ Na cozinha, no lavabo e nos banheiros foi assegurada uma ventilação permanente.
- ✓ O posicionamento das aberturas foi realizado de forma a obter uma boa distribuição de ar novo e exaustão do ar viciado.

## **11 PROJETO DE ELÉTRICA**

### **11.1 RESUMO**

Neste memorial descritivo encontram-se detalhados os serviços referentes ao projeto do sistema elétrico e uma análise do projeto resultante.

Buscou-se neste projeto seguir as normas de projeto e as recomendações dadas pelos LEED e pelo AQUA.

### **11.2 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA**

O projeto segue como referência para detalhamento e cálculo dos elementos os seguintes documentos:

- NBR 5444:1989 – Símbolos gráficos para instalações prediais
- NBR 5410:2004 – Instalações elétricas de baixa tensão
- NBR 5413:1992 – Iluminância de interiores
- Categoria 4 do Processo AQUA – Gestão de Energia
- Categoria Energy & Atmosfere do LEED for Homes

### **11.3 DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS**

Baseado nos documentos de referência, foram determinados e detalhados todo o sistema elétrico, necessário para disponibilizar os pontos terminais de força e iluminação em todos os ambientes, por meio de cabos de cobre, eletrodutos flexíveis, interruptores e tomadas.

Destaca-se como de extrema importância se ter o projeto elétrico bem definido para garantir a segurança dos usuários e eliminar possíveis dificuldades na execução.

Devido à busca por sustentabilidade na construção e utilização da edificação foram buscadas alternativas, com base nos processos de certificação “verde”, para tornar isto possível.

### **11.4 MEMÓRIA DE CÁLCULO**

Para fins de dimensionamento e detalhamento dos elementos constituintes do projeto elétrico, foram seguidas todas as recomendações dos documentos de

referência listados acima. Destaca-se que todos os materiais escolhidos, fatores de cálculo e procedimentos de cálculo foram adotados segundo as exigências das normas citadas.

#### **11.4.1 QUANTIDADE MÍNIMA DE PONTOS DE LUZ**

Em cada cômodo deve haver pelo menos um ponto de luz fixo no teto comandado por interruptor. Admite-se a substituição do ponto do teto por um ponto na parede, quando este for de difícil execução e que o local seja de pequenas dimensões.

Arandelas no banheiro devem estar distantes, no mínimo, de 60 cm do limite do box.

#### **11.4.2 POTÊNCIA MÍNIMA DE PONTOS DE LUZ**

Potência de Iluminação: mínimo de 100 VA para os primeiros 6 m<sup>2</sup>, e 60 VA para cada 4 m<sup>2</sup> completos adicionais.

A NBR 5410:2004 não estabelece critérios para iluminação de áreas externas, ficando a critérios do projetista e do cliente.

#### **11.4.3 QUANTIDADE MÍNIMA DE PONTOS DE TOMADA DE USO GERAL**

- No mínimo 1 ponto de tomada em ambientes com até 6m<sup>2</sup>.
- Um ponto de tomada para cada 5m de perímetro para cômodos com mais de 6m<sup>2</sup>.
- Varanda: pelo menos 1 ponto de tomada.
- Cozinhas e Área de Serviços: no mínimo 1 ponto de tomada a cada 3,5m de perímetro, com no mínimo 2 pontos acima da bancada da pia.
- No mínimo 1 ponto de tomada junto ao lavatório com distância mínima de 60 cm do box.

#### **11.4.4 POTÊNCIA MÍNIMA DE PONTOS DE TOMADA DE USO GERAL**

Para banheiros, cozinhas, áreas de serviço ou semelhantes, atribuir 600 VA para os primeiros 3 pontos de tomada e 100 VA para os excedentes.

Para os demais cômodos atribuir no mínimo 100VA por ponto de tomada.

#### **11.4.5 CRITÉRIOS DE PONTO DE TOMADA DE USO ESPECÍFICO**

Estabelecida de acordo com o número de aparelhos que vão estar fixos em uma dada posição do ambiente.

Atribuir a potência nominal do equipamento a ser alimentado.

Nas tabelas apresentadas a seguir são mostradas as dimensões de cada dependência da casa e dimensionamento mínimo dos pontos de luz e tomadas.

Dimensionamento Mínimo										
	Dependências	Dimensões		Potência de Iluminação (VA)	Quantidade Mínima		PTUG's		PTUE's	
		Área (m²)	Perímetro (m)		PTUG's	PTUE's	QTD	Potência (VA)	Descrição	Potência (W)
Pavimento Superior	Suíte	17,37	18,00	220	4	-	4	400		
	Dormitório 1	10,72	13,15	160	3	-	3	300		
	Dormitório 2	11,52	14,10	160	3	-	3	300		
	Banheiro Suíte (Chuveiro)	3,82	8,10	100	-	-	-	-		
	Banheiro Suíte (Pia)	3,44	7,80	100	1	-	1	600		
	Banheiro Comum (Chuveiro)	3,06	7,50	100	-	-	-	-		
	Banheiro Comum (Pia)	4,21	8,40	100	1	-	1	600		
	Varanda Suíte	3,96	9,00	100	1	-	1	100		
	Escada	5,48	14,40	100	-	-	-	-		
	Hall	3,44	9,90	100	1	-	1	100		
	TOTAL	67,02	110,35	1240	14	-	14	2400		0

Tabela 9: Dimensionamento mínimo do pavimento superior

Dimensionamento Mínimo										
	Dependências	Dimensões		Potência de Iluminação (VA)	Quantidade Mínima		PTUG's		PTUE's	
		Área (m²)	Perímetro (m)		PTUG's	PTUE's	QTD	Potência (VA)	Descrição	Potência (W)
Pavimento Inferior	Sala de estar	16,40	17,40	220	4	-	4	400		
	Escritório	9,40	12,30	100	3	-	3	300		
	Lavabo	3,70	7,80	100	1	-	1	600		
	Corredor Entrada	6,84	15,30	100	4	-	1	100		
	Garagem	-	-	200	-	-	-	-		
	Cozinha	12,76	15,30	160	5	-	5	2000	3 específicas	3900
	Despensa	2,70	6,90	100	-	-	-	-		
	Área de Serviço	7,56	11,10	100	4	-	2	1200	Máq. Roupa	4000
	Lateral Leste	-	-	100	-	-	-	-		
	Churrasqueira	7,20	10,80	100	3	-	3	1800		
	Casa de Máquina	-	-	100	-	-	-	-	Bomba Piscina	560
	Jardim Piscina	-	-	200	-	-	-	-		
	Sala de jantar	10,22	12,90	160	3	-	3	300		
	Lateral Oeste	-	-	200	-	-	-	-		
TOTAL	76,78	109,80	1940	27	0	22	6700		8460	

Tabela 10: Dimensionamento mínimo do pavimento inferior

#### 11.4.6 CRITÉRIOS DE DIVISÃO DE CIRCUITOS TERMINAIS:

- Os circuitos de iluminação devem estar separados dos circuitos de força.
- Prever circuitos independentes para equipamento com corrente nominal superior a 10A (1270 W na tensão 127 V).
- Os pontos de tomada da cozinha, áreas de serviço ou semelhantes devem possuir circuitos próprios.

Além destes critérios, levaram-se em consideração as dificuldades de execução.

Procurou-se limitar todos os circuitos de iluminação a uma corrente de 10A com a finalidade de utilizar cabos de seção 1,5 mm<sup>2</sup> (dimensionamento será mostrado posteriormente), para facilitar a instalações dos cabos dentro dos eletrodutos e padronizar os tipos de cabo utilizados em campo. Analogamente os circuitos de PTGU foram limitados a correntes de 20A para utilizar cabos de seção 2,5 mm<sup>2</sup>.

Cabos de 1,5mm<sup>2</sup> para iluminação e 2,5mm<sup>2</sup> para força são os limites inferiores estabelecidos pela norma.

#### 11.4.7 CONDUTORES E DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO:

A fim de se determinar a seção dos condutores, calcularam-se as correntes de cada circuito a partir da equação a baixo.

$$I = \frac{P}{U}$$

P = Potência Ativa (VA)

U = Tensão (127V ou 220V)

I = Corrente (A)

Levantou-se o número máximo de circuitos em um mesmo eletroduto e, com base no quadro a seguir, a respectiva corrente nominal, obtendo-se a seção dos cabos deste circuito e a característica do Disjuntor Termomagnético (DTM)

Seção dos Condutores (mm <sup>2</sup> )	Corrente Nominal do Disjuntor (A)			
	1 Circuito por Eletroduto	2 Circuito por Eletroduto	3 Circuito por Eletroduto	4 Circuito por Eletroduto
1,5	15	10	10	10
2,5	20	15	15	15
4	30	25	20	20
6	40	30	25	25
10	50	40	40	35
16	70	60	50	40
25	100	70	70	60
35	125	100	70	70
50	150	100	100	90
70	150	150	125	125
65	225	150	150	150
120	250	200	150	150

Tabela 11: Dimensionamento de condutores e disjuntores

#### 11.4.8 VERIFICAÇÃO DOS ELETRODUTOS:

Determinou-se que será utilizado eletrodutos de 20 mm para todos os circuitos do projeto, de maneira a dar escala na compra do material, diminuir os descartes e evitar erros em campo. Esta escolha atende todas às necessidades de projeto como pode ser visto na tabela abaixo (será visto no projeto adiante que o número máximo de condutores em um conduíte será 8, sendo o maior deles de 2,5 mm<sup>2</sup>).

