



UNISUL

UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

EDIFICAÇÕES SUSTENTÁVEIS:

**ANÁLISE DE VIABILIDADE PARA IMPLANTAÇÃO DO SELO LEED EM EDIFÍCIO
RESIDENCIAL NO MUNICÍPIO GOVERNADOR CELSO RAMOS.**

Palhoça/SC

2020

ARTHUR PICOLI MAFACIOLI

**EDIFICAÇÕES SUSTENTÁVEIS:
ANÁLISE DE VIABILIDADE PARA IMPLANTAÇÃO DO SELO LEED EM EDIFÍCIO
RESIDENCIAL NO MUNICÍPIO GOVERNADOR CELSO RAMOS.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia Civil
da Universidade do Sul de Santa Catarina
como requisito parcial à obtenção do título
de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Ricardo Moacyr Mafra, MSc.

Palhoça/SC

2020

Dedico este trabalho a todas as pessoas que participaram direta ou indiretamente do mesmo. Em especial Deus, meus pais, minha família, namorada e amigos que tanto me apoiaram e incentivaram para essa caminhada acadêmica e futuro profissional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pelo dom da vida e por guiar meus caminhos durante essa maravilhosa jornada.

A meus pais e familiares, por todo amor, apoio e incentivo para que eu alcançasse meu objetivo.

A minha namorada, que sempre esteve ao meu lado me ajudando e apoiando em todas situações, se tornando uma peça chave nessa caminhada.

Com muita gratidão ao meu orientador Prof. Ricardo Moacyr Mafra e professora Norma Beatriz Camisão Schwinden, pelos ensinamentos e contribuições.

Por fim a minha banca, pela disposição de estar presente em um dia tão especial.

A todos, muito obrigado!!

“Não existe impossível para quem se prepara! ” (Lennon)

RESUMO

De acordo com Maciel (2010), atualmente o setor da construção civil tem buscado cada vez mais a realização de empreendimentos sustentáveis, o qual tem como foco principal o desenvolvimento de soluções que enfrentem e proponham soluções aos mais críticos problemas ambientais. Para isso algumas técnicas inovadoras são aplicadas com intuito de suprir as necessidades operacionais de todas medidas adotadas. Este trabalho irá apresentar as discussões acerca do conceito teórico de sustentabilidade, práticas sustentáveis, certificações e constitui também de uma pesquisa mercadologia para obter a dimensão dessas técnicas utilizadas. A metodologia do atual trabalho se baseia no estudo do conceito de sustentabilidade e na descrição do funcionamento e aplicação dessas práticas nos empreendimentos. A aplicação deste conceito relacionado a construção civil foi feita mediante a um levantamento de dados por fontes bibliográficas. Esse levantamento permitiu o início de uma pesquisa de campo de mercado exploratório e um estudo de caso no qual foi analisado as técnicas atuais e possíveis implementações. Por fim, o trabalho indica a tendência do mercado para adequar este novo conceito e suas vantagens quanto aos procedimentos operacionais dos empreendimentos.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Tecnologias Ambientais. Responsabilidade social.

ABSTRACT

According to Maciel (2010), currently the civil construction sector has increasingly sought the realization of sustainable enterprises, which has as its focus the development of solutions that face and propose solutions to the most critical environmental problems. For this, some innovative techniques are applied in order to meet the operational needs of all measures adopted. This work will present the discussions about the theoretical concept of sustainability, sustainable practices, and certifications and constitutes a market research to obtain the dimension of these techniques used. The methodology of the current work is based on the study of the concept of sustainability and on the description of the functioning and application of these practices in the enterprises. The application of this concept related to civil construction was made through a survey of data by bibliographic sources. This survey allowed the beginning of an exploratory market research and a case study in which the current techniques and possible implementations were analyzed. Finally, the work indicates the market trend to adapt this new concept and its advantages regarding the operational procedures of the projects.

Keywords: sustainability. Environmental technologies. Social responsibility.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Exemplo de sistema de captação	22
Figura 2 - Cobertura inclinada.	26
Figura 3 - Sistema de descarte das primeiras águas.	30
Figura 4 - Ilustração dos dispositivos mais usuais.	34
Figura 5 - Lâmpada LED	35
Figura 6 - Esquema do modulo fotovoltaico.	36
Figura 7 - Sistema isolado (Offtie).	37
Figura 8 - Sistema conectado à rede (Grid-tie).	37
Figura 9 - Modelo de separação.	41
Figura 10 - O progresso das edificações sustentáveis.....	45
Figura 11 -: Etapas para a certificação LEED.....	49
Figura 12 - Classificação de desempenho.	49
Figura 13 - Tipologias Leed no Brasil.....	50
Figura 14 - Classificação do Selo Azul da Caixa.....	51
Figura 15 - Fachada frontal....	56
Figura 17 - Fachada traseira.....	56
Figura 18 - Iluminação de baixo consumo.....	57
Figura 19 - Sensor de presença.....	58
Figura 20 – Bicicletário.	59
Figura 21 - Jardim interno	62
Figura 22 - Jardim externo.	62
Figura 23 - Planta do telhado.....	64
Figura 24 - Área interna da lixeira.....	66
Figura 25 – Área externa da lixeira.....	66
Figura 26 - Modelo de separadores de lixo	66
Figura 27 - Área do telhado.	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Parâmetros de engenharia estimativa da demanda residencial de água potável para uso externo.	23
Tabela 2 - Taxa de consumo de água.....	23
Tabela 3 - Necessidade de tratamento em relação à utilização das águas pluviais ..	24
Tabela 4 - Grau de pureza relacionado à área de coleta indicando sua utilização	24
Tabela 5 - Coeficientes de Runoff.....	25
Tabela 6 - Sistema de manutenção.....	31
Tabela 7- Descrição dos tipos de tratamento para reuso de água e esgoto recuperado.	32
Tabela 8 - Classificação e destino dos resíduos oriundos de construções e demolições conforme a resolução nº 307 do CONAMA.....	40
Tabela 9 - Ranking dos países com mais projetos LEED.....	48
Tabela 10 - 14 critérios da Qualidade ambiental do QAE.....	54
Tabela 11 - Estimativa de consumo predial médio diário	61
Tabela 12 - Precipitações médias (mm) por mês em Governador Celso Ramos, 2020	63
Tabela 13 - Resumo dos resultados do sistema de reaproveitamento de água.....	65
Tabela 14 - Gasto energético mensal	67
Tabela 15 - Irradiação solar em Gov. Celso. Ramos em horas	68

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Perfil mínimo de desempenho para certificação Aqua-Hqe.....	53
Gráfico 2 - Demonstração de gasto energético.....	67
Gráfico 3 - Pontuação LEED após recomendações.....	70
Gráfico 4 - Pontos por categoria.....	70

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	JUSTIFICATIVA	14
1.2	OBJETIVOS	15
1.1.2	OBJETIVO GERAL	15
1.1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
1.3	DELIMITAÇÃO DO TRABALHO	16
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	17
2	REVISÃO BIBLIOGRAFICA	18
2.1	SUSTENTABILIDADE	18
2.1.2	CONCEITO	18
2.1.3	HISTÓRICO	18
2.2	EDIFICAÇÕES SUSTENTAVEIS	20
2.3	REAPROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS E ÁGUAS CINZAS	21
2.3.1	ÁGUAS PLUVIAIS	21
2.3.1.1	ÁREA DE CAPTAÇÃO	25
2.3.1.2	DEMANDAS	26
2.3.1.3	RESERVATÓRIOS	28
2.3.1.4	TRATAMENTO	29
2.3.1.5	MANUTENÇÃO	30
2.3.2	ÁGUAS CINZAS	31
2.4	DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES	34
2.4.1	INSTALAÇÕES HIDROS SANITÁRIAS	34
2.4.2	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	35
2.5	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA VIA SISTEMAS FOTOVOLTAICOS	35
2.6	GESTÃO DE RESÍDUOS	39
2.7	BICICLETÁRIO	42
2.8	CERTIFICAÇÕES DE SUSTENTABILIDADE	43

2.9 CERTIFICAÇÕES ATUANTES NO BRASIL	46
3 METODOLOGIA	55
3.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	55
3.2 OBJETO DE ESTUDO	55
3.3 CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO	55
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	57
4.1 TÉCNICAS SUSTENTÁVEIS ADOTADAS NO MOMENTO	57
4.1.1 ILUMINAÇÃO DE BAIXO CONSUMO (LED)	57
4.1.2 CONTROLADORES DE ENERGIA PARA ILUMINAÇÃO	58
4.1.3 BICICLETÁRIO	59
4.2 RECOMENDAÇÕES DE TÉCNICAS SUSTENTÁVEIS	60
4.2.1 SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL (SAAP)	60
4.2.1.1 ESTIMATIVA POPULACIONAL DA EDIFICAÇÃO	60
4.2.1.2 ESTIMATIVA DE ÁGUA PARA REGAR JARDIM E LIMPEZA DO PÁTIO	62
4.2.1.3 ESTIMATIVA DE ÁGUA PARA LAVAGEM DE CARROS	63
4.2.1.4 PRECIPITAÇÃO MÉDIA EM GOVERNADOR CELSO RAMOS	63
4.2.1.5 ÁREA DE COBERTURA CONTRIBUINTE	64
4.2.1.6 VOLUME DA ÁGUA DA CHUVA A SER REAPROVEITADA	64
4.2.1.7 RESUMO DAS DEMANDAS DA EDIFICAÇÃO	65
4.2.2 GESTÃO DE RESÍDUOS	65
4.3 SISTEMA FOTOVOLTAICO	67
4.4 APLICAÇÃO DE CERTIFICAÇÃO LEED	70
5 CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS	72
REFERÊNCIAS	74
APENDICE A	80

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Tomaz (2010), a construção civil faz parte de um segmento importante dentro da indústria brasileira, tanto social como econômica. Por ser um setor que utiliza inúmeros recursos naturais, diversos danos ambientais estão sendo causados pela indústria da construção civil, desde construções até edificações prontas.

O meio ambiente está em constante deterioração, com isso as mudanças no solo, na qualidade do ar e da água, afetam diretamente nas condições de saúde. Considerando que os recursos naturais não estão conseguindo se recuperar na mesma velocidade do impacto causado pelos humanos, isto tem preocupado a humanidade e levado a constante busca por hábitos menos agressivos e empreendimentos sustentáveis, focando na diminuição dos danos ao meio ambiente.

São inúmeras medidas a serem tomadas para uma edificação se tornar sustentável e seu benefício não é apenas a diminuição dos custos administrativos, mas sim dos recursos naturais que serão mais bem aproveitados, como o uso de ventilação, iluminação natural e o uso de energia solar, entre outras. Em muitos casos esses empreendimentos sustentáveis deixam o imóvel mais atrativo para futuros moradores pois melhoram a qualidade de vida.

Para garantir o incentivo de tais práticas, muitos selos de qualidade foram criados a fim de premiar edifícios que agem em prol de tais conceitos. O selo mais difundido pelo mundo hoje em dia para edificações sustentáveis é o selo LEED, do inglês Leadership in Energy & Environmental Design. Tal perspectiva incentiva o desenvolvimento de novas ideias e conceitos a serem aplicados na construção civil, onde é esperado que o mercado cada vez mais, exija padrões de sustentabilidade a ponto de que tais conceitos podem se tornar regra, ou padrão de mercado.