Seção Nominal (mm <sup>2</sup> )	Nº de Condutores no Eletroduto								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Tamanho Nominal de Eletroduto								
1,5	16	16	16	16	16	16	20	20	20
2,5	16	16	16	16	20	20	20	25	25
4	16	16	20	20	20	25	25	25	25
6	16	20	20	25	25	25	25	32	32
10	20	20	25	25	32	32	32	40	40
16	20	25	25	32	32	40	40	40	40
25	25	32	32	40	40	40	50	50	50
35	25	32	40	40	50	50	50	50	60
50	32	40	40	50	50	60	60	60	75
70	40	40	50	60	60	60	75	75	75
95	40	50	60	60	75	75	75	85	85
120	50	50	60	75	75	75	85	85	-
150	50	60	75	75	85	85	-	-	-
185	50	75	75	85	85	-	-	-	-
240	60	75	85	-	-	-	-	-	-

Tabela 12: Dimensionamento de eletrodutos

### 11.4.9 DETERMINAÇÃO DOS CIRCUITOS

Nas tabelas apresentadas a seguir são mostrados os circuitos utilizados.

	Circuito		Tensão (V)	Local	Potência Aparente		Potência Ativa (W)	Corrente (A)	Nº Circ. Agrup.	Seção dos Cabos (mm <sup>2</sup> )
	Nº	Tipo			QTD x POT	Total				
Pavimento Superior	1	Ilumin.	127	Suíte Varanda Suíte Banheiro Suíte (Chuv.) Banheiro Suíte (Pia)	1 x 220 1 x 100 1 x 100 1 x 100	520	520	4,1	2	1,5
	2	Ilumin.	127	Dormitório 1 Dormitório 2 Banheiro Comum (Chuv.) Banheiro Comum (Pia) Escada Hall	1 x 160 1 x 160 1 x 100 1 x 100 1 x 100 1 x 100	720	720	5,7	2	1,5
	3	PTGU	127	Suíte Varanda Suíte Banheiro Suíte (Pia)	4 x 100 1 x 100 1 x 600	1100	880	8,7	2	2,5
	4	PTGU	127	Hall Banheiro Comum (Pia) Dormitório 1 Dormitório 2	1 x 100 1 x 600 3 x 100 3 x 100	1300	1040	10,2	2	2,5
	5	PTUE	220	Bomba de Recirculação	1 x 100	100	100	0,5	1	2,5
		Distribuição		<b>220</b>	Quadro de Distribuição		2068		9	

Tabela 13: Circuitos terminais do pavimento superior

	Circuito		Tensão (V)	Local	Potência		Potência Ativa (W)	Corrente (A)	Nº Circuitos Agrupados	Seção dos Cabos (mm <sup>2</sup> )
	Nº	Tipo			QTD x POT	Total				
Pavimento Inferior	1	Ilumin.	127	Sala de Estar Sala de Jantar Cozinha	1 x 220 1 x 160 1 x 160	540	540	4,3	3	1,5
	2	Ilumin.	127	Escritório Lavabo Churrasqueira Área de Serviço Corredor	1 x 100 1 x 100 1 x 100 1 x 100 1 x 100	500	500	3,9	3	1,5
	3	Ilumin.	127	Garagem Lateral Leste	1 x 200 1 x 100	400	400	3,1	1	1,5
	4	Ilumin.	127	Lateral Oeste Jardim Piscina Casa de Máquina	1 x 100 1 x 120 1 x 100	400	400	3,1	1	1,5
	5	PTGU	127	Sala de Estar	4 x 100	400	320	3,1	3	2,5
	6	PTGU	127	Escritório Lavabo	3 x 100 1 x 600	900	720	7,1	3	2,5
	7	PTUG	127	Área de Serviço	2 x 600	1200	1200	9,4	3	
	8	PTGU	127	Cozinha	3 x 600 + 2 x 100	2000	1600	15,7	3	2,5
	9	PTUE	220	Geladeira Máquina de Lavar Louça	1 x 500 1 x 1400	1900	1900	8,6	1	2,5
	10	PTUE	220	Microondas	1 x 2000	2000	2000	9,1	1	2,5
	11	PTUE	220	Máq. Lavar/Secar Roupas	1 x 4000	4000	4000	18,2	1	4,0
	12	PTUE	127	Bomba Piscina	1 x 560	560	560	4,4	1	2,5
	Distribuição		<b>220</b>	Quadro de Distribuição		9343		42		

Tabela 6: Circuitos terminais do pavimento inferior

TOT.	Circuito		Tensão (V)	Local	Potência		Potência Ativa (W)	Corrente (A)	Nº Circuitos Agrupados	Seção dos Cabos (mm <sup>2</sup> )
	Nº	Tipo			QTD x POT	Total				
	Distribuição		<b>220</b>	Quadro Medidor		9114		41	1	16,0

Tabela 14: Quadro Medidor

#### 11.4.10 QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO

Segundo a NBR 5410:2004 o Quadro de Distribuição deve ser entregue com a advertência indicada a seguir:



Figura 26: Adesivo de Advertência

A norma também recomenda a utilização de proteção diferencial residual de alta sensibilidade em alguns circuitos específicos ou na proteção geral. Optou-se pela proteção geral.

Os Interruptores Diferenciais Residuais devem ser ligados aos condutores de FASE e NEUTRO, sendo que o neutro não pode ser aterrado após o IDR.

Os IDR devem ser usados em conjunto com Disjuntores Termomagnéticos.

A NBR 5410:2004 estabelece que, no caso de IDR de alta sensibilidade, o valor máximo para a corrente diferencial residual é de 30mA, e a corrente nominal é dada em função da corrente do disjuntor. Portanto para os DT de 25A e 50A, utiliza-se IDR de 25A e 30A respectivamente.

Optou-se por instalar um quadro de distribuição para cada pavimento devido ao grande número de circuitos terminais, e ambos foram dispostos em locais de fácil acesso e em posições centrais da planta, com a finalidade de evitar eletrodutos muito carregados.

#### 11.4.11 POTÊNCIA DE DISTRIBUIÇÃO

Aplica-se um Fator de Demanda (FD) para a potência ativa total de iluminação e força, e outro FD sobre a potência dos PTUE's conforme as tabelas:

Fatores de demanda para a iluminação e PTUG's	
Potência (W)	Fator de Demanda
0 a 1000	0,86
1001 a 2000	0,75
2001 a 3000	0,66
3001 a 4000	0,59
4001 a 5000	0,52
5001 a 6000	0,45
6001 a 7000	0,40
7001 a 8000	0,35
8001 a 9000	0,31
9001 a 10000	0,27
Acima de 10000	0,24

**Tabela 15: Fatores de demanda para iluminação e PTUG**

Fatores de demanda para PTUE's	
Nº de Circuitos PTUE's	Fator de Demanda
1	1,00
2	1,00
3	0,84
4	0,76
5	0,70
6	0,65
7	0,60
8	0,57
9	0,54
10	0,52
11	0,49
12	0,48
13	0,46
14	0,45

Fatores de demanda para PTUE's	
Nº de Circuitos PTUE's	Fator de Demanda
15	0,44
16	0,43
17	0,40
18	0,40
19	0,40
20	0,40
21	0,39
22	0,39
23	0,39
24	0,38
25	0,38

**Tabela 16: Fatores de demanda PTUE**

Para cada quadro de distribuição, aplicam-se os dois Fatores de Demanda e por fim divide-se o valor resultante por 95% obtendo-se a potência do circuito de distribuição. Os resultados destes cálculos são apresentados na tabela a seguir.

Pavimento Superior		Pavimento Inferior		Pav Inferior + Superior	
Iluminação (W)	1240	Iluminação (W)	1840	Iluminação (W)	3080
PTGU's (W)	2400	PTGU's (W)	4500	PTGU's (W)	6900
FD	0,59	FD	0,52	FD	0,35
Total Parcial 1 (W)	2148	Total Parcial 1 (W)	3297	Total Parcial 1 (W)	3493
PTUE's (W)	100	PTUE's (W)	8460	PTUE's (W)	8560
Nº Circuitos	1	Nº Circuitos	5	Nº Circuitos	6
FD	1,00	FD	0,70	FD	0,65
Total Parcial 2 (W)	100	Total Parcial 2 (W)	5922	Total Parcial 2 (W)	5564
Total (W)	2248	Total (W)	9219	Total (W)	9057
	95% 2366		95% 9704		95% 9534
Corrente (A)	11	Corrente (A)	44	Corrente (A)	43

**Tabela 17: Fatores de demanda PTUE**

## 11.5 QUANTITATIVO DE MATERIAIS

Abaixo são apresentadas as tabelas de quantidades de conduites e cabos para cada circuito do sistema:

	Circuito		Tensão (V)	Local	Seção dos Cabos (mm <sup>2</sup> )	Conduíte (m)	Cabo (m)
	Nº	Tipo					
Pavimento Superior	1	Ilumin.	127	Suíte Varanda Suíte Banheiro Suíte (Chuv.) Banheiro Suíte (Pia)	1,5	32,39	79,65
	2	Ilumin.	127	Dormitório 1 Dormitório 2 Banheiro Comum (Chuv.) Banheiro Comum (Pia) Escada Hall	1,5	37,92	82,02
	3	PTUG	127	Suíte Varanda Suíte Banheiro Suíte (Pia)	2,5	15,03	95,73
	4	PTUG	127	Hall Banheiro Comum (Pia) Dormitório 1 Dormitório 2	2,5	24,24	105,84
	5	PTUE	220	Bomba de Recirculação	2,5	4,04	12,12
	Distribuição		<b>220</b>	Quadro de Distribuição			

**Tabela 18: Quantidade de conduites e cabos necessários para o pavimento superior**

	Circuito		Tensão (V)	Local	Seção dos Cabos (mm <sup>2</sup> )	Conduíte (m)	Cabo (m)
	Nº	Tipo					
Pavimento Inferior	1	Ilumin.	127	Sala de Estar Sala de Jantar Cozinha	1,5	29,70	68,38
	2	Ilumin.	127	Escritório Lavabo Churrasqueira Área de Serviço Corredor	1,5	31,34	62,68
	3	Ilumin.	127	Garagem Lateral Leste	1,5	35,16	90,20
	4	Ilumin.	127	Lateral Oeste Jardim Piscina Casa de Máquina	1,5	61,08	139,34
	5	PTUG	127	Sala de Estar	2,5	3,64	66,06
	6	PTUG	127	Escritório Lavabo	2,5	11,62	67,80
	7	PTUG	127	Área de Serviço		3,24	26,64
	8	PTUG	127	Cozinha	2,5	8,04	42,54
	9	PTUE	220	Geladeira Máquina de Lavar Louça	2,5	15,48	46,44
	10	PTUE	220	Microondas	2,5	8,08	24,24
	11	PTUE	220	Máq. Lavar/Secar Roupa	4,0	9,08	27,24
	12	PTUE	127	Bomba Piscina	2,5	17,60	52,80
	Distribuição		<b>220</b>	Quadro de Distribuição			
TOT.	Distribuição		<b>220</b>	Quadro Medidor	16,0	17,90	71,60

**Tabela 19: Quantidade de conduites e cabos necessários para o pavimento inferior**

A seguir são apresentadas as tabelas de quantidade de materiais elétricos por ambiente:

Ambiente	Tomadas 2P + T	Interrup. Paralelo	Interrup. Simples	Caixa 4x4	Caixa 4x2	Caixa Octagonal	Caixa 3"x3"	Espelho 4x4	Espelho 4x2	Suporte 4x4	Suporte 4x2
Suíte	4	2		2	3	1		2	3	2	3
Dormitório 1	3		1	1	2	1		1	2	1	2
Dormitório 2	3		1	1	2	1		1	2	1	2
Banheiro Suíte (Chuveiro)			1		1	1		0	1	0	1
Banheiro Suíte (Pia)	1		1		2	1		0	2	0	2
Banheiro Comum (Chuveiro)			1		1	1		0	1	0	1
Banheiro Comum (Pia)	1	2			3	1		0	3	0	3
Varanda Suíte	1					1		0	0	0	0
Escada						1		0	0	0	0
Hall	1		2	1		1		1	0	1	0

**Tabela 20: Quantidade de materiais elétricos para o pavimento superior**

	Ambiente	Tomadas 2P + T	Interrup. Paralelo	Interrup. Simples	Caixa 4x4	Caixa 4x2	Caixa Octagonal	Caixa 3"x3"	Espelho 4x4	Espelho 4x2	Suporte 4x4	Suporte 4x2
<b>Pavimento Inferior</b>	Sala de estar	4	4		3	2	1		3	2	3	2
	Escritório	3		1	1	2	1		1	2	1	2
	Lavabo	1		1		2	1		0	2	0	2
	Corredor Entrada		1	2	1		1		1	0	1	0
	Garagem						1		0	0	0	0
	Cozinha	8	1	3	4	2	1		4	2	4	2
	Despensa								0	0	0	0
	Área de Serviço	3		1	1	1	1		1	1	1	1
	Lateral Leste						1		0	0	0	0

	<b>Ambiente</b>	Tomadas 2P + T	Interrup. Paralelo	Interrup. Simples	Caixa 4x4	Caixa 4x2	Caixa Octagonal	Caixa 3"x3"	Espelho 4x4	Espelho 4x2	Suporte 4x4	Suporte 4x2
	Churrasqueira						1		0	0	0	0
	Casa de Máquina	1		1		2	1		0	2	0	2
	Jardim Piscina						2		0	0	0	0
	Sala de jantar			1		1	1		0	1	0	1
	Lateral Oeste						1		0	0	0	0
	<b>TOTAL SUP + INF</b>	34	10	17	15	26	24	0	15	26	15	26

**Tabela 21: Quantidade de materiais elétricos para o pavimento inferior e Total**

## 11.6 ORÇAMENTO

Na tabela a seguir é apresentado um orçamento para os materiais necessários e mão de obra. O orçamento dos componentes foi realizado na loja Leroy Merlin de São José dos Campos.

Item	Unid. Orçamento	Preço / Unid.	Unid. Compra	Preço Pacote	Custo / m <sup>2</sup>
Cabo flexível 1,5 mm <sup>2</sup> (100m) - MEGATRON	652,8	R\$ 55,90	7	R\$ 391,30	R\$ 2,72
Cabo flexível 2,5 mm <sup>2</sup> (100m) - MEGATRON	642,0	R\$ 75,90	7	R\$ 531,30	R\$ 3,69
Cabo flexível 4,0 mm <sup>2</sup> (25m) - MEGATRON	34,1	R\$ 69,90	2	R\$ 139,80	R\$ 0,97
Cabo flexível 16,0 mm <sup>2</sup> (100m) - MEGATRON	89,5	R\$ 599,90	1	R\$ 599,90	R\$ 4,17
Eletroduto Corrugado Tigreflex 19x25x50 (50m)	556,98	R\$ 65,45	12	R\$ 785,40	R\$ 5,46
Caixa de Luz Tigreflex 4x2	26	R\$ 1,58	26	R\$ 41,08	R\$ 0,29
Caixa de Luz Tigreflex 4x4	15	R\$ 3,13	15	R\$ 46,95	R\$ 0,33
Caixa 4"x4" Octogonal Tigre	24	R\$ 3,90	24	R\$ 93,60	R\$ 0,65
Espelho 4x2 - Pial Plus	26	R\$ 3,20	26	R\$ 83,20	R\$ 0,58
Espelho 4x4 - Pial Plus	15	R\$ 7,32	15	R\$ 109,80	R\$ 0,76
Suporte 4x2 - Pial Pus	26	R\$ 0,93	26	R\$ 24,18	R\$ 0,17

Item	Unid. Orçamento	Preço / Unid.	Unid. Compra	Preço Pacote	Custo / m <sup>2</sup>
Suporte 4x4 - Pial Plus	15	R\$ 1,85	15	R\$ 27,75	R\$ 0,19
Tomada 2P + T - Pial Plus	34	R\$ 9,29	34	R\$ 315,86	R\$ 2,20
Interruptor Paralelo - Claris	10	R\$ 12,84	10	R\$ 128,40	R\$ 0,89
Interruptor Simples - Claris	17	R\$ 7,29	17	R\$ 123,93	R\$ 0,86
Quadro Distrib. Embutir 6/8 Disj. Branco - Tigre	1	R\$ 24,90	1	R\$ 24,90	R\$ 0,17
Quadro Distrib. Embutir 12/16 Disj. Branco - Tigre	1	R\$ 41,14	1	R\$ 41,14	R\$ 0,29
Medidor - Taxa Instalação EDP Bandeirante	1	R\$ 300,00	1	R\$ 300,00	R\$ 2,09
Caixa de Medição Tipo E	1	R\$ 280,00	1	R\$ 280,00	R\$ 1,95
Poste Metálico	1	R\$ 600,00	1	R\$ 600,00	R\$ 4,17
Disjuntor 10 A - Unipolar Eletromar	11	R\$ 7,34	11	R\$ 80,74	R\$ 0,56
Disjuntor 10 A - Bipolar Eletromar	3	R\$ 45,03	3	R\$ 135,09	R\$ 0,94
Disjuntor 15 A - Unipolar Eletromar	1	R\$ 7,34	1	R\$ 7,34	R\$ 0,05
Disjuntor 20 A - Unipolar Eletromar	1	R\$ 7,34	1	R\$ 7,34	R\$ 0,05
Disjuntor 20 A - Bipolar Eletromar	1	R\$ 43,99	1	R\$ 43,99	R\$ 0,31
Disjuntor Quadro 25A - Bipolar Eletromar	1	R\$ 43,99	1	R\$ 43,99	R\$ 0,31
Disjuntor Quadro 50A - Bipolar Eletromar	1	R\$ 44,00	1	R\$ 44,00	R\$ 0,31
Interruptor DR 25A / 30mA - 4 polos	1	R\$ 179,46	1	R\$ 179,46	R\$ 1,25
Interruptor DR 63A/ 30mA - 4 polos	1	R\$ 229,90	1	R\$ 229,90	R\$ 1,60
<b>TOTAL Materiais</b>			<b>263</b>	<b>R\$ 5.460,34</b>	<b>R\$ 37,97</b>
<b>Mão de Obra / Dia</b>		<b>R\$ 200,00</b>	<b>20</b>	<b>R\$ 4.000,00</b>	<b>R\$ 27,82</b>
<b>Custo Total</b>	<b>R\$ 9.460,34</b>				<b>R\$ 65,79</b>

Tabela 22: Orçamento

## 11.7 ANÁLISE DO PROJETO

O Projeto elétrico realizado conforme as determinações mínimas das Normas se encontra de acordo com os padrões de sustentabilidade.