1.1 JUSTIFICATIVA

As tecnologias sustentáveis nos edifícios residenciais buscam minimizar os danos causados ao meio ambiente. Com isso surgem algumas técnicas sustentáveis que consistem na otimização do consumo de energia, na qualidade do ambiente construído, na redução de resíduos gerados pelos condôminos e na economia com

despesas de custeio, como a energia elétrica, tendo em vista que algumas tecnologias visam produzir energia naturalmente, consequentemente, reduzindo custos.

É notório, que com o passar do tempo, a população está cada vez mais aderindo essas tecnologias sustentáveis e buscando certificações ambientais. Tendo em vista a preocupação com o meio ambiente. Dentro deste universo existem as certificações ambientais para edifícios residenciais.

Estas certificações, começaram a aparecer no mercado brasileiro com o objetivo de reconhecer e identificar os empreendimentos que seguem um padrão de metodologia com soluções sustentáveis. Com isso, acabam sendo beneficiados economicamente, ambientalmente e socialmente. Por se tratar de uma certificação emitida por instituições reconhecidas como a Caixa Econômica Federal, os condomínios que recebem tal certificação ganham maior credibilidade que um auto declaração de sustentabilidade.

O tema a ser estudado neste trabalho de conclusão de curso é um estudo de viabilidade para implantação do selo Leed em uma Edificação multifamiliar em Governador Celso Ramos/SC, exemplificando a aplicação de algumas das técnicas sustentáveis, com o intuito de se tornar fonte de pesquisa a ser consultada juntamente com outras bibliografias que tratam do mesmo assunto

1.2 OBJETIVOS

1.1.2 Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo geral avaliar o índice de sustentabilidade para obtenção do selo LEED do empreendimento multifamiliar localizado no município de Governador Celso Ramos/SC, nos aspectos econômico, social e ambiental.

1.1.3 Objetivos específicos

- Analisar e comentar as técnicas de sustentabilidade do condomínio;
- Propor medidas que reduzam o impacto ambiental;
- Analisar vantagens e desvantagens da implementação dos sistemas sustentáveis recomendados.
- Analisar se enquadra na certificação Leed;

1.3 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

A construção civil é um setor que está em uma crescente melhora com o passar dos anos, porém devido à falta de planejamento sustentável desde seu projeto, muitos empreendimentos não possuem nenhuma certificação ambiental, o que pode ocasionar em diversos impactos ambientais e custos desnecessários.

A pesquisa se deu na região de Governador Celso Ramos, em Santa Catarina, em um edifício já construído. O fato da aplicação de tecnologias sustentáveis não ter sido previsto em projeto, faz com que o prédio tenha a necessidade de executar uma reforma para implementação deste material, diante deste problema, pergunta-se, quais são os requisitos necessários para obtenção do selo LEED em empreendimentos já construídos?

Gil (2002) afirma que, [...] A delimitação do problema guarda estreita relação com os meios disponíveis para investigação. Por exemplo, um pesquisador poderia ter interesse em pesquisar a atitude dos jovens em relação à religião. Mas não poderá investigar tudo o que todos os jovens pensam acerca de todas as religiões. Talvez sua pesquisa tenha de se restringir à investigação sobre o que os jovens de determinada cidade pensam a respeito de alguns aspectos de uma religião específica [...] (GIL, 2002).

Diante desta problemática e com vistas a natureza desta pesquisa foi aplicado ao empreendimento em questão uma planilha, contendo um checklist disponibilizado pelo site da GBC Brasil (Green Building Council), com o intuito de analisar quais técnicas e procedimentos seriam necessários executar com a finalidade de alcançar a pontuação mínima para obtenção do selo LEED.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

A problemática do estudo foi encontrar os itens necessários para que o empreendimento existente em estudo seja capaz de receber a pontuação mínima do selo LEED.

O presente trabalho será estruturado em capítulos com intuito de dar ao leitor uma visão global da pesquisa para facilitar a compreensão, que serão apresentados da seguinte forma:

O capítulo um traz a introdução, que compreenderá a apresentação do tema da pesquisa, a justificativa, os objetivos de trabalho e a estrutura do trabalho.

O capítulo dois apresenta a revisão da literatura sobre edificações, técnicas e certificações sustentáveis.

No capítulo três é apresentado os procedimentos metodológicos de pesquisa utilizado neste trabalho. Será abordado neste capítulo com quais ferramentas foi realizada a pesquisa e apresentado as características do empreendimento em questão como também o objeto de estudo.

O capítulo quatro expõe os resultados e discussões do estudo de caso, onde será analisado as técnicas sustentáveis existentes no empreendimento como também serão feitas recomendações para implantação de novas técnicas. Ao final do capítulo será avaliado se o empreendimento se enquadra na certificação LEED.

O capítulo cinco elucida qual as considerações finais obtidas com o desenvolvimento do presente estudo, seguido pelas recomendações de trabalhos futuros, e por fim, as referências bibliográficas utilizadas ao longo da revisão bibliográfica.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 SUSTENTABILIDADE

2.1.2 Conceito

O conceito de sustentabilidade emprega a tecnologia para eliminar impactos negativos nos recursos naturais e potencializar os impactos positivos na sociedade como um todo, oferecendo melhor qualidade de vida a seus ocupantes e benefícios financeiros a seus empreendedores (MACIEL, 2010).

Vilhena (2007) afirma que o crescimento da construção civil, em pouco tempo se tornou um dos maiores causadores de danos ao meio ambiente. Desde a operação, construção e demolição de empreendimentos, ambas atividades estão relacionadas com os impactos ambientais através da excessiva geração de resíduos e aumento do consumo de recursos naturais. Mediante a graves impactos ambientais, o setor da construção se viu obrigado a buscar métodos com melhor desempenho ambiental.

No entender de Barbosa (2008), surgiu a necessidade de procurar métodos de desenvolvimento econômico, sem o consumo excessivo dos recursos naturais e sem danos ambientais. Já Estender e Pitta (2008), afirmam que por não se tratar apenas de uma questão ambiental, foi necessário criar os três pilares: Setor econômico, social e ambiental, o tripé da sustentabilidade.

De acordo com Oliveira (2012), ao analisar separadamente, tem-se:

Econômico: Criação de empreendimentos viáveis e atraentes para os investidores

Ambiental: Objetivo é analisar a interação de processos com o meio ambiente sem causar danos permanentes.

Social: Se preocupa com o estabelecimento de ações justas para trabalhadores, parceiros e sociedade.

2.1.3 Histórico

De acordo com Barbosa (2008), a preocupação com o ambiente, no Brasil, começou na década de 1960, após uma fase de crescimento urbano elevado. Com a falta de petróleo no início da década de 1970, a questão ambiental teve início nos

pensamentos políticos, sociais e filosóficos, levando a reflexão da participação do homem no planeta.

Como afirma Santo (2010), em 1972 foi publicado um relatório emitido pelo MIT (Massachusetts Institute of Technology) “Os limites do crescimento”, de acordo com esse relatório, concluíram-se que o planeta terra não suportaria mais o crescimento populacional devido à sobrecarga de uso dos recursos naturais e aumento da poluição. Nesse mesmo ano foi realizado em Estocolmo a conferência das Nações Unidas sobre o meio ambiente e desenvolvimento, que deu origem ao programa das Nações Unidas para o meio ambiente (UNEP – United Nations Environment Programme), que tem como objetivo promover o uso adequado e o desenvolvimento sustentável do ambiente global, bem como coordenar ações internacionais de proteção ao meio ambiente e desenvolvimento sustentável.

Estender e Pitta (2008) destacam que nesta era de debates, na década de 1980 foi elaborado o relatório *Our Common Future*, apresentado pela primeira ministra Norueguesa, Gro Harlem Brundtland, onde foi definido o seguinte conceito: “É a forma como as atuais gerações satisfazem as suas necessidades sem, no entanto, comprometer a capacidade de gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades” (CMMAD,1991).

Segundo Motta e Aguillar (2009), com a situação gerada pelo relatório, posteriormente, em 1992, foi realizada a segunda conferência ambiental organizada pela ONU, conhecida como RIO 92. Esta conferência definiu o conceito de desenvolvimento sustentável e gerou um documento assinado por 187 países, os quais se comprometiam a buscar estratégias para exploração sustentável dos recursos naturais e conservação do planeta.

De acordo com o *United Nations Sustainable Development* (1992), nessa conferência foi criada a política dos 3R's (reduzir, reutilizar e reciclar), onde reduzir significa que todo lixo gerado deve ser minimizado ao máximo. Reutilizar consiste em, quando possível, reutilizar diversas vezes um determinado produto. Reciclar é a última etapa da política dos 3R's, não sendo possível a reutilização de um produto, a reciclagem é a melhor providência a ser tomada. Consiste na transformação dos resíduos em novos produtos ou matérias-primas. Após as conferências, as preocupações ambientais por poluição deixaram de ser o foco e sim começar o processo de prevenção através de soluções técnicas (COLLAÇO, 2008).

2.2 EDIFICAÇÕES SUSTENTÁVEIS

Segundo Pereira (2013), o conceito das edificações sustentáveis é um sistema focado em preservar os recursos naturais para as gerações futuras. Utilizam soluções inteligentes que promovem a redução de resíduos gerados, também utilizam de forma econômica e eficiente a água e energia. Vale ressaltar que edificações sustentáveis, muitas vezes representam um alto investimento inicial, mas que ao longo da vida útil da edificação vai sendo minimizado, com ganhos de eficiência energética, uso racional de água e durabilidade da edificação.

A sustentabilidade nas edificações, além de contribuir para a redução do impacto ao meio ambiente, apresenta-se como uma das perspectivas para a promoção do bem-estar social e aumento da produtividade dos usuários (LAMBERTS, et al, 2006).

Segundo Araújo (2006), os pontos que regem a edificação sustentável são:

- Gestão da obra: estudar o impacto ambiental, analisar o ciclo de vida dos materiais usados, gestão de resíduos, controlar consumo de energia para manutenção e reforma;
- Aproveitamento dos recursos naturais: Aproveitar a iluminação natural, conforto térmico e acústico;
- Qualidade do ar e do ambiente interior: criação de um ambiente saudável isento de poluentes com uso de materiais bio compatíveis, naturais, que não liberem substâncias voláteis;
- Conforto termo acústico: Utilizar tecnologias eco inteligentes para regular a temperatura e o som visando ao conforto do ser humano;
- Gestão de resíduos gerados: Criar uma área especial para coleta seletiva do lixo e destinação de reciclagem;
- Eficiência energética: racionalização no uso da energia pública e se possível aproveitar as fontes de energia renováveis (eólica e solar).
- Gestão e economia da água: Aplicação de tecnologias que permitam a redução do consumo de água e aproveitamento da água da chuva.
- Redução no uso de: materiais que vão contra a construção sustentável, como PVC, amianto, chumbo, alumínio, entre outros.

Keeler e Bruke (2010) afirmam que os custos acumulados em edificação com estratégias de consumo eficiente de energia e com receitas geradas com a venda de energia são significativamente mais baixos.

2.3 REAPROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS E ÁGUAS CINZAS

2.3.1 ÁGUAS PLUVIAIS

O aproveitamento de água chuva já existe desde a antiguidade. Estudos revelam que a utilização da água da chuva pelo homem acontece a milhares de anos (JAQUES, 2005). Nada mais é do que a captação deste recurso em uma superfície, e direcionando-a para reservatórios de armazenamento para posterior utilização para fins não potáveis (MARTINS, 2013).