Uma ideia inicial deste trabalho era verificar que seguindo as normas, o projeto resultaria em desperdício de materiais, pelo uso de condutores com bitolas mais largas, ou seja, iria consumir mais matéria prima. Isto deveria ocorrer devido a norma utilizar para a realização do projeto de iluminação, de lâmpadas incandescentes. Assim, a ideia era fazer o projeto com o dimensionamento mínimo previsto em norma e depois realizar outro projeto utilizando lâmpadas fluorescentes ou led para verificar a economia em condutores e conduites.

No entanto, neste caso específico, foi utilizada apenas as bitolas mínimas, conforme recomendado na norma NBR 5410. De forma que não é necessário realizar outro projeto para outros tipos de lâmpadas, uma vez que o resultado do projeto será exatamente o mesmo.

A não ser que os circuitos de iluminação fossem agrupados, e usando outros tipos de lâmpadas que não a incandescente, seria possível economizar condutores. No entanto, a ideia de agrupar circuitos não é legal, pois com isto, caso ocorra um problema em algum setor, toda a casa ou praticamente toda ela ficaria sem iluminação, até o momento que o problema fosse sanado.

Os materiais e dispositivos utilizados são de alta qualidade e eficiência, conforme recomendação do LEED. Desta forma o sistema terá longa vida útil, sem a necessidade de reformas ou substituição de materiais devido a inutilização ou perda de eficiência destes.

A casa foi também pensada para que houvesse ampla área de janelas, de forma a utilizar a iluminação natural e fazer com que a casa fosse bem ventilada, minimizando assim a necessidade do uso de aparelhos condicionadores de ar.

### 11.7.1 ANÁLISE DOS TRÊS TIPOS PRINCIPAIS DE LÂMPADAS

A seguir apresentaremos os resultados obtidos da análise de três tipos de lâmpadas, realizado em abril de 2013, pela Universidade Federal do Paraná – Departamento de Construção Civil, em parceria com o Lactec - Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento. Foram analisadas as seguintes lâmpadas:

- ✓ Incandescente;
- ✓ Fluorescente compacta;
- ✓ Led.

Nos ensaios realizados foram obtidos os resultados apresentados nos quadros a seguir:

Tensão de saída (V)	126,99
Corrente de saída (A)	0,321
Potência (W)	40,7
Fator de Potência	1
Fluxo luminoso (lm)	459
Temperatura da cor (K)	2616
Distorção harmônica de corrente (%)	0,76

**Tabela 23: Dados obtidos nos ensaios para a lâmpada incandescente**

Tensão de saída (V)	127,05
Corrente de saída (A)	0,156
Potência (W)	11,97
Fator de potência	0,6
Fluxo luminoso (lm)	650
Temperatura de cor (K)	2665
Distorção harmônica de corrente (%)	104,33

**Tabela 24: Dados obtidos nos ensaios para a lâmpada fluorescente compacta**

Tensão de saída (V)	127,07
Corrente de saída (A)	0,081
Potência (W)	5,87
Fator de potência	0,57
Fluxo luminoso (lm)	165
Temperatura de cor (K)	2949
Distorção harmônica de corrente (%)	87,95

**Tabela 25: Dados obtidos nos ensaios para a lâmpada LED**

De acordo com estudo de comparação de lâmpadas (Silva, J. M. M., et al, 2013):

*“O que se pode observar é que, mesmo com o consumo menor, a lâmpada LED não poderia substituir as demais lâmpadas para todas as finalidades. O fluxo luminoso medido na lâmpada LED é muito menor. Outro ponto que foi percebido neste caso é a indicação do fabricante de que a lâmpada LED de 7 W equivale a uma incandescente de 40W em termos de iluminação. Mesmo que o objetivo de iluminação seja um ponto específico, a lâmpada LED de 7 W (165 lm) possui 36% apenas do fluxo luminoso da incandescente (459 lm). Já a lâmpada fluorescente compacta de 11 W (650 lm) poderia substituir a incandescente de 40 W havendo inclusive ganhos na iluminação porque o fluxo é 1,4 vezes maior. A temperatura de cor se mostrou muito parecida entre as três amostras, principalmente entre a incandescente a fluorescente.*

*Para uma análise simplificada de custos dos três modelos, foi feito um comparativo entre eles que pode ser visualizado na tabela 9. Para este comparativo foi definido como tempo de análise a maior vida útil entre as três lâmpadas (LED 35.000 horas), o consumo aferido, o custo de reposição das de menor vida útil, considerando apenas o custo da lâmpada, sem o trabalho para sua troca. Foi considerada nos testes a energia elétrica fornecida pela rede da concessionária local, Copel, uma vez que o estudo foi realizado no Paraná.*

Modelo	Potência (W)	Fluxo luminoso (lm)	Eficiência energética (lm/W)
Incandescente	40,70	459	11,27
Fluorescente compacta	11,97	650	54,30
LED	5,81	165	28,39

**Tabela 26: Resultados comparativos dos ensaios**

*O custo da tarifa de energia residencial cobrada também foi o da COPEL [18]. Não foram considerados possíveis custos de descarte. Importante observação é que a vida útil não foi confirmada em laboratório, sendo utilizados os dados fornecidos pelo fabricante.*

*A lâmpada LED se mostrou com o menor custo total, mas a simples substituição não é possível, pois seu fluxo luminoso é muito menor que os demais modelos”.*

Modelo	Potência (W)	Horas utilizadas	Custo energia (R\$)	Vida útil (horas)	Lâmpadas utilizadas	Custo unitário (R\$)	Custo reposição (R\$)	Custo total (R\$)
Incandescente	40,70	35.000	683,65	750	47	2,4	112,8	796,45
Fluorescente compacta	11,97	35.000	201,06	8.000	5	12,9	64,5	265,56
LED	5,81	35.000	97,59	35.000	1	79,5	79,5	177,09

**Tabela 27: Análise simplificada de custos comparativos dos três tipos de lâmpadas.**

Um trecho da conclusão deste estudo é apresentado a seguir.

*“Os testes confirmam em todos os casos os dados fornecidos na embalagem, com diferenças aceitáveis. Concluiu-se que a lâmpada incandescente de 40 W pode ser substituída pela fluorescente compacta em termos de características físicas, havendo inclusive ganhos em termos de fluxo luminoso (1,4 vezes), eficiência energética (381%) e custos, uma vez que a lâmpada fluorescente não seja aplicada em ambientes que necessitem reacendimentos em intervalos inferiores a 15 minutos ou mais de 8 acendimentos por dia. A lâmpada LED não substitui as demais lâmpadas em termos de características físicas e eficiência energética, pois os estudos comparativos mostram que o seu fluxo luminoso é muito baixo, bem como a eficiência energética (embora maior que a eficiência da incandescente, foi inferior à da fluorescente compacta). Em termos de custos a lâmpada LED apresentou um valor menor durante toda a sua vida útil, mas como não apresenta as características luminotécnicas equivalentes, o ganho não pode ser considerado se comparada às outras duas opções. A fluorescente compacta se mostrou com uma boa relação entre custo das características lumínicas, custo da lâmpada e custo de energia. A lâmpada LED, com sua grande vida útil, se mostra muito propícia para locais de difícil troca.”*

Desta forma, deverão ser utilizadas lâmpadas fluorescentes neste projeto. O LEED pede para que sejam instaladas no mínimo 4 lâmpadas fluorescente compacta de alta eficiência. Neste projeto recomenda-se que todas as lâmpadas sejam fluorescente compactas.

Para atender as recomendações do LEED seria necessário também instalar sensores de movimento na garagem e áreas exteriores para operação das lâmpadas.

### **11.7.2 PONTOS DE TOMADAS E ELETRODOMÉSTICOS**

Os pontos de tomadas estão projetados para atender a demanda dos aparelhos as quais elas estão destinadas, sem que necessariamente estes aparelhos sejam economizadores.

O LEED recomenda o uso de eletrodomésticos economizadores de água e energia, sejam eles geladeira, máquina de lavar louças, ventiladores ou máquina de lavar roupa.

De acordo com a prática brasileira, os eletrodomésticos são inseridos na casa pelo usuário. Desta forma, o melhor que podemos fazer é orientá-lo na compra. Isto poderia ser feito com a utilização de um manual da casa.

### **11.7.3 ENERGIA RENOVÁVEL**

O LEED recomenda o uso de fontes de energia renováveis. Será proposta a utilização de painel solar fotovoltaico. A análise da viabilidade de sua utilização será realizada no item 13 deste relatório na análise de custos.

## **12 PROJETO DE HIDRÁULICA**

### **Descrição do projeto de água**

Baseado nos princípios do AQUA as construções que visam ser sustentáveis devem fazer o gerenciamento do uso da água pela otimização na sua utilização. O correto uso do recurso hídrico tem impacto maior que apenas o econômico-financeiro do usuário do empreendimento, existe um ganho num âmbito maior na gestão de águas e efluentes como o menor consumo e tratamento das águas.

Antes de utilizar a água na residência, ela passa por alguns equipamentos, tais como cavalete e hidrômetro. Existem normas e recomendações quanto ao seu dimensionamento, bem como cuidados na instalação e operação. A Norma técnica Sabesp 181(NTS) apresenta métodos para dimensionamento de cavaletes e hidrômetros; apresenta também método de estimativa de vazões e traz recomendações a outras normas a dimensionamento mais específico desses equipamentos hidráulicos.

Não havendo o intuito, neste trabalho, de calcular ou verificar os dimensionamentos na conexão entre a rede abastecedora de água e o empreendimento, tomou-se como foco seu dimensionamento interno (tubulações e aparelhos hidro sanitários do empreendimento residencial) e também a possibilidade do uso de águas pluviais coletadas na área de cobertura (havendo interesse no dimensionamento do trecho de ramal predial pode-se consultar a NTS 181).

### **Dados de dimensionamento**

Com as planta de arquitetura, pode-se fazer o traçado da tubulação e levantar a quantidade de aparelhos hidro sanitários e acessórios. O traçado encontra-se no projeto hidráulico anexado neste relatório. O dimensionamento e método de cálculos estão de acordo com a norma NBR 5626 – instalação predial de água fria. Segue abaixo quadros que resumem quantidades e custos associados ao projeto hidráulico.

### Quantitativo de matérias empregado

LISTA DE EQUIPAMENTOS					
DESCRIÇÃO	SIGLA	QUANTIDADE	PESO	VAZÃO	PRESSÃO
Bacia sanitária com Caixa acoplada	SAN.CA	3	0,30	0,16	0,50
Bacia sanitária com Válvula de descarga	SAN.VD		32,00	1,70	1,50
Banheira	BAN		1,00	0,30	1,00
Banho Maria	BAN.MAR		0,40	0,19	1,00
Bebedouro	BEB		0,10	0,09	1,00
Bidê	BIDE		0,10	0,09	1,00
Chuveiro	CHUV	2	0,10	0,09	1,00
Ducha Higiênica	DUCHA		0,40	0,19	1,00
Filtro	FILTRO		0,10	0,09	1,00
Forno Combinado	FORNO		0,10	0,09	1,00
Lavatório	LAV	1	0,50	0,21	1,00
Máquina de Café	CAFÉ		0,10	0,09	1,00
Máquina de Gelo	MAQ.GEL		0,10	0,09	1,00
Máquina de Lavar Louças	MLL		1,00	0,30	1,00
Máquina de Lavar Roupas	MLR	1	1,00	0,30	1,00
Mictório COM Sifão e Válvula de Descarga	MIC.VD		2,80	0,50	1,00
Mictório SEM Sifão com Registro de Pressão	MIC.RP		0,30	0,16	1,00
Mictório SEM Sifão e Caixa de Descarga	MIC.CA		0,30	0,16	1,00
Mictório SEM Sifão e Válvula de Descarga para mictório	MIC.VD.SS		0,30	0,16	1,00
Mictório tipo calha	MIC.CL		0,30	0,16	1,00
Pia	PIA	5	0,70	0,25	1,00
Tanque	TQ	1	0,70	0,25	1,00
Toneira de lavagem	TL		0,40	0,19	1,00

Tabela 28: quantitativo de materiais hidráulicos

# ANEXOS

## **Materiais hidráulicos**

Aliados ao projeto hidráulico com diretrizes para economia de água estão os dispositivos hidro sanitários mais eficientes. Bacias sanitárias e suas válvulas de descargas são o foco do projeto de racionalização de água por ter grande parcela no consumo de água potável em um empreendimento residencial. Bacias sanitárias convencionais apresentam necessidade de 6 litros de água por descarga (Sayegh 2002), contudo pode-se encontrar no mercado bacias sanitárias com consumo reduzido, podendo chegar ao volume de apenas 2 litros por descarga.

Com a preocupação ambiental, o mercado tem aprimorado e produzido dispositivos hidro sanitários e equipamentos com melhora de eficiência e economia de água. Podemos citar alguns itens:

- Bacia sanitária com caixa acoplada de volume de descarga reduzido;
- Sistema de descarga dual flush;
- Registo regulador de vazão;
- Torneira eletrônica com sensor de presença;
- Torneira de fechamento automático.

Segue abaixo ilustrações dos equipamentos de maior eficiência que podem ser utilizados em empreendimentos residenciais:



**Figura 27 bacia com sistema de descarga dual flush**



**Figura 28: válvula para chuveiro de fechamento automático**



**Figura 29: torneira de fechamento automático**



**Figura 30: bacia sanitária com caixa acoplada**

Existem muitos outros equipamentos hidro sanitários de baixo consumo de água, porém para uso em maior escala como mictórios e torneiras de maior vazão, sendo seu uso mais comum em empreendimentos que atende um grande número de usuários.

Para se ter uma ordem de grandeza da economia gerada pela utilização desses equipamentos, apresenta-se dados de perspectiva de consumo de água num conjunto habitacional, fruto de estudo do edifício mundo com 145 apartamentos. Segue abaixo tabelas retiradas de notas de aula:

<b>Atividade</b>	<b>Consumo (L/dia)</b>	<b>Consumo Específico (L/d.usuário)</b>
Lavatórios	10.999,80	18,9
Chuveiros	34.920,00	60,0
Torneiras de cozinha	38.325,00	66,1
Vasos sanitários	9.036,00	15,5
Outros usos	15.148,00	26,1
<b>Total</b>	<b>108.428,8</b>	<b>186,3</b>

Tabela 29: consumo de água projeto convencional – edifício Mundo

<b>Atividade</b>	<b>Consumo (L/dia)</b>	<b>Consumo Específico (L/d.usuário)</b>
<b>Lavatórios</b>	<b>7.333,8</b>	<b>12,6</b>
<b>Chuveiros</b>	<b>34.920,00</b>	<b>60,2</b>
Torneiras de cozinha	22.013,00	37,95
Vasos sanitários	9.036,00	15,5
Outros usos (potáveis)	3.776,00	6,5
<b>Outros usos (não potáveis)</b>	<b>11.328,00</b>	<b>19,5</b>
<b>Total</b>	<b>88.406,80<sup>a</sup></b>	<b>151,9</b>

Tabela 30: consumo de água com utilização de dispositivos economizadores de água – edifício Mundo

Como observado na comparação das duas tabelas, o consumo de água diminuiu de 34,4 litros por usuário o que representa redução de cerca de 20% do consumo de água. Nota-se que o exemplo acima serve apenas para se ter uma ideia da economia que pode ser alcançada com o uso de equipamentos economizadores de água e os valores variam na aplicação em cada empreendimento. A apresentação desses dados tem caráter ilustrativo visando obter um ganho de sensibilidade da ordem de grandeza na utilização dos equipamentos economizadores de água.

### **Água de chuva**

O aproveitamento da água de chuva não é uma técnica nova. Antes de haver abastecimento de água potável nas cidades, a água de chuva era captada e reservada para uso posterior. Essa ideia simples foi pouco a pouco abandonada pela dificuldade de captação, acondicionamento e principalmente pela dificuldade de garantir sua qualidade.

Em tempos de escassez de recursos hídricos e a conscientização da população com a qualidade ambiental de suas próprias ações, busca-se alternativas sustentáveis no uso de recursos naturais, tais como aproveitamento da água de chuva. Para garantir a qualidade e o bom uso da água de chuva, foi feita uma norma que regulariza o aproveitamento da água de chuva.

De acordo com a norma NBR 15527 existem requisitos para o uso de água de chuva captada pela cobertura de edificações e uso não potável. A norma prevê o uso de água de chuva para os seguintes casos: descargas em bacias sanitárias, irrigação de gramados, lavagem de veículos, limpeza de ruas e calçadas e limpeza de pátios.