Ainda em relação a Martins (2013), para captar as águas pluviais um sistema de captação precisa ser instalado no telhado do edifício, de onde são direcionados para reservatórios de armazenamento para utilizar para fins não potáveis. Com o armazenamento desta água, além da vantagem econômica, essa prática ajuda a combater e diminuir as enchentes da cidade, devido à grande parte da água da chuva deixar de escoar para os sistemas de drenagem públicos, sendo assim, amortecendo impactos.

Segundo Tomaz (2010) os principais motivadores que levam à escolha de utilizar água de chuva são:

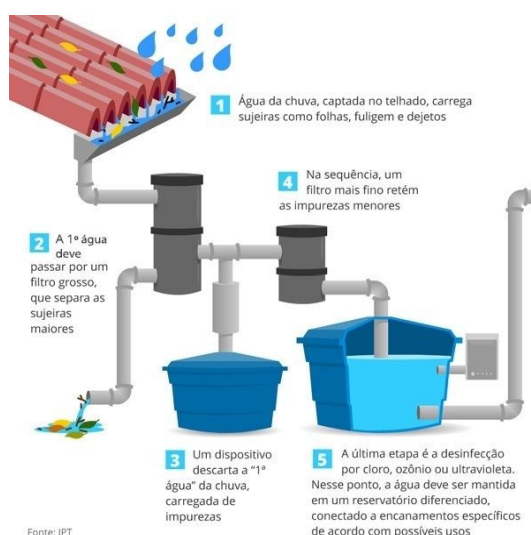
- Conscientização e sensibilidade da necessidade da conservação da água de chuva;
- Região com disponibilidade hídrica menor que 1200 m³/habitante x ano;
- Elevadas tarifas de água das concessionárias públicas;
- Retorno dos investimentos (pay back) muito rápido;
- Instabilidade do fornecimento de água pública;
- Exigência de lei específica;
- Locais onde a estiagem é maior que 5 meses;
- Locais ou regiões onde o índice de aridez seja menor ou igual a 0,50.

Há diversos métodos para captação de águas pluviais, tanto para regiões rurais como para regiões urbanizadas. Genericamente, os sistemas de captação de águas pluviais necessitam dos seguintes elementos essenciais (BERTOLO, 2006):

- Superfície de captação;
- Elementos de condução (tubulações);
- Dispositivos de primeira lavagem e tratamento;
- Reservatório de armazenamento.

Segundo May (2004), o sistema de captação de águas pluviais possui o seguinte funcionamento: primeiro a água é coletada por áreas impermeáveis, e em seguida, é filtrada e armazenada em reservatórios como exemplifica a figura 1.

Figura 1- Exemplo de sistema de captação



Fonte: IPT

Segundo Diniz (2013) para cada utilização dos condôminos a água deve ter uma qualidade distinta, que varia de acordo com o nível de poluição do ar e com as condições de limpeza da área de coleta. A tabela a seguir identifica se há necessidade de tratamento para cada fim de utilização.

Na tabela 1 e 2, Tomaz (2015) informa as taxas de consumo de água mais usadas na prática. Já a tabela 3 informa se há necessidade de tratamento para cada uso listado.

Tabela 1- Parâmetros de engenharia estimativa da demanda residencial de água potável para uso externo.

USO EXTERNO	UNIDADES	VALORES
Casas com piscina	Porcentagem	0,1
Gramado ou jardim	Litros/dia/m ²	2,0
Lavagem de carros	Litros/Lavagem/carro	150,0
Lavagem carros: frequência	Lavagem/Mês	4,0
Mangueira de jardim ½ x20m	Litros/dia	50,0
Manutenção de piscina	Litros/dia/m ²	3,0
Perdas para evaporação de piscinas	Litros/dias/m ²	5,75
Reenchimento de piscinas	Anos	10
Tamanho da casa	M ²	30,0 a 450,0
Tamanho do lote	M ²	125,0 a 750,0

Fonte: Tomaz, 2015 (adaptado pelo autor, 2020).

Tabela 2 - Taxa de consumo de água.

Descargas em bacias sanitárias	9,0 L/descarga
Rega de jardim comum	2 L/m ² xdias
Rega de jardim tipo campo de golfe	4 L/m ² xdia
Limpeza de pátios comuns	2 Lm ² xdia

Fonte: Tomaz, 2015 (adaptado pelo autor, 2020)

Tabela 3 - Necessidade de tratamento em relação à utilização das águas pluviais

USO DE AGUA PLUVIAL	NECESSIDADE DE TRATAMENTO
Rega de jardim	Não é necessário.
Irrigadores, combate a incêndio, ar condicionado.	É necessário para manter os equipamentos em boas condições.
Fontes de lagoas, banheiros, lavação de roupas e carros.	É necessário, pois a água entra em contato com o corpo humano.
Piscina/Banho, para beber e para cozinhar.	A desinfecção é necessária, pois a água é ingerida direta ou indiretamente.

Fonte: JABUR et al apud DINIZ, 2013 (adaptado pelo autor, 2020).

A tabela 4 a seguir apresenta o nível de pureza da água referente ao local onde foi coletada.

Tabela 4 - Grau de pureza relacionado à área de coleta indicando sua utilização

GRAU DE PUREZA	ÁREA DE COLETA DAS ÁGUAS PLUVIAIS	UTILIZAÇÃO DAS ÁGUAS PLUVIAIS
A	Telhado (locais não utilizados por pessoas ou animais)	Vaso sanitário, regar plantas e se purificadas, são potáveis para consumo.
B	Telhado (locais utilizados por pessoas e animais).	Vaso sanitário, regar plantas, outros usos, mas impróprias para consumo.
C	Jardins artificiais, estacionamentos.	Vaso sanitário, regar plantas, outros usos, mas impróprias para o consumo.
D	Estradas, estradas elevadas (viadutos, ferrovias e rodovias).	Vaso sanitário, regar plantas, outros usos, mas impróprias para o consumo.

Fonte: FENDRICH e OLUYNIK, 2002 apud DINIZ, 2013, (adaptado pelo autor, 2020)

2.3.1.1 Área de captação

A área de captação é geralmente o telhado da habitação, devendo ser inclinado, levemente inclinado ou plano. Existe vários tipos de materiais que podem compor um telhado como por exemplo as telhas cerâmicas, telhas de fibrocimento, telhas de zinco, telhas de ferro galvanizado. (TOMAZ, 2003).

O tipo do revestimento interfere diretamente na quantidade de água a aproveitar, devido ao seu índice de absorção de água, por este motivo o aconselhável é adotar revestimentos com Coeficiente de *Runoff* (C) mais elevado, com o objetivo de minimizar as perdas (SACADURA, 2011). De acordo com Tomaz (2003), de 10% a 33% do volume precipitado são as perdas que devem ser consideradas para efeito de cálculo, e os coeficientes para cada tipo de material foi demonstrado na tabela 5 a seguir.

Tabela 5 - Coeficientes de Runoff

Material	Coeficiente de Runoff (C)
Telha cerâmica	0,80 – 0,90
Telha esmaltada	0,90 – 0,95
Telha corrugada de metal	0,80 – 0,90
Cimento, amianto	0,80 – 0,90
Plástico, PVC	0,90 – 0,95

Fonte: Oliveira (2008) e Tomaz (2003) (adaptado pelo autor, 2020).

Ruskin (2001b), afirma que alguns fatores alteram o coeficiente de escoamento, entre eles, a declividade do telhado, o grau de impermeabilização e a porosidade da superfície coletora. O autor recomenda a utilização de 0,85 como um bom valor para o cálculo.

Para o cálculo da área de contribuição do telhado (figura 2) foi utilizado a seguinte expressão (NBR 10844:19890):

$$A_{telhado} = \left(a + \frac{h}{2} \right) \times b \quad (1)$$

Onde:

$A_{telhado}$ = área de contribuição do telhado (m^2);

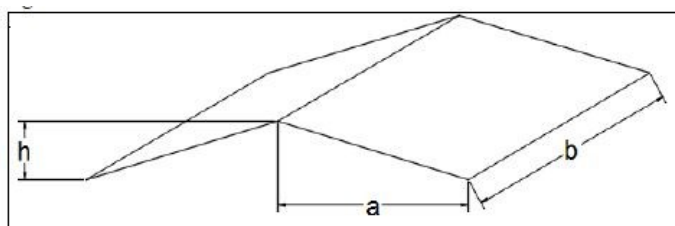
a = é o comprimento na direção da inclinação do telhado (m);

b = é o comprimento perpendicular a inclinação do telhado (m)

h = altura do telhado (m).

Esta fórmula é utilizada para superfícies inclinadas como mostra a figura X

Figura 2 - Cobertura inclinada.



Fonte: (NBR 10844/1989).

Além da área do telhado, também existe para o edifício em questão, a área de contribuição da platibanda, e deve ser calculada com a seguinte expressão:

$$A_{platibanda} = \frac{a_1 \times b_1}{2} \times b \quad (2)$$

Onde:

$A_{platibanda}$ = área da platibanda (m^2);

a_1 = altura da platibanda (m);

b_1 = comprimento da platibanda (m).

2.3.1.2 Demandas

A demanda de água de cada apartamento varia de acordo com o número de pessoas que consomem a água e também do destino final que a água coletada terá

no sistema coletor, conforme exemplifica a equação 3. Já a demanda diária e mensal do edifício é relacionada com a quantidade de apartamentos e com a quantidade de moradores em cada propriedade, conforme ilustra equação 4 e 5. Existem algumas possibilidades para aplicação da água reaproveitada, dentre elas para uso potável e não potável, ou até mesmo para pontos hidráulicos como pias e vasos. O cálculo da demanda é feito proporcionalmente relacionado com os pontos atendidos pelo sistema.

Já a estimativa populacional da edificação pode ser feita multiplicando a quantidade de moradores pela quantidade de apartamentos, como ilustra a equação 6.

$$D_{\text{apartamento}} = \left(\frac{\text{Litros por dia}}{\text{habitantes}} \right) \times (\text{Habitantes}) \quad (3)$$

$$\frac{D_{\text{total}}}{\text{dia}} = \left(\frac{\text{Litros}}{\text{dia}} \right) \times (\text{Apartamentos}) \quad (4)$$

$$\frac{D_{\text{total}}}{\text{mês}} = \left(\frac{\text{Litros}}{\text{dias}} \right) \times (\text{Dias}) \quad (5)$$

$$Q = \text{Hab} \times \text{Apartamentos} \quad (6)$$

Para ser calculado a demanda necessária para irrigação e limpeza é necessário saber a área total a ser regada ou executado a limpeza, a quantidade total da execução no mês e por fim, a quantidade em litros necessária para cada metro quadrado, conforme ilustrado na equação 7.

$$D_{\text{regar e limpeza}} = (m^2) \times \left(\frac{\text{Vezes}}{\text{mês}} \right) \times \left(\frac{\frac{\text{Litros}}{\text{dia}}}{m^2} \right) \quad (7)$$

Para obter o volume de água da chuva a ser reaproveitada é necessário coletar os dados de precipitações médias em milímetros de cada mês do ano, somando o valor mensal e realizando a média anual ilustrada na fórmula 8 a seguir.

$$P = \frac{\sum (Mês/ano)}{12} \quad (8)$$

A partir do consumo diário, é determinado o volume mínimo do reservatório, com objetivo de suprir a demanda dos dias sem chuva, ou seja, no momento em que o sistema não está sendo reabastecido.

2.3.1.3 Reservatórios

Um dos componentes mais importantes de um sistema de aproveitamento de água pluvial é o reservatório, o qual deve ser dimensionado, tendo principalmente como base, os seguintes critérios: custos totais de implantação, demanda de água, áreas de captação, regime pluviométrico e confiabilidade requerida para o sistema. Ressalta-se que, a distribuição temporal anual das chuvas é uma importante variável a ser considerada no dimensionamento do reservatório (Casa eficiente, 2007).

Segundo Tomaz (2003), os reservatórios podem ser apoiados, elevados ou enterrados, além disso, podem variar também em relação ao tipo de material, que podem ser de concreto armado, alvenaria ou plásticos. Ainda de acordo com Tomaz (2003), para que haja qualidade da água dentro do reservatório, são necessários alguns cuidados, mencionados abaixo:

- Impedir a entrada de luz solar no reservatório devido à proliferação de algas;
- Utilizar um reservatório que possua tampa de inspeção que se mantenha hermeticamente fechada;
- Utilizar um extravasor com grade, a fim de evitar a entrada de pequenos animais no reservatório;
- Fazer a limpeza anual do reservatório, removendo a lama depositada no fundo.

Geralmente o reservatório representa de 50% a 85% do valor total do sistema, sendo este muitas vezes o responsável pela viabilidade ou não do projeto (DIOGO, 2013). O Texas Water Development Board (1997), aconselha que o reservatório fique próximo das calhas e dos pontos de consumo, e também procurar uma posição com sombra a fim de evitar condições desfavoráveis e favorecer o crescimento de bactérias e algas, pela ação do sol sobre o reservatório.

Segundo a NBR 15527:2007, o volume dos reservatórios precisa ser calculado com foco nos critérios técnicos econômicos e ambientais. A obtenção deste volume se dá através da seguinte fórmula 9:

$$V = P \times A \times C \times \eta \text{ fator de captação} \quad (9)$$

V – É 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;

C – É o coeficiente de escoamento superficial da cobertura;

η fator de captação – É a eficiência do sistema de captação, levando em conta o dispositivo de descarte de sólidos e desvio de escoamento inicial.

Segundo Tomaz (2010) pode se dizer que “ η ” fator de captação é referente a perda da água por evaporação, vazamentos e ou lavagem do telhado. O Método Prático Australiano para dimensionamento de reservatório de água de chuva recomenda adotar o coeficiente de aproveitamento de escoamento superficial igual a 0,8.

Conforme Kobiyanna e Hansen (2002), o dimensionamento das calhas e das tubulações se faz da mesma forma que para os sistemas hidráulicos convencionais.

2.3.1.4 Tratamento

De acordo com ALVES; ZANELLA; SANTOS (2008) é necessário fazer o tratamento da água coletada nas coberturas, pois o material carregado pelas águas de chuva apresenta materiais como gravetos, sementes, folhas, fezes de animais e também microrganismos patogênicos.

Um tratamento é geralmente composto pelas seguintes etapas:

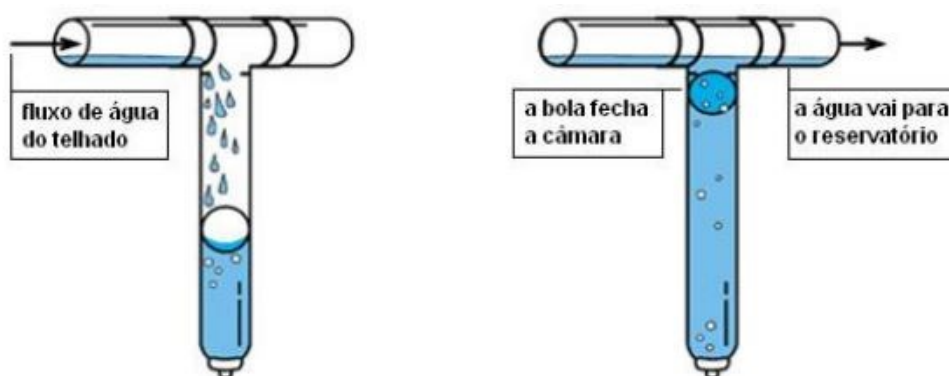
- Filtragem de materiais grosseiros;
- Descarte das primeiras águas;
- Filtragem de material fino particulado;
- Desinfecção.

A filtragem ou filtração dos materiais grosseiros geralmente é realizada através de telas metálicas com aberturas de 0,2 a 0,6mm, as quais são fixadas nas calhas. As telas, grades ou peneiras retêm o material grosseiro e deixam passar a água juntamente com materiais finos particulados. (TOMAZ, 2005; ALVES; ZANELLA; SANTOS, 2008).

O descarte das primeiras águas, ou bypass, é feito através de um dispositivo que impede que as águas carregadas iniciais cheguem até o reservatório. Conforme TOMAZ (2005), a remoção da primeira chuva pode acontecer manualmente, através do desvio das tubulações do reservatório ou automaticamente, por meio de dispositivos de autolimpeza que não necessitam de operação humana.

A NBR15527:2007 indica como opção a instalação de um dispositivo para descarte das primeiras águas, mas recomenda que, quando utilizado, o dispositivo seja automático (ABNT, 2007).

Figura 3 - Sistema de descarte das primeiras águas.



Fonte: Water Tanks Pumps And Irrigation (2012), adaptado pelo autor (2020).

Na figura 3, o primeiro fluxo de água contaminada é desviado para a câmara inferior, conforme a tubulação enche a bola fecha a câmara, evitando com que os resíduos tragos sejam levados ao reservatório.

2.3.1.5 Manutenção

Segundo a NBR 15527:2007, devem ocorrer manutenções em todo sistema de aproveitamento de água de acordo com o tempo descrito na tabela 6 abaixo.

Tabela 6 - Sistema de manutenção.

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

Fonte: NBR 15527:2007 (adaptado pelo autor, 2020).

2.3.2 ÁGUAS CINZAS

De acordo com May (2009), o reaproveitamento das águas cinzas para fins não potáveis representam um alto potencial quando segue todos os procedimentos de tratamento. As águas cinzas são coletadas em grandes vazões devido ao uso de água potável do edifício, levando em consideração que as águas pluviais dependem do volume produzido diretamente ligado a índices pluviométricos da região.

De acordo com Alves et al. (2009 apud MAY, 2009), o reaproveitamento representa um sistema econômico atrativo para condomínios de grande porte, comparado com águas pluviais. Segundo o Manual da FIESP (2005), as águas cinzas tratadas podem ser empregadas na irrigação de jardins, lavagem de pisos e veículos, descargas sanitárias, refrigeração e sistema de ar condicionado. E não devem apresentar as seguintes características: mau cheiro, agredir as plantas, abrasividade, manchar superfícies e propiciar infecções.

Alguns cuidados básicos merecem destaque a respeito do sistema de reuso, são eles:

- As tubulações hidráulicas de reuso devem ser totalmente independentes do sistema de água potável.
- Todos os acessos aos pontos de água de reuso devem ser restritos e com devida identificação;

- Funcionários que trabalhareem em atividades do sistema de reuso devem receber treinamento;
- Os reservatórios de armazenamento devem ser específicos.

De acordo com May (2009), o sistema para tratamento de efluentes constitui em:

- Coletores: Condutores verticais e horizontais que permitem o transporte da água do chuveiro, lavatório e máquina de lavar até o reservatório;
- Armazenamento: Reservatórios que tem como objetivo armazenar o as águas cinzas vindas dos coletores;
- Tratamento: Depende da qualidade da água coletada e sua finalidade de uso.

O Manual da FIESP (2005) classifica na tabela 7 os processos de tratamento mais adequados para o reuso.

Tabela 7- Descrição dos tipos de tratamento para reuso de água e esgoto recuperado.

PROCESSO	DESCRIÇÃO	APLICAÇÃO
SEPARAÇÃO LÍQUIDO/SOLIDO		
Sedimentação	Sedimentação por gravidade de substância particulada, flocos químicos e precipitação.	Remove partículas suspensas. Tipicamente usado como tratamento primário e depois do processo biológico secundário
Filtração	Remove partículas através da passagem de água por areia ou por outro meio poroso	Remoção das partículas suspensas. Tipicamente usados depois da sedimentação (tratamento convencional) ou seguido de coagulação/Floculação.

(Continua)

(Continuação)

PROCESSO	DESCRIÇÃO	APLICAÇÃO
TRATAMENTO BIOLÓGICO		
Tratamento aeróbio biológico	Metabolismo biológico do esgoto através de microrganismos e abacia de aeração ou processo de biofilme	Remoção de matéria orgânica suspensa e dissolvida no esgoto
Desinfecção	Inativação de organismos patogênicos usando químicos oxidantes, raios ultravioletas, químicos corrosivos, calor ou processos de separação física (membranas)	Proteção da saúde pública através da remoção de organismos patogênicos
TRATAMENTO AVANÇADO		
Coagulação floculação química	Uso de sais de ferro ou alumínio, polieletrólise e/ou ozônio para promover desestabilização das partículas coloides do esgoto recuperado e precipitação de fosforo.	Formação de fósforos precipitados e floculação de partículas para remoção através de sedimentação e filtração.
Tratamento com cal	Precipita cátions e metais de solução	Usado para reduzir escala formando potencial de água, precipitação de fosforo e modificação de PH.
Filtração de membrana	Microfiltração, nano filtração e ultra filtração	Remoção de partículas e microrganismos da água
Osmose reversa	Sistema de membrana para separar íons de solução baseados no diferencial da pressão osmótica reversa	Remoção de sais dissolvidos e minerais de solução; é também eficiente na remoção de partículas

Fonte: Manual da FIESP, 2005 (adaptado pelo autor, 2020).

2.4 DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES

2.4.1 Instalações hidros sanitárias

Segundo Vimieiro e Padua (2005), a aplicação de equipamentos com procedimentos economizadores de água tem sido muito usada ultimamente nas obras. Tendo como seu maior benefício não apenas o caráter ambiental, mas também por apresentar uma economia significativa economicamente em relação a água e também a energia elétrica. Estudos comprovam que no banheiro ocorre o maior consumo de água para fins de higiene pessoal, entre 65% e 75% do total da água utilizada na residência. Alguns dos equipamentos ilustrados na figura 4 para economizar são:

- Torneiras com sensor ou fechamento automático;
- Mictórios com sensor ou fechamento automático;
- Válvulas de descarga e caixa acoplada com vazão regulável.

Figura 4 - Ilustração dos dispositivos mais usuais.



Fonte: Fabricante Docol (adaptado pelo autor, 2020)

2.4.2 Instalações elétricas

O alto custo com energia elétrica vem fazendo com que os projetistas e arquitetos busquem alternativas para realizar um projeto economicamente mais viável e consequentemente, sustentável. Uma simples alternativa é a utilização das lâmpadas de LED (Light Emitting Diode) ilustrado na figura 5, das quais são capazes de realizar uma grande economia de energia consumida. A energia consumida pela LED é revertida em iluminação e não em calor como as lâmpadas incandescentes, fluorescentes e de halogêneo, diminuindo o desperdício de energia.

Figura 5 - Lâmpada LED



Fonte: Taschibra (adaptado pelo autor, 2020)

2.5 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA VIA SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

De acordo com Cometta (2008), energia solar é proveniente do sol e é considerada uma alternativa muito promissora em relação ao enfrentamento da expansão de oferta de energia com um impacto ambiental reduzido. A principal tecnologia são os sistemas fotovoltaicos, dos quais convertem luz solar em eletricidade através de painéis fotovoltaicos isolados ou integrados a rede da concessionária.