O sistema de captação das águas pluviais começa na cobertura da edificação. As águas são conduzidas pelas calhas que direcionam para o reservatório, geralmente subterrâneo. Após esse primeiro armazenamento a água é conduzida por bombeamento até um reservatório superior e a distribuição é segregada da tubulação de água advinda do abastecimento público. Segue figura ilustrativa do sistema de aproveitamento de água de chuva:

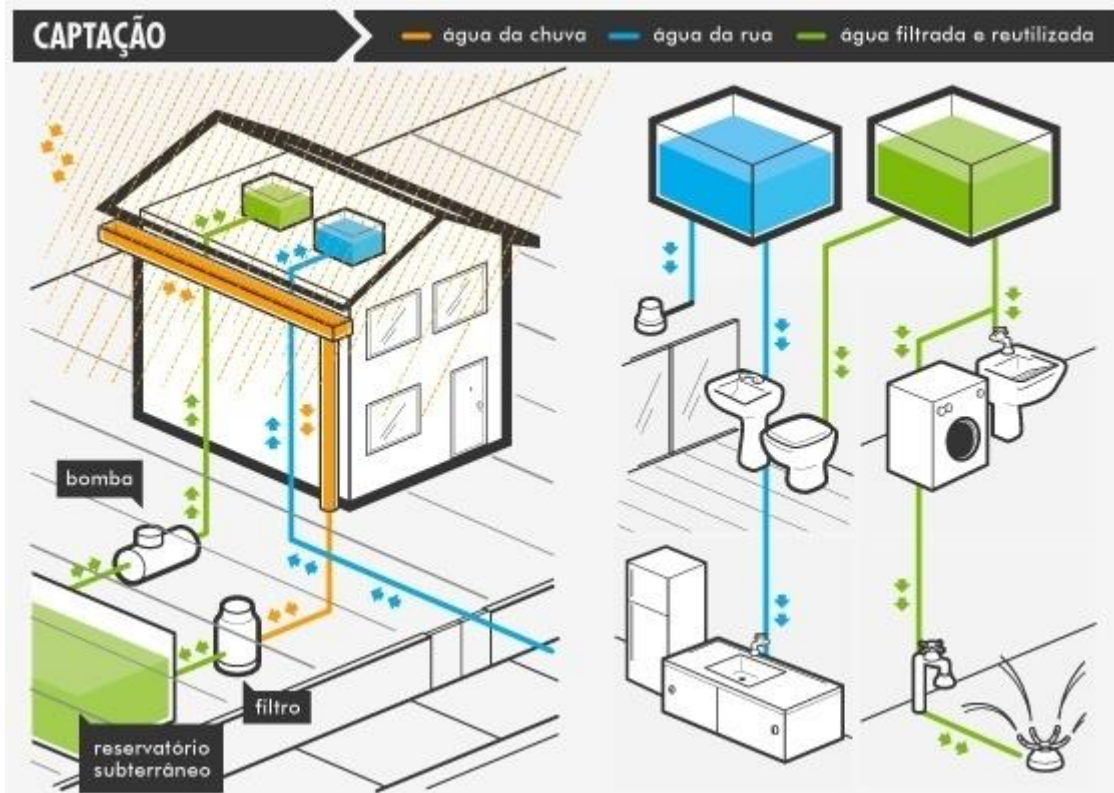


Figura 31: sistema de aproveitamento de água de chuva

Com mais detalhe pode ser vistos os componentes necessários do sistema de aproveitamento de chuva:

**Calhas e condutores verticais:** são responsáveis pelo direcionamento da água captada na cobertura da edificação. Transportam a água coletada até o reservatório inferior. o material de que é feito, geralmente é PVC, mas existem calhas e dutos de ligas metálicas como latão e aço. Calhas são áreas que necessitam de manutenção e limpeza devido ao acúmulo de detritos

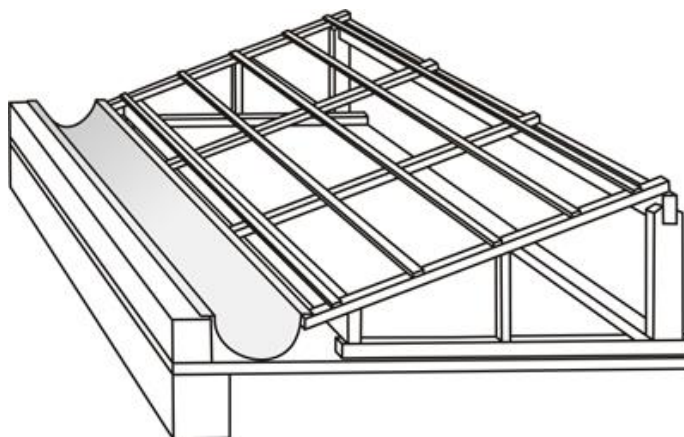


Figura 32: detalhe de calha na cobertura da edificação

**Filtros:** a água captada e direcionada pelos condutos deve ser filtrada. Esse cuidado evita que detritos como folhas e restos orgânicos sejam transportados com a água de chuva (poluição difusa). Existem muitos modelos que retêm os detritos, cada qual com uma capacidade de volume e rendimento na operação. Abaixo detalhe de um dos possíveis filtros que podem ser instalados no sistema:



Figura 33: detalhe do filtro de águas pluviais

**Freio d'água e kit de interligação:** para evitar o turbilhonamento da água captada com a já decantada no reservatório inferior adiciona-se ao sistema o freio d'água. O kit de ligação é composto por torneira, mangueira, acionador de descarga e boia de nível para garantir o funcionamento do sistema.

**Reservatório:** a água depois de captada, direcionada e filtrada fica acondicionada nos reservatórios. Geralmente o sistema possui dois reservatórios, um inferior e outro superior. Lembrando que há a necessidade de separação das águas pluviais e do sistema de abastecimento de água público.

**Bomba de recalque:** é a responsável pelo transporte da água do reservatório inferior ao reservatório superior. Seu dimensionamento deve ser feito de acordo com

o volume de água a ser recalcado e seu tempo de operação. No sistema de águas pluviais essa bomba geralmente tem dimensões pequenas e menores potências.



**Figura 34: bomba d'água periférica para recalque de águas pluviais**

O projeto de aproveitamento de águas pluviais é restrito ao fato de poder utilizar a água apenas para uso não potável. Contudo cada uso ainda deve apresentar características, tais como apresentado na tabela abaixo:

<b>Usos</b>	<b>Características</b>
Descarga sanitária	Ausência de cor e turbidez Ausência de odores Ausência de óleos e graxas Não formação de espumas Não manchar
Rega de jardins	Ausência de cor e turbidez Ausência de odores Ausência de óleos e graxas Impossibilidade de contaminação das plantas Impossibilidade de contaminação de lençol freático Impossibilidade de contaminação de solo Não formação de espumas
Lavagem de piso	Ausência de cor e turbidez Ausência de odores Ausência de óleos e graxas Não formação de espumas Impossibilidade de contaminação de lençol freático

**Tabela 31: características da água de aproveitamento de chuva de acordo com tipo de uso**

Segue abaixo tabela de qualidade da água presente na norma quanto à qualidade da água e a manutenção dos reservatórios:

### Qualidade da água

**Parâmetros de qualidade de água de chuva para usos restritivos não potáveis**

Parâmetro	Análise	Valor
Coliformes totais	Semestral	Ausência em 100 mL
Coliformes termotolerantes	Semestral	Ausência em 100 mL
Cloro residual livre <sup>a</sup>	Mensal	0,5 a 3,0 mg/L
Turbidez	Mensal	< 2,0 uT <sup>b</sup> , para usos menos restritivos < 5,0 uT
Cor aparente (caso não seja utilizado nenhum corante, ou antes da sua utilização)	Mensal	< 15 uH <sup>c</sup>
Deve prever ajuste de pH para proteção das redes de distribuição, caso necessário	mensal	pH de 6,0 a 8,0 no caso de tubulação de aço carbono ou galvanizado
NOTA Podem ser usados outros processos de desinfecção além do cloro, como a aplicação de raio ultravioleta e aplicação de ozônio.		
<sup>a</sup> No caso de serem utilizados compostos de cloro para desinfecção.		
<sup>b</sup> uT é a unidade de turbidez.		
<sup>c</sup> uH é a unidade Hazen.		

**Tabela 32: parâmetros de qualidade de água de chuva**

Buscando descartar a poluição da lavagem do telhado, recomenda-se descartar os primeiros, pois esse volume inicial contém maior concentração de impurezas: deposição atmosférica, detritos, fezes de animais, folhas. Toda essa poluição fica armazenada na cisterna e compromete a qualidade da água captada.

## Manutenção

### Frequência de manutenção

Componente	Frequência de manutenção
Dispositivo de descarte de detritos	Inspeção mensal Limpeza trimestral
Dispositivo de descarte do escoamento inicial	Limpeza mensal
Calhas, condutores verticais e horizontais	Semestral
Dispositivos de desinfecção	Mensal
Bombas	Mensal
Reservatório	Limpeza e desinfecção anual

**Tabela 33: frequência de manutenção e limpeza de componentes do sistema de aproveitamento de água pluviais**

O volume da água de chuva aproveitável depende do coeficiente de escoamento superficial da cobertura, bem como da eficiência de descarte do escoamento superficial inicial, podendo ser calculado por:

$$V = P \times A \times C \times N$$

V é o volume anual, mensal ou diário de água de chuva aproveitável;

P é a precipitação média anual, mensal ou diária;

A é a área de coleta da água de chuva;

C é o coeficiente de escoamento superficial de cobertura (também conhecido como coeficiente de deflúvio)

O sistema de distribuição de água deve ser independente do sistema de água potável, ou seja, não é permitida sua conexão cruzada (ABNT NBR 5626). Há aqui o grande entrave a adoção dessa medida sustentável: a qualidade da água de chuva e poluição difusa.