Segundo Machado e Miranda (2015) produzir eletricidade aproveitando da energia solar não é algo inovador. Em 1839, Edmond Becquerel, físico Frances, analisou que duas placas de latão imersas em um eletrólito líquido produziam eletricidade quando eram expostas a luz solar. Já em 1883, Charles Fritts, inventor americano, construiu uma bateria solar produzida com folhas de selênio com capacidade de produzir 1% de energia elétrica. Mesmo sendo considerado uma baixa produção, a invenção teve uma repercussão excelente pois as pessoas começaram a

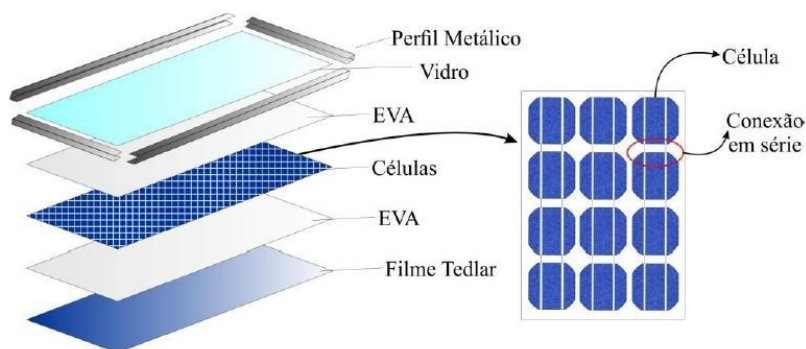
acreditar que se poderia gerar energia sem queimar combustíveis e gastar recursos naturais.

Ainda de acordo com Machado e Miranda (2015) a primeira célula solar foi desenvolvida em 1954 com eficiência de 6%. Mais à frente, em 1954 o jornal “The New York Times” publicou que as células fotovoltaicas de silício teriam chances de ser muito aproveitadas no futuro de aproveitamento de uma energia renovável ilimitada (Radiação solar), e de fato estavam corretos pois a quantidade de energia que o sistema solar oferece todos os dias é capaz de alimentar cerca de 10.000 vezes a mais da demanda energética diária que toda população do planeta terra precisa.

Um ponto importante do aproveitamento de energia solar via painéis fotovoltaicos é que ainda é um sistema com custo alto. De acordo com dados do CRESESB, o retorno financeiro se dá entre 6 a 10 anos, o que não pode ser considerado uma má notícia, devido ao fato dos módulos fotovoltaicos (dispositivo mais caro do sistema) atualmente possui garantia de 25 anos. Já uma desvantagem é que o sistema não produz energia durante o período da noite, no entanto, em dias chuvosos ou com alta nebulosidade ocorre a produção de eletricidade, porém menor que em um dia com bastante incidência de raios solares.

Segundo Scherer, Sessegolo, Barcarolo e Edler (2015) a geração de eletricidade ocorre no momento em que a luz solar é absorvida pela célula fotovoltaica (figura 6) através de seus fótons. A energia dos fótons da luz é transferida para os elétrons que ganham a capacidade de se locomover gerando corrente elétrica. Existem dois sistemas fotovoltaicos: Sistemas isolados (figura 7) e Sistemas conectados à rede (figura 8).

Figura 6 - Esquema do modulo fotovoltaico.



Fonte: Machado e Miranda (2015).

Figura 7 - Sistema isolado (Offtie).



Fonte: Togawa Engenharia, 2020.

Figura 8 - Sistema conectado à rede (Grid-tie)



Fonte: Togawa Engenharia, 2020.

Ainda de acordo com Scherer, Sessegolo, Barcarolo, Edler (2015), os sistemas isolados (figura 7) são utilizados onde o custo da conexão com a rede elétrica é alto, normalmente utilizados em casas de campo, refúgios, etc. Já os sistemas conectados à rede (figura 8), geram créditos mediante a produção de energia gerada pelo sistema fotovoltaico.

Segundo Togawa Engenharia (2020), os principais dispositivos do sistema conectado à rede são semelhantes ao do sistema isolado, dos quais são: painel fotovoltaico, inversor cc (corrente contínua) – ca (corrente alternada), painel elétrico e relógio bidirecional, exceto pelas baterias e controladores de carga necessários apenas no sistema isolado.

2.5.1 Potência necessária

Segundo Marinoski, Salamoni e Ruther (2004), primeiramente é necessário qual a área com melhor incidência de luz solar para instalação dos painéis solares, descontando as sombras devido a regiões sombreadas reduzirem a capacidade de geração de energia. O próximo passo é coletar os dados de consumo médio diário e mensal em Kwh durante um ano. Posteriormente é necessário identificar o ganho médio total de radiação durante o dia para a cidade em questão, podendo ser fornecido pelo programa “Radiosol 2.1” ou pelo site da “Cresesb” e em seguida aplicar na equação 10 a seguir.

$$Kwnecessário = \frac{Media\ diária\ (kWh)}{Media\ diária\ (h)} \quad (10)$$

Deste modo, a partir da potência média necessária é possível calcular a área total a ser ocupada pelos painéis definindo qual modelo de equipamento adotado para identificar a porcentagem de eficiência, para através da divisão das mesmas ser encontrado a área resultante, ilustrado na equação 11.

$$N^{\circ}\ Placas = \frac{Kwnecessário}{Potencia\ do\ painel} \quad (11)$$

2.6 GESTÃO DE RESÍDUOS

2.6.1 Resíduos Provenientes da Construção

Barreto (2005) afirma que existe vários conteúdos relacionados a resíduos de construção e demolições, porém a exibida na Resolução n° 307 do CONAMA se torna a mais completa:

Resíduos da construção civil: são os resíduos provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica, etc. (RESOLUÇÃO n.º 307 do CONAMA, s/p).

De acordo com Costa (2010), a ausência de administração adequada para os resíduos da construção e demolição acarreta problemas maiores, sendo que diversas vezes eles são disparados em terrenos, em estradas, rios, e quando jogados em lixões e aterros, pela alta quantidade, acabam saturando rapidamente a capacidade do local.

Sperb (2000) afirma que devido a necessidade de preservar os recursos naturais é importante a reciclagem e reutilização dos materiais utilizados em obras da construção civil, assim como a necessidade de administrar os resíduos. Sperb também aponta que a reciclagem se refere em um novo procedimento do material enquanto a reutilização tem como base somente a nova utilização do material, sem abranger qualquer processamento.

Na tabela 8 são exemplificados qual deve ser o destino para cada classificação do resíduo gerado pelas construções e demolições conforme a resolução n° 307 do Conama.

Tabela 8 - Classificação e destino dos resíduos oriundos de construções e demolições conforme a resolução n° 307 do CONAMA.

CLASSIFICAÇÃO	DESTINO
CLASSE A - Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregado: 1) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplenagem. 2) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas placas de revestimento, Etc.) argamassa e concreto: de processo de fabricação ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fio entre outros) produzidas no canteiro de obras	Deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a área de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura
CLASSE B - Resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plástico, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros	Deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo disposto de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.
CLASSE C - Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como produtos oriundos de gesso	Deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.
CLASSE D - Resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolição, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.	Deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

Fonte: (CONAMA, 2002) (adaptado pelo autor, 2020)

Já em relação aos fatores que favorecem o aumento de resíduos no setor da construção civil, segundo Barreto (2005) entre eles estão:

- Falta de definição e detalhamento, nos projetos arquitetônicos, estruturais, instalações entre outros,
- Péssima qualidade dos materiais e componentes de construção;
- Ausência de Mão-de-obra qualificada;
- Falta de técnicas operacionais de controle de execução de inspeção.

2.6.2 Resíduos Provenientes do Uso e manutenção da Edificação

Lima (2006) afirma que aproximadamente 100 mil toneladas de lixo por dia são produzidas pelo Brasil, sendo reciclado menos de 5% do lixo urbano e do resto jogado nos lixos, podendo ser reciclado ou reutilizado uma quantidade de 35% e outros 35% podendo ser transformado em adubo orgânico.

Segundo Vaz e Cabral (2006), a coleta seletiva e a reciclagem de resíduos são uma solução indispensável. Um dos caminhos para a segregação dos materiais recicláveis é a coleta seletiva, que consiste na separação de papéis, plásticos, metais e vidros na fonte geradora, ilustrado na figura 9. (AMAZONAS, 1992).

Para implantar um programa de coleta seletiva e preciso ter bastante dedicação e empenho. Todo projeto é compreendido em, pelo menos, três etapas: o planejamento, a implantação e a manutenção. E para que a coleta funcione num condomínio, o programa nunca pode ser desenvolvido por apenas uma pessoa (LIMA, 2006).

Figura 9 - Modelo de separação.



Fonte: Hatsi Correa Galvão, 2018.

2.6.3 Compostagem

Segundo Reis (2006), os resíduos originados das residências familiares contêm em média 67% de restos de alimentos, 19,8% de papeis, 6,5% de plásticos, 3% de vidros e 3,7% de metais. Os restos de alimentos, em conjunto com todo o material sólido de origem orgânica, são conhecidos como resíduos sólidos orgânicos domiciliares. De acordo com Teixeira (2004), a compostagem é um processo natural de decomposição da matéria orgânica de origem animal ou vegetal. Processo biológico que mistura restos de alimentos, frutos, folhas, dentre outros e obtém-se, no final do processo, um adubo orgânico, de cor escura, estável, solto e pronto para ser usado em qualquer cultivo proporcionando uma melhoria nas propriedades físicas químicas e biológicas do solo.

Na escolha do local a ser conduzida a compostagem deverão ser considerados os seguintes aspectos: facilidade de acesso, ocorrência de sol e sombra, proteção contra o vento, e solo que permita a infiltração da água das chuvas. Se a composteira ficar demasiadamente exposta ao sol, os resíduos orgânicos poderão secar excessivamente, além de poder prejudicar os microrganismos que atuam no processo de compostagem, onde grande parte não sobrevive sob temperaturas superiores a 70 °C. Por outro lado, se a composteira ficar excessivamente à sombra, o resíduo tenderá a ficar muito úmido, o que também não é desejável. (SOUZA et al., 2001).

Segundo Sartori, existem inúmeras vantagens o uso da compostagem, das quais serão listadas a seguir: aumento da saúde do solo; redução da erosão; redução de doença de plantas; ativação da vida do solo; economias em tratamento de efluentes; redução de odor.

2.7 BICICLETÁRIO

De acordo com o Ugreen (2018), com a alta demanda de carros em circulação a poluição vem obrigando a população a encontrar alternativas sustentáveis para diminuir o nível de emissão de gases e também vincular a tarefas diárias ao estilo de vida. Focando em atender essas necessidades, o uso de bicicletas voltou a rotina do brasileiro, onde vem substituindo os carros e aliviando o fluxo de transportes coletivos, favorecendo a mobilidade sustentável. A mobilidade sustentável garante um

ecossistema mais saudável e isento de grandes quantidades de poluição, consequentemente, proporciona uma melhora na saúde dos moradores.

De acordo com a Ucb (2017) há várias razões para que um condomínio queira implementar um estacionamento de bicicletas, pois contribui e promove a mobilidade urbana por bicicleta, demonstra o respeito dos empresários e do gestor público pelos ciclistas e pelo meio ambiente, possui baixo custo e alta eficiência. Segundo a Associação Transporte Ativo (2009), o momento da aprovação do projeto as precauções de segurança citadas abaixo devem ser seguidas:

- Sempre deixar livre a passagem de pedestres
- Prever o risco do ciclista ao manejar a bicicleta para trancar o cadeado;
- Instalar suporte de modo que mantenha as bicicletas estáveis
- Preservar a visibilidade;
- Permitir a abertura de portas de carros, quando o bicicletário estiver em estacionamento ou próximo ao meio-fio.

Ainda segundo a Ucb (2017), um bicicletário adequado é um local preferencialmente delimitado com uma estrutura para apoiar as bicicletas com formato universal (podendo ser usado por qualquer modelo de bicicleta). Esse local deve ser visível. O estacionamento deve estar localizado em área que ofereça menor esforço aos moradores, segurança, comodidade e com quantidade suficiente para a demanda do condômino.

2.8 CERTIFICAÇÕES DE SUSTENTABILIDADE

Segundo Abascal e Santos (2012), as certificações são aplicadas em diferentes países e tem como objetivo analisar o projeto, a construção e a manutenção dos empreendimentos, sempre mantendo o foco exclusivamente na dimensão ambiental da sustentabilidade. Além de que, todos edifícios que desejam atingir o qualificativo de sustentável pelas certificações devem estar atentos com a interação com o meio ambiente externo.

Entende-se por certificação “o processo realizado por uma entidade externa e independente, acreditada ou detentora de marca que possa emitir um documento onde se verifica a conformidade de um produto, processo ou serviço, com o referencial e normas existentes, para a área em questão” (Espírito Santo, 2010, p.33).

John (2008) afirma que certificações e selos são negócios, fazem parte do mercado e as organizações vendem este serviço, que, em tese, identifica produtos que apresentam características sustentáveis e que se diferenciam dos concorrentes, facilitando na hora da escolha para clientes leigos no assunto.

De acordo com Silva (2006), o tema sustentabilidade é amplamente debatido e possui forte Influência na escolha de um imóvel, visto que os clientes preferem produtos mais eficientes e ecológicos. Nesse contexto as certificações ambientais surgem como uma forma de validar esses preceitos e garantir que os requisitos básicos de desenvolvimento sustentável sejam respeitados.

2.8.1 Histórico

Segundo Motta (2011) os sistemas de avaliação ambiental de edifícios tiveram início na Europa, mais propriamente no Reino Unido, com o BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), continuando posteriormente pelos países da América, como é o caso do LEED (Leadership in Energy & Environmental Design), desenvolvido pelos Estados Unidos. Hoje em dia outros países do mundo criaram também o seu próprio sistema de avaliação.

Segundo Ebert e Hauser (2011) existem em todo mundo mais de 600 métodos para assegurar a qualidade dos edifícios em termos de sustentabilidade. Entretanto, os mais importantes reconhecidos internacionalmente estão listados abaixo de acordo com cada país:

- Austrália: NABERS, Green Star
- Bélgica: BREEAM Belga
- Brasil: LEED, AQUA e BREEAM
- China: GBAS, Three Star, HK-BEAM (Hong Kong)
- Alemanha: DGNB, BNB, TÜV Süd SCoRE
- Finlândia: Promise
- França: HQE, Escale; BREEAM Francês
- Reino Unido: BREEAM
- Hong Kong: HK-BREEAM
- Índia: LEED, TGBRS Índia

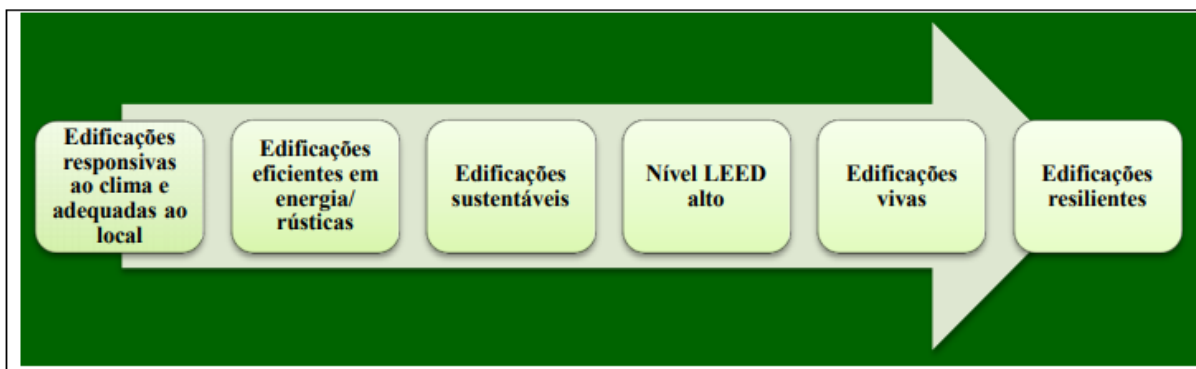
- Itália: Protocolo Itaca
- Japão: CASBEE
- Canadá: LEED, Green Globes (Green Leaf)
- México: LEED, SICES
- Holanda: BREEAM Holandês
- Nova Zelândia: Green Star NZ

2.8.2 Conceito

Valente (2009) afirma que as certificações ambientais servem para avaliar o desempenho sustentável da construção e o funcionamento dos edifícios, fornecendo aos especialistas os dados sobre as práticas analisadas, como o uso e reaproveitamento correto da água, qualidade do ambiente, sua localização, entre outras.

Segundo Silva (2003), é importante não apenas construir de maneira sustentável, mas também comprovar que a obra de fato está de acordo os princípios da sustentabilidade. Isso se torna uma garantia para o cliente e investidor, propagando credibilidade ao mercado associando a publicidade com os novos investimentos.

Figura 10 - O progresso das edificações sustentáveis.



Fonte: KEELER; BRUKE, 2010, p. 256.

Keeler e Bruke (2010) explicam, pela figura 10 acima, que a evolução da sustentabilidade das construções representa uma mudança fundamental em termos de pensamento e tem início no projeto e na construção de edificações adaptadas ao clima e ao local. Após isso, as edificações são capazes de limpar a água consumida

e produzir energia de forma sustentável. Os autores explicam que as edificações vão além do sistema de avaliação para certificação e transformam o projeto integrado em uma exigência essencial. E então evoluem para edificações saudáveis e vivas que promovem e utilizam sistemas com pegadas ecológicas entre mínimas e nulas. A junção dos sistemas mais eficazes e o menor impacto na utilização de sistemas regenerativos, como componentes solares e turbinas eólicas integrados à edificação avançam para o conceito de edificações resilientes.

De acordo com Silva (2013) os indicadores de sustentabilidade servem para desenvolver padrões de referência para avaliação de desempenho, monitoramento do progresso em direção a sustentabilidade, facilitar comunicação com os clientes interessados na sustentabilidade e apresentar relatos de sustentabilidade.

Para Vieira, Lima e Barros (2008), um indicador de sustentabilidade pode ser entendido como uma ferramenta quantitativa ou qualitativa, que mede e comunica o avanço em direção ao uso e gerenciamento sustentável dos recursos econômicos, sociais e ambientais, e ao mesmo tempo permite análise de mudanças, como, por exemplo, alerta para os níveis de escassez de recursos naturais ou bem-estar de uma determinada região ou nação.

2.9 CERTIFICAÇÕES ATUANTES NO BRASIL

As certificações ambientais no Brasil estão em um constante crescimento e aceitação da população. Há pessoas que encontram diversas dificuldades na hora de investir para obter uma certificação ambiental, enquanto há aquelas que procuram uma oportunidade de melhoria dos processos produtivos e conquistam uma edificação de valor a longo prazo. (LACERDA,2016).

Lacerda (2016) afirma que no Brasil contamos com mais de 100 empreendimentos com certificação, ficando em quarto no ranking mundial. (CAMINHA, 2011). Segundo Lacerda (2016), algumas certificações de construção sustentável recebem destaque no mercado, dentre elas:

- LEED
- AQUA-HQE
- SELO AZUL DA CAIXA

2.9.1 LEED

2.9.1.1 Conceito

Desenvolvido pela United States Green Building Council (USGBC) em 1998, LEED é um sistema de avaliação/certificação ambiental reconhecido internacionalmente, em funcionamento, atualmente, em 143 países. Possui oito tipos de certificação, cada qual para um uso específico (GBC Brasil, 2016). Conforme MACIEL (2010), LEED é uma certificação com procedimentos que orientam, padronizam, mensuram, classificam e certificam as construções sustentáveis, documentando cada tipo de edificação e integrando suas fases de projetos, construção e utilização. Os itens avaliados são:

- Eficiência de uso de água;
- Eficiência energética;
- Materiais e recursos;
- Qualidade ambiental interna;
- Inovação e processo.

De acordo com Salgado e Lemos (2005) tal certificação tem como objetivo melhorar o bem-estar dos moradores, obter um aumento no desempenho ambiental, retorno econômico para o edifício e adotar práticas sustentáveis e inovadoras. É apontada como a certificação mais conhecida e presente no mercado internacional (BATISTA JUNIOR; ROMANEL, 2013, apud SCHNEIDER, 2018).

De acordo com o site oficial da Ugreen (2019), as equipes da certificação LEED encontram estratégias sustentáveis obtendo as necessárias informações para saber o que precisa ser alcançado. O Brasil está em 4º do ranking, ficando atrás apenas para Índia, Canadá e China, de acordo com os dados divulgado pela GBC Brasil em 2018 ilustrados na tabela 9 seguir.

Tabela 9 - Ranking dos países com mais projetos LEED.

Ranking	País/Região	Nº de projetos	M² Brutos
1	China	1.494	68.83
2	Canadá	3.254	46.81
3	Índia	899	24.81
4	Brasil	531	16.74
5	Coreia do Sul	143	12.15
6	Turquia	337	10.90
7	Alemanha	327	8.47
8	México	370	8.41
9	Taiwan	144	7.30
10	Espanha	299	5.81

Fonte: GBC BRASIL, 2018 (Adaptado pelo autor,2020).

Segundo Campos e Santos (2014), o selo de certificação é emitido quando todos os pré-requisitos de adesão ao sistema e o grau de proteção ambiental são atendidos de modo satisfatório. O sistema de certificação LEED contém 7 dimensões a serem estudadas nas edificações. Todas possuem práticas obrigatórias, créditos e recomendações que, quando consideradas totalmente atendidas, confirma a pontuação para a edificação. “

Segundo o GBC Brasil, o processo de certificação é emitido pela internet, diretamente com o USGBC, localizado nos Estados Unidos. As cinco etapas para este processo são as seguintes:

1. A escolha da tipologia do projeto (Figura 11);
2. O registro pelo site LEED Online;
3. O envio dos templates pelo LEED Online;
4. A análise do material enviado por uma empresa auditora e;
5. Caso tudo esteja conforme, o recebimento do aviso positivando a certificação de acordo com a figura 12.

Figura 11 -: Etapas para a certificação LEED



Fonte: GBC Brasil (2017).

2.9.1.2 Sistemas de classificação

Segundo o USGBC (2018), o nível da certificação é definido, conforme a quantidade de pontos adquiridos, podendo variar de 40 pontos para obter a certificação mínima e 80 pontos para o nível platina. Dessa maneira, o selo possui quatro níveis, que são: certificado LEED, certificado Prata, certificado Ouro e certificado Platina, conforme exemplificado na figura 12. Cada classe dessa depende do somatório das pontuações adquiridas em cada critério estabelecido no checklist ilustrado no Apêndice A.