O volume não aproveitável da água de chuva pode ser lançado na rede de galerias de águas pluviais, na via pública ou ser infiltrado parcialmente ou totalmente, desde

que não haja perigo de contaminação do lençol freático, a critério da autoridade local competente.

O esgotamento pode ser feito por gravidade ou bombeamento. A água da chuva reservada deve ser protegida contra a incidência direta da luz solar e do calor, bem como de animais que possam adentrar o reservatório através da tubulação de saída de água.

Como dito anteriormente, o aproveitamento da água de chuva tem como ponto crítico a qualidade da água armazenada e sua utilização, que mesmo não sendo para uso potável pode apresentar problemas, como a contaminação ao usuário, impactos ao meio ambiente e danos materiais e a equipamentos.

Acredita-se que medidas de conscientização ao usuário e medidas economizadoras deve ser o foco para um uso sustentável dos recursos hídricos. No tópico de avaliação de custos serão comparados os custos de um projeto hidráulico convencional e o projeto com equipamentos economizadores e reutilização de água de chuva.

### 13 ANÁLISE DE CUSTOS

Nesta seção serão analisados os custos referentes à adoção das medidas sustentáveis sugeridas. Essa análise auxiliará na tomada de decisão sobre quais soluções são financeiramente viáveis.

Para analisar os custos será utilizada a fórmula de valor futuro para poder comparar os custos iniciais de implantação de cada solução com o ganho mensal na economia dos recursos ao longo da vida útil do empreendimento. Para contribuição única pode-se calcular o montante com a seguinte fórmula:

$$VF = VP (1 + i)^n$$

Para contribuições uniformes mensais, tem-se:

$$VF = VP [(1 + i)^n - 1] / i$$

Onde:

VF: valor futuro

VP: valor presente

i: taxa

n: período

Considerou-se um período de análise de 30 anos, pois edificações de uso residencial possuem esse horizonte de projeto (vida útil de 25 a 50 anos). Tanto para custo inicial e os custos mensais será utilizado uma taxa de 0,6% ao mês acompanhando índice nacional de preços ao consumidor amplo (IPCA). Basta apenas verificar a diferença entre os custos das soluções ambientais e as adotadas convencionalmente na construção padrão.

## Projeto de elétrica

O uso de lâmpadas de menor consumo e a utilização de energia alternativa com uso de painel solar fotovoltaico são as soluções compreendidas na análise de custos do projeto elétrico.

O painel escolhido é o Painel Solar Fotovoltaico - 240 W- BYD Solar, com um custo de R\$ 1321,00. Este painel possui garantia de eficiência de pelo menos 80% em um período de 25 anos.

Este painel deverá ser ligado na rede, gerando energia que pode ser diretamente consumida pelos moradores da casa, ou caso isso não ocorra, a energia é “liberada” para rede de distribuição elétrica pública, transformando a edificação em uma pequena produtora de energia para a cidade. Isso também faz com que o relógio gire em sentido oposto e gera economia na conta de luz (procedimento regularizado pela Agência Nacional de Energia Elétrica).

**Painel Solar Fotovoltaico - 240 W- BYD Solar**



Clique para ampliar

Preço:	R\$1,321.00
Disponibilidade:	Em estoque
Modelo:	Painel Solar 240 BYD
Fabricante:	<a href="#">BYD</a>
Classificação média:	Sem classificação

Qtd: 
Comprar

**Figura 35: detalhe de calha na cobertura da edificação**

O custo total será estimado em R\$ 2500,00, considerando a mão de obra para instalação, o suporte, o conduíte, os condutores e inversor.

Considerando a utilização desse painel, sua capacidade e operação por 5 horas diárias, consegue-se a economia de cerca de 30 kWh por mês. Esse valor de energia tem um custo de 0,33882 reais por kWh, ou seja, 10,16 reais por mês.

Além do uso de energia alternativa, propôs-se a aquisição de lâmpadas com menor potencia, contudo com mesma eficiência luminosa (eficiência de 75% com relação as lâmpadas incandescentes), segue na tabela a seguir as quantidades de lâmpadas necessárias:

Pavimento Superior	Dependências	Nº de Lâmpadas	Tempo Médio de Uso Diário (horas)	Nº de Lâmpadas X Tempo Médio de Uso Diário (horas)
	Suíte	3	3	9
	Dormitório 1	2	3	6
	Dormitório 2	2	3	6
	Banheiro Suíte (Chuveiro)	1	0,5	0,5
	Banheiro Suíte (Pia)	1	1	1
	Banheiro Comum (Chuveiro)	1	0,5	0,5
	Banheiro Comum (Pia)	1	1	1
	Varanda Suíte	1	0,5	0,5
	Escada	1	0,5	0,5
	Hall	1	0,5	0,5
	Total	14	13,5	25,5

Pavimento Inferior	Dependências	Nº de Lâmpadas	Tempo Médio de Uso Diário	Nº de Lâmpadas X Tempo Médio de Uso Diário (horas)
	Sala de estar	3	4	12
	Escritório	1	8	8
	Lavabo	1	0,5	0,5
	Corredor Entrada	1	0,5	0,5
	Garagem	2	10	20
	Cozinha	2	4	8
	Despensa	1	0,5	0,5
	Área de Serviço	1	1	1
	Lateral Leste	1	1	1
	Churrasqueira	1	2	2
	Casa de Máquina	1	0,2	0,2
	Jardim Piscina	2	1	2
	Sala de jantar	2	2	4
	Lateral Oeste	2	1	2
Total	21	35,7	61,7	
TOTAL (Inferior + Superior)	35	49,2	87,2	

Custo Unitário da Lâmpada	R\$ 18,90
Custo Total das Lâmpadas	R\$ 661,50

**Tabela 34: quantidade de lâmpadas no empreendimento**

Utilizando lâmpadas incandescentes o consumo de energia elétrica é de 69,06 reais. Com a utilização de lâmpadas fluorescentes o valor passa a ser de 17,27 (economia de 51,81 reais).

#### **Avaliação do uso de painel fotovoltaico:**

Utilizando a fórmula de valor futuro obtêm-se os custos de implantação desta solução:

$$VF_{\text{implantação}} = 2500 \cdot (1+0,006)^{(30 \cdot 12)}$$

$$VF_{\text{implantação}} = 21.538,38$$

Analisando as economias mensais, tem-se:

$$VF_{\text{economia}} = 10,16 \cdot [(1+0,006)^{(30 \cdot 12)} - 1] / 0,006$$

$$VF_{\text{economia}} = 12.895,33$$

#### **Avaliação do uso de lâmpadas fluorescentes:**

Utilizando a fórmula de valor futuro obtêm-se os custos de aquisição desta solução:

$$VF_{\text{implantação}} = 661,50 \cdot (1+0,006)^{(30 \cdot 12)}$$

$$VF_{\text{implantação}} = 5.699,06$$

Analisando as economias mensais, tem-se:

$$VF_{\text{economia}} = 51,81 \cdot [(1+0,006)^{(30 \cdot 12)} - 1] / 0,006$$

$$VF_{\text{economia}} = 65.758,57$$

## Projeto de hidráulica

Verificou-se duas possibilidades promissoras de redução de custos: equipamentos economizadores de água e reutilização de água de chuva. Foi feito levantamento de custos de aquisição dos equipamentos economizadores de água:

Custos materiais hidráulicos			
Descrição	Preço unitário	Quantidade	Total
bacia sanitária com caixa acoplada e dual flush	859,80	3	2579,40
torneira com arejador para cozinha e lavanderia	256,68	3	770,04
torneira com arejador para lavabo	219,85	3	659,55
Total			4008,99

**Tabela 35: custos materiais economizadores de água**

Para analisar os custos do sistema de aproveitamento de águas pluviais buscou-se quantizar o volume demandado de água, a quantidade de materiais que compõem o sistema, como tubos, conexões, freio d'água, kit de interligação, bomba de recalque de água, o volume necessário de armazenagem (reservatório inferior) durante um ano.

Mês	Precipitação (mm)	Demanda (m <sup>3</sup> )	Volume captado (m <sup>3</sup> )	Diferença (m <sup>3</sup> )	Diferença Acumulada (m <sup>3</sup> )
jan	216,30	9,00	27,58	18,58	
fev	191,20	9,00	32,50	23,50	
mar	165,30	9,00	28,10	19,10	
abr	80,50	9,00	13,69	4,69	
mai	58,80	9,00	10,00	1,00	1,00
jun	42,30	9,00	7,19	-1,81	-0,81
jul	32,40	9,00	5,51	-3,49	-4,31
ago	35,10	9,00	5,97	-3,03	-7,34
set	71,50	9,00	12,16	3,16	-4,18
out	113,30	9,00	19,26	10,26	
nov	124,00	9,00	21,08	12,08	
dez	174,20	9,00	29,61	20,61	

**Tabela 36: estimativa do volume de águas pluviais no reservatório inferior**

A máxima diferença acumulada representa o volume de água de chuva necessário no reservatório inferior. O cálculo utilizado para o dimensionamento do reservatório é

o do método prático australiano indicado na norma NBR 15527 e desconsidera os dois primeiros milímetros de água por perdas de evaporação, quando em contato com a cobertura da edificação.