Figura 12 - Classificação de desempenho.



Fonte: USGBC (2018).

Ainda, de acordo com o USGBC Brasil, LEED é um sistema de pontuação dividida em diversas categorias, das quais são citadas abaixo e ilustradas na figura 11:

BD+C – (projeto e construção de edifícios)

Visa a construção de um edifício que considere a sustentabilidade. Aplicada na execução de novas obras.

ID+C – (design e Construção de Interiores)

Elaborada para atender a projetos destinados a ajustes internos nos comércios, lojas de varejo e hotéis;

O+M – (operação de manutenção de edifícios existentes)

Desenvolvida para atender projetos de reforma focando na melhoria das técnicas sustentáveis em edifícios, escolas, lojas de varejo, hotéis, galpões, etc.

ND – (desenvolvimento de bairro)

Integra os princípios de crescimento inteligente, urbanismo e construção sustentável para a projeto e construção de bairros, tornando os mais conectados e sustentáveis;

Figura 13 - Tipologias Leed no Brasil.



Fonte: GBC Brasil, 2018.

2.9.2 SELO AZUL DA CAIXA

O Selo Azul foi criado com o propósito de incentivar o uso racional de recursos naturais no ramo da construção civil para reduzir o custo de manutenção dos edifícios, diminuir os gastos mensais dos seus usuários e promover a conscientização dos investidores e moradores sobre as vantagens das edificações sustentáveis (SELO CASA AZUL, 2010). Segundo Triana e Ghisi (2013), os princípios que rodeiam este programa são os projetos bioclimáticos que procuram aumentar a interação entre o empreendimento e o seu entorno por meio do uso de estratégias sustentáveis, tornando os ambientes confortáveis com um consumo de energia reduzido e adequado as condições climáticas do local onde o projeto foi implantado.

Trata-se do primeiro sistema genuinamente nacional de classificação da sustentabilidade de projeto de construção civil oferecido no Brasil, desenvolvido para a realidade da construção civil do país. (JOHN e PRADO, 2010). Segundo a Caixa Econômica Federal (CEF), o Selo Casa azul busca reconhecer os projetos de edificações que comprovem suas atividades e hábitos para a diminuição dos impactos ambientais com critérios ligados as seguintes questões: Qualidade Urbana, Projeto e Conforto, Eficiência Energética, Conservação de Recursos Materiais, Gestão da Água, Práticas Sociais.

Segundo a gerente executiva Motta (2010), os objetivos do programa Selo Azul da Caixa são: incentivar o uso racional de recursos naturais na construção e operação dos empreendimentos habitacionais; reduzir o custo de manutenção dos edifícios e as despesas mensais de seus usuários; promover a conscientização de empreendedores e moradores sobre as vantagens das construções sustentáveis; reconhecer publicamente os empreendedores que adotarem práticas mais sustentáveis nos projetos e construções de empreendimentos habitacionais; oferecer orientações sobre construções mais sustentáveis para os proponentes de projetos habitacionais.

De acordo com Jhon e Prado (2010), o Selo Casa Azul tem 53 critérios de avaliação, sendo 19 critérios obrigatórios para aquisição do Selo Bronze. Os Cinquenta e três critérios são distribuídos em seis categorias que norteiam a classificação do projeto, conforme pode ser visto na figura 14 abaixo:

Figura 14 - Classificação do Selo Azul da Caixa.



Fonte: Motta (2010).

De acordo com Magani (2011), apesar de não ser uma exigência, a CAIXA recomenda uma escolha coerente entre os critérios de classificação: por exemplo, em um empreendimento em madeira, a preocupação na dosagem de concreto não se torna um fator tão importante no contexto. E recomenda a implementação de algum processo de gestão do empreendimento, como a NBR ISO 9001 ou o PBQP-H Nível A.

2.9.3 AQUA-HQE

O processo de certificação AQUA (Alta Qualidade Ambiental) é uma parceria entre a Fundação Vanzolini e o Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) - instituto francês que é referência mundial na construção civil (MACIEL, 2010). A Certificação AQUA ou Alta Qualidade Ambiental, de acordo com a FUNDAÇÃO VANZOLINI (2007), nada mais é que um sistema de certificação de sustentabilidade para a construção civil, da qual tem como base as avaliações de critérios de desempenho, que por meio de auditorias e avaliações presenciais demonstra o desempenho ambiental do empreendimento.

Segundo a fundação Vanzolini (2015d), para obter a certificação é necessário passar pelas auditorias e emissões dos certificados que precisam estar conforme os critérios dos referenciais de certificação, desta forma, é preciso estar em sintonia com a qualidade da certificação ambiental. A Fundação ainda explicita que para o iniciar o processo de certificação, é preciso que o empreendedor esteja comprometido com o desenvolvimento sustentável desde a fase de projetos, pois é necessário um sistema de gerenciamento do empreendimento (SGE).

A Fundação Vanzolini (2013) afirma que para obter o desempenho ambiental, existem vários métodos, um deles é ter como base uma organização competente e rigorosa. Desta forma, a certificação AQUA se baseia em dois elementos, dos quais são citados a seguir:

SGE (Referencial do Sistema de Gestão do Empreendimento)

A implementação do Sistema de Gestão de Empreendimento (SGE), permite definir a Qualidade Ambiental desejada para o edifício e organizar o empreendimento

para atingi-lo, ao mesmo tempo que permite controlar as fases do processo. (MACIEL, 2010)

O referencial SGE organiza-se em quatro estruturas:

- I. Comprometimento do empreendedor, onde consta a descrição dos elementos de análise solicitados para a definição do perfil ambiental do empreendimento e as exigências para o atendimento ao comprometimento;
- II. Implementação e funcionamento, onde constam as exigências em termos de organização e documentação, reponsabilidades, competências e comunicação;
- III. Gestão do empreendimento, que contém as exigências de monitoramento e análises críticas dos processos, de avaliação da Qualidade Ambiental do Edifício (QAE) e de correções e ações corretivas;
- IV. Aprendizagem, que contém as exigências em termos de aprendizagem da experiência e de balanço do empreendimento. (Lacerda,2016)

QAE (Referencial da Qualidade Ambiental do Edifício)

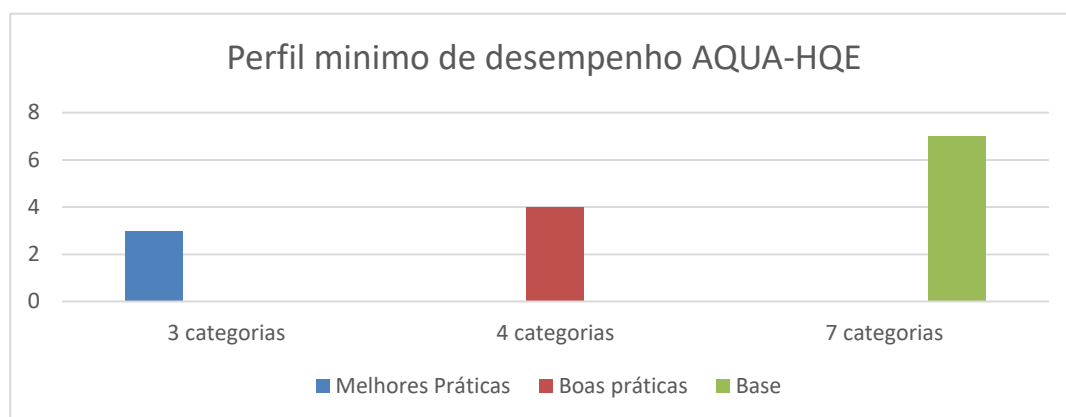
A Qualidade Ambiental do Edifício (QAE) é a capacidade do conjunto das características do edifício, de seus equipamentos e de seu terreno, a satisfazer as exigências relacionadas: ao controle dos impactos sobre o ambiente externo, à criação de um ambiente interno confortável e saudável. (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2013)

De acordo com Aulicino (2008) o método AQUA possui uma configuração consideravelmente diferente dos outros métodos vistos anteriormente por ser um sistema que estabelece um perfil e não uma pontuação.

“Cada uma das 14 categorias do AQUA-HQE pode ser classificada no nível base, boas práticas ou melhores práticas, e cabe ao empreendedor definir quais categorias atingirão a classificação máxima, intermediária ou mínima, dependendo do contexto e de sua estratégia de sustentabilidade. Para um empreendimento ser certificado AQUA-HQE, o empreendedor deve ter um perfil mínimo de desempenho com 3 categorias no nível melhores práticas, 4 no nível boas práticas e 7 no nível base” (Fundação Vanzolini, 2015d)

No gráfico 1 a seguir foi demonstrado a classificação do perfil mínimo de desempenho da certificação Aqua-Hqe de acordo com Lacerda (2016). Já na tabela 11, foi detalhado os critérios a serem seguidos para alcançar a qualidade ambiental do QAE conforme afirma Maciel (2010).

Gráfico 1 - Perfil Mínimo de desempenho para certificação Aqua-Hqe



Fonte: Lacerda (2016), alterado pelo autor, 2020.

Tabela 10 - 14 critérios da Qualidade ambiental do QAE.

ECO CONSTRUÇÃO	CONFORTO
1. Relação do edifício com o seu entorno	8. Conforto hidrotérmico
2. Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos.	9. Conforto acústico
3. Canteiro de obras com baixo impacto ambiental	10. Conforto visual
	11. Conforto olfativo
ECO GESTÃO	SAÚDE
4. Gestão da energia	12. Qualidade Sanitária dos ambientes
5. Gestão da água	13. Qualidade sanitária do ar
6. Gestão dos resíduos de uso e operação do edifício	14. Qualidade sanitária da água
7. Manutenção - Permanência do desempenho ambiental	

Fonte: Maciel (2010) (Adaptado pelo autor, 2020).

3 METODOLOGIA

3.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo apresenta os procedimentos metodológicos utilizados para o desenvolvimento do trabalho. O estudo foi estruturado em três etapas: pesquisa exploratória com fontes de pesquisa e consulta em artigos periódicos, websites e livros, que segundo Heerdt e Leonel (2007) tem como principal objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses; visitas a campo onde foi feito a captura de imagens e obtido informações importantes em conversas com moradores e colaboradores; análise dos projetos do empreendimento e utilização de planilhas para avaliar o índice da certificação Leed.

Quanto ao método, trata-se de um estudo de caso, que, segundo De Deus *et al.* ([201], p.3), é “(...) um estudo da particularidade e da complexidade de um caso singular, o que leva a entender sua atividade dentro de importantes circunstâncias”.

3.2 OBJETO DE ESTUDO

O presente estudo de caso visou analisar e comentar as técnicas sustentáveis aplicada em um edifício de médio padrão já executado. Para tal, foram analisadas as principais características da edificação de forma a avaliar o nível de sustentabilidade do edifício como um todo e posteriormente realizar recomendações para se enquadrar na certificação LEED.

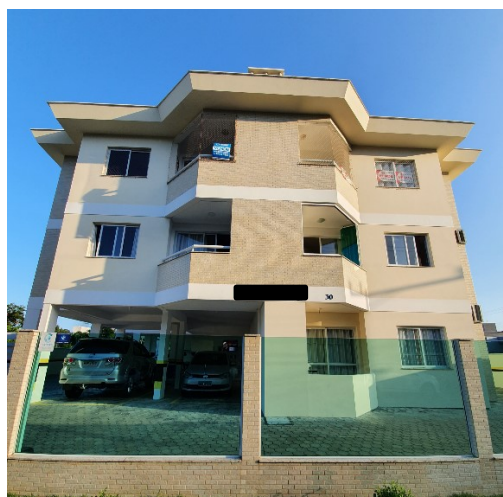
3.3 CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO

O estudo será feito em um edifício multifamiliar localizado na Rua das Macieiras, esquina com a Rua das Seringueiras, no residencial Vitória, em Palmas – Governador Celso Ramos, ilustrado na figura 16.