O levantamento de custos foi feito com as instalações, equipamentos e materiais necessários para reaproveitar águas pluviais coletadas na cobertura da edificação:

Custos sistema de aproveitamento de águas pluviais			
Descrição	Preço unitário	Quantidade	Total
tubo e conexões	235,60	1	235,60
filtro	149,90	1	149,90
caixa d'água 10.000L (reservatório inferior)	4776,90	1	4776,90
caixa d'água 500L (reservatório superior)	259,90	1	259,90
bomba d'água	694,66	1	694,66
Total			6116,96

**Tabela 37: custos equipamentos sistema de aproveitamento de águas pluviais**

Com os dados de custos de implantação levantados fez-se uma estimativa de redução mensal de água potável. Observa-se que tanto o consumo quanto a economia de água neste estudo de caso segue valores médios de uso e indicação de eficiência dos fornecedores dos materiais. Sendo assim, podemos estimar o custo mensal com fornecimento de água com sendo o produto da Quantidade de Pessoas, Consumo mensal, Porcentagem de economia de água, custo do metro cúbico de água.

Considerando 5 moradores, consumo de 300 litros diários por morador, 15% de redução pela utilização dos equipamentos economizadores de água, 10% de redução pelo aproveitamento da água de chuva e o custo do m<sup>3</sup> da água igual a 7,02 reais, obtém-se a economia de 78,98 reais mensais. Economia dos equipamentos economizadores de água no valor de 47,39 e economia do sistema de aproveitamento de águas pluviais de 31,59.

### **Avaliação do uso de equipamentos economizadores de água:**

Utilizando a fórmula de valor futuro obtêm-se os custos de implantação desta solução:

$$\mathbf{VF_{implantação} = 4008,99 \cdot (1+0,006)^{(30 \cdot 12)}}$$

$$\mathbf{VF_{implantação} = 34.538,86}$$

Analisando as economias mensais, tem-se:

$$\mathbf{VF_{economia} = 47,39 \cdot [(1+0,006)^{(30 \cdot 12)} - 1] / 0,006}$$

$$\mathbf{VF_{economia} = 60.148,59}$$

### **Avaliação do aproveitamento de águas pluviais:**

Utilizando a fórmula de valor futuro obtêm-se os custos de implantação desta solução:

$$\mathbf{VF_{implantação} = 6116,96 \cdot (1+0,006)^{(30 \cdot 12)}}$$

$$\mathbf{VF_{implantação} = 52.699,77}$$

Analisando as economias mensais, tem-se:

$$\mathbf{VF_{economia} = 31,59 \cdot [(1+0,006)^{(30 \cdot 12)} - 1] / 0,006}$$

$$\mathbf{VF_{economia} = 40.094,83}$$

## CONCLUSÕES

O uso de soluções ambientais na construção civil tem sido cada vez mais frequente. Tudo isso se deve a grande propagação dos conceitos socioambientais que são amplamente divulgados na mídia e no ensino. A conscientização dos empreendedores e a marca que os processos de certificação ambiental de construção são fatores que contribuem para o sucesso da adoção dessas medidas de forma concreta.

Neste trabalho buscou-se informação de algumas soluções ambientais na construção civil de fácil execução:

- ✓ Materiais recicláveis e renováveis
- ✓ Fonte alternativa de obtenção de energia elétrica
- ✓ Equipamentos e materiais economizadores de energia
- ✓ Reaproveitamento de água de chuva para fins não potáveis
- ✓ Equipamentos economizadores de água.

A aquisição de lâmpadas de maior eficiência energética já é tradicional. Essas lâmpadas tem eficiência de cerca de 75% quando comparadas as lâmpadas incandescentes. A análise de custos mostrou que a economia de energia elétrica é muito maior que o custo de aquisição das lâmpadas (economia de 60 mil durante o horizonte analisado).

A solução de geração de energia elétrica a partir das células fotovoltaicas não obteve vantagens financeiras. O custo de implantação foi de cerca de duas vezes a economia gerada. Pondera-se o aspecto negativo da incerteza quanto a geração da energia, pois esta depende das condições do tempo. Mesmo o Brasil um país tropical cujo clima é favorável ao emprego de soluções alternativas de criação de energia, no presente momento essas ainda não são viáveis economicamente quando aplicadas em escala reduzida.

A utilização de equipamentos economizadores de água é uma tendência. Seu custo de aquisição próximo ao dos equipamentos convencionais, sua facilidade de utilização e a diminuição dos custos mensais na conta de água tornam essa solução ambientalmente correta e cada vez mais aceita pelo mercado.

Como se puderam observar as bacias sanitárias e as torneiras de fechamento automático com regulador de vazão geraram um menor que às economias conseguidas na utilização desta solução. Tanto do ponto de vista ambiental quanto do ponto de vista financeiro recomenda-se a sua utilização.

O reaproveitamento da água de chuva é, normalmente, uma solução com maior custo inicial, mas que pode ser utilizada desde que haja condições climáticas. O reaproveitamento da água de chuva tem diversos pontos a serem observados: a qualidade das águas captadas e armazenadas é um agravante (mesmo que seu uso não contemple uso potável deste recurso), pois conduzem cargas poluidoras difusas oriundas da lavagem da cobertura que capta a água. Sua qualidade fica muito dependente da manutenção e limpeza do seu sistema de armazenagem.

A também de ser pensar que a economia de água gera a necessidade de um sistema de recalque dessa água e com isso aumento nos gastos com energia. Numa residência não há ganhos de escala, pois a estrutura atende apenas uma família e seu potencial fica comprometido, a água de chuva é pouco armazenada para aproveitamento posterior. Por esses motivos, não se recomenda o reaproveitamento das águas de chuva para uma habitação unifamiliar.

A análise de custos mostrou que os custos de implantação desse sistema são maiores quando comparado às economias geradas na utilização desta solução não sendo, portanto, vantajoso do ponto de vista financeiro.

Junto ao projeto convencional foi analisado o ganho financeiro das soluções empregadas no projeto elétrico e projeto hidráulico. Como se pôde observar as soluções tradicionais de economia de energia e água se mostraram eficientes do ponto de vista ambiental e financeiro, apresentando resultados positivos de economia e minimização de custos durante a vida útil do empreendimento.

No modo convencional de projeto, muitas vezes, há uma ênfase exacerbada com os custos de implantação das obras e pouco se pensa nos custos ao longo da vida útil do empreendimento. Isso se deve ao alto custo inicial de uma obra e o ímpeto de baixar seu valor atrelado à baixa atenção com questões de qualidade ambiental. Num cenário de oferta abundante de recursos esse panorama foi praticado sem questionamento, contudo no cenário atual esse paradigma de construção é revisto e repensado buscando-se ratificar o uso de soluções cada vez mais sustentáveis.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agenda 21 Brasileira: ações prioritárias. Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional. 2. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5413: Iluminância de interiores. Rio de Janeiro, 1992.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5444: Símbolos gráficos para instalações prediais, Rio de Janeiro, 1989.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5626. Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15527. Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

Cartilha Projeto Obra Legal. Sindicato da Construção (SindusCon–SP), julho 2010.

Equipamentos economizadores de água. Disponível em: <<http://www.deca.com.br/produtos/economizadores>> Acesso em: 20.ago.2013.

Silva, J. M. M., et al. Estudo comparativo entre lâmpadas: incandescentes, fluorescentes compactas e LED. Instituto de tecnologia para o desenvolvimento. Paraná, 2013.

GROHMANN, Márcia Zampieri. Redução do desperdício na construção civil: Levantamento das medidas utilizadas pelas empresas de Santa Maria, Santa Maria, RS: Universidade Federal de Santa Maria, 1998.

ILHA, Marina S. O. et al. Avaliação do desempenho das bacias sanitárias de volume de descarga reduzido quanto a remoção de transporte de sólidos. In: Ambiente construído ANTAC - Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente –Construído. 2002, Porto Alegre- RS.

LENTINI, M. et al. Fatos florestais da Amazônia. Imazon. Belém, 2005.

LEED for Homes Rating System. U.S. Green Building Council. 2008.

Processo AQUA construção sustentável. Referencial técnico de certificação. Edifícios habitacionais. São Paulo. 2010.

SAYEGH, Simone. Economia pelo cano. Revista Técnica: Tecnologia e Negócios da Construção Civil, São Paulo, nº 62, maio, 2002.

SERPELL, Alfredo. Administración de operaciones de construcción. Santiago, 2002.

SOUSA, A. F. S. Diretrizes para implantação de sistemas de reuso de água em condomínios residenciais baseadas no método APPCC – Análise de perigos e pontos críticos de controle. Estudo de caso residencial Valville I. São Paulo, 2008

SOUZA, UBIRACI ESPINELI LEMES DE., AGOPYAN, VAHAN. Os Números que Faltavam .Revista Qualidade na Construção , 1999, p.14-20.

Universidad Catolica, 1993.

Valor de imóvel. Disponível em: <<http://www.esplanadadosolimoveis.com.br>> Acesso em: 27.mai2013.

Valor de mercado. Disponível em: <<http://www.zap.com.br/imoveis>> Acessado em: 27.mai.2013.

Zoneamento condomínio esplanada do sol São José dos Campos. Disponível em: <https://www.sjc.sp.gov.br>. Acesso em: 14.abr.2013.