A edificação em questão já se encontra construída conforme figura 15 e 17, sendo o primeiro pavimento a garagem e salão de festas e os demais pavimentos tipos (2 pavimentos). Cada pavimento tipo tem 3 apartamentos e no térreo possui 1 apartamento, totalizando 13 apartamentos residenciais. Ambos contam com 2 banheiros, 2 quartos, 1 cozinha, 1 sala de estar, 1 área de serviço e 1 sacada.

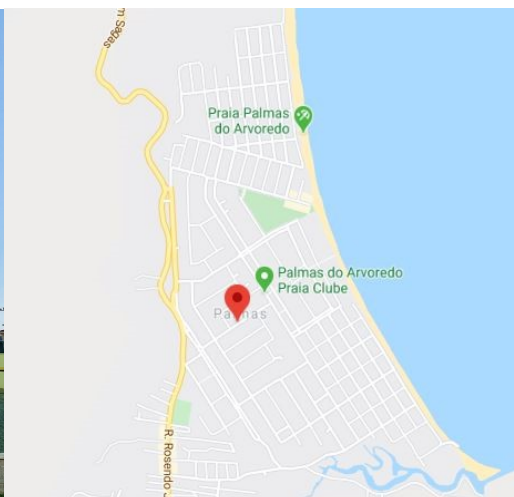
Vale ressaltar que a obra desde seu projeto não questionava a possibilidade de obter nenhuma certificação ambiental e técnica sustentável, perante a isso, as técnicas construtivas empregadas no momento da execução visavam a eficiência cronológica e financeira, deixando de lado as técnicas de construção sustentáveis.

Figura 15 - Fachada frontal.



Fonte: Do autor (2020).

Figura 16 - Localização



Fonte: Google Maps (2020).

Figura 17 - Fachada traseira



Fonte: Do autor (2020).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 TÉCNICAS SUSTENTÁVEIS ADOTADAS NO MOMENTO

4.1.1 ILUMINAÇÃO DE BAIXO CONSUMO (LED)

Em conversa com síndico do edifício em questão, foi relatado que no momento da construção do empreendimento foram instaladas lâmpadas comuns, que consumiam normalmente 50W e 60W por hora. Com o passar do tempo foi feito um estudo e analisado que os custos de energia estavam altos demais. Sendo assim, em fevereiro de 2019 todas as lâmpadas (figura 18) da garagem, hall de entrada, corredores e salão de festas foram trocadas por lâmpadas de baixo consumo (LED), modelo ilustrado na figura 18, gerando uma economia financeira significativa para o edifício, uma vez que as lâmpadas de Led consomem 4,5W por hora. Isto se dá devido a lâmpada de LED usar eletricidade apenas para produzir luz, ao contrário das lâmpadas incandescentes que grande parte da energia consumida é transformada em calor para gerar iluminação. Os custos para aquisição das lâmpadas de LED costumam ser mais altos que as demais, porém, considerando o baixo custo de manutenção, em função da alta durabilidade e a redução do custo na conta de luz, esse custo inicial é recompensado.

Outro ponto a ser observado é que as luminárias de LED quando usufruídas de acordo com as recomendações do fabricante possuem alto índice de durabilidade quando comparado com as lâmpadas comuns.

Figura 18 - Iluminação de baixo consumo



Fonte: Do autor (2020).

4.1.2 CONTROLADORES DE ENERGIA PARA ILUMINAÇÃO

O reajuste dos valores de energia elétrica realizada pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) vem se tornando mais frequente, aumentando a cada reajuste o valor pago pelos quilowatts-hora (kWh), isso fez com que o edifício em questão buscasse por alternativas que reduzem o consumo. Um simples gesto de desligar a luz ao sair, traz uma economia tremenda, porém, o problema é que muitos condôminos não possuem este hábito e acabam pagando por uma energia que não foi efetivamente consumida. Sendo assim, foi aplicado a técnica de instalar sensores de iluminação nos corredores e garagem, conforme figura 19, sendo uma técnica extremamente eficiente na economia de energia, eliminando custos excessivos com iluminação e promovendo economia energética uma vez que as luzes de LED (figura 18) são acionadas somente na circulação de pessoas.

O sensor de iluminação é acionado de acordo com a presença de calor, as ondas eletromagnéticas são identificadas e a luz se acende. Na ausência dessa onda infravermelha, outro sinal é emitido para que as luzes se apaguem.

Neste caso, o sensor de presença substitui os interruptores da garagem e dos corredores, diminuindo o risco de contaminação ao tocar. Outra vantagem é que promove maior segurança ao condomínio, uma vez que toda vez que alguém se aproximar, as luzes serão acesas e podem intimidar o possível invasor.

Figura 19 - Sensor de presença



Fonte: Do autor (2020).

4.1.3 BICICLETÁRIO

No bairro onde o edifício em questão está localizado, a prática de se locomover por meio de bicicletas é bastante comum, por ser um bairro de pequeno porte e com a maioria das ruas asfaltadas, facilitando a locomoção.

Conforme ilustrado na figura 20, a edificação conta com um bicicletário de encaixe na lateral da garagem com disponibilidade para 13 bicicletas, distantes entre si por 0,75 metros. Os suportes são feitos de concreto e possuem dimensão universal, fato que facilita o suporte de qualquer bicicleta.

O bicicletário contribui para organização e previne com que os moradores acomodem suas bicicletas ao lado dos veículos, evitando possíveis imprevistos.

Figura 20 – Bicicletário.



Fonte: Do autor (2020).

4.2 RECOMENDAÇÕES DE TÉCNICAS SUSTENTÁVEIS

Diante do empreendimento em questão não possuir técnicas sustentáveis básicas, foi feito algumas recomendações listadas a seguir.

4.2.1 SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL (SAAP)

Foi realizado uma estimativa da demanda de água utilizada para os seguintes casos: irrigação do jardim, lavagem do pátio, lavagem de carros. Com está estimativa foi possível determinar o quanto de água potável pode ser economizada e a quantidade de água da chuva que é necessária para cobrir a demanda destes usos.

Não foi indicado a utilização de águas pluviais para os dispositivos hidráulicos do edifício (vasos sanitários) pois o edifício não possui tubulações independentes que alimentam somente os vasos sanitários. Tornando uma técnica financeiramente inviável, uma vez que há necessidade de demolir boa parte do empreendimento, incluindo revestimentos colocados por moradores.

Para realização deste sistema foi realizado o dimensionamento de todos componentes necessários, bem como:

- Estimativa populacional da edificação
- Estimativa consumo total de água da edificação
- Estimativa de água para regar jardim e limpeza do pátio
- Estimativa de água para Lavagem de carros
- Precipitação média em Governador Celso Ramos
- Área de cobertura contribuinte
- Volume da água da chuva a ser reaproveitada

4.2.1.1 Estimativa populacional da edificação

A estimativa populacional da edificação foi feita adotando 4 pessoas por apartamento. A quantidade de pessoas no edifício é de:

$$Q = 4 \text{ (habitantes)} \times 13 \text{ (Apartamentos)} \quad (6)$$

$$Q = 52 \text{ pessoas}$$

Estimativa consumo total de água da edificação

Para atender a demanda da edificação foi feito a estimativa de consumo total de água, utilizando a tabela 13, disponibilizada pela SABESP. Por se tratar de uma edificação multifamiliar, foi adotado o consumo de 200 L/dia.hab.

Tabela 11 - Estimativa de consumo predial médio diário

Prédio	Consumo per capita (L/dia)
Alojamento provisórios	80
Ambulatórios	25
Apartamentos	200
Casas populares ou rurais	120
Residências	150
Residências de luxo	300
Edifício públicos ou comerciais	50

Fonte: Sabesp (2012), adaptado pelo autor (2020).

A demanda por apartamento (Dapartamento) é de:

$$D_{apartamento} = 200 \left(\frac{L_{dia}}{hab} \right) \times 4 \text{ (Habitantes)} \quad (3)$$

$$D_{apartamento} = 800 \left(\frac{L}{dia} \right)$$

Demanda total da edificação por dia:

$$\frac{D_{total}}{dia} = 800 \left(\frac{L}{dia} \right) \times 13 \text{ (Apartamentos)} \quad (4)$$

$$\frac{D_{total}}{dia} = 10.400 \left(\frac{L}{dia} \right)$$

Demanda total da edificação por mês:

$$\frac{D_{total}}{mês} = 10.400 \left(\frac{l}{dia} \right) \times 30 \text{ (Dias)} \quad (5)$$

$$\frac{D_{total}}{mes} = 312.000 \left(\frac{L}{Mês} \right)$$

Percebe-se que por mês a edificação terá um consumo de 312 m³ de água.

4.2.1.2 Estimativa de água para regar jardim e limpeza do pátio

A residência possui um pequeno jardim na parte interna do condomínio com área total de 25m² (figura 21), um jardim na parte externa de 30m² (figura 22), com área total de aproximadamente 55m², foi considerado que a manutenção é feita 2 vezes por semana, e considerado 2 L/dia/m², ou seja, têm se a utilização da água coletada da chuva para este fim de 8 vezes ao mês.

Figura 21 - Jardim interno



Fonte: Autor, (2020)

Figura 22 - Jardim externo.



Fonte: Autor, (2020).

Demanda de água para regar jardim e limpeza de pátios:

$$Dregar e limpeza = (30 + 25)(m^2) \times 8 \left(\frac{Veze}{mês} \right) \times 2 \left(\frac{Litros}{\frac{dia}{m^2}} \right) \quad (7)$$

$$Dregar e limpeza = 880 \left(\frac{Litros}{Mês} \right)$$

4.2.1.3 Estimativa de água para Lavagem de carros

Para a lavação dos carros foi estimado a demanda de água usada e considerado 150 L/lavagem/carro (Tabela 1) com uma frequência de 2 Lavagem/mês. Também foi considerado 1 carro para cada apartamento. Sendo assim:

$$\frac{Dlavagem}{mês} = 13 \text{ (carros)} \times 2 \text{ (Lavagem/Mês)} \times 150 \text{ (L/Lavagem/Mês)} \quad (7)$$

$$\frac{Dlavagem}{Mês} = 3.900 \left(\frac{Litros}{Mês} \right)$$

4.2.1.4 Precipitação média em Governador Celso Ramos

Com os dados coletados através do Clima tempo, foi possível obter a média de chuva mensal para a cidade de Governador Celso Ramos. A Tabela 14 contém as médias mensais obtidas através dos dados pluviométricos.

Tabela 12 - Precipitações médias (mm) por mês em Governador Celso Ramos, 2020

Jan	Fev	Mar	Abril	Mai	Junho	Julho	Ago	Set	Out	Nov	Dez
213	190	156	114	106	81	106	91	143	158	144	159

Fonte: (Climatempo, 2020)

Portanto:

$$P = \frac{213 + 190 + 156 + 114 + 106 + 81 + 106 + 91 + 143 + 158 + 144 + 159}{12} \quad (8)$$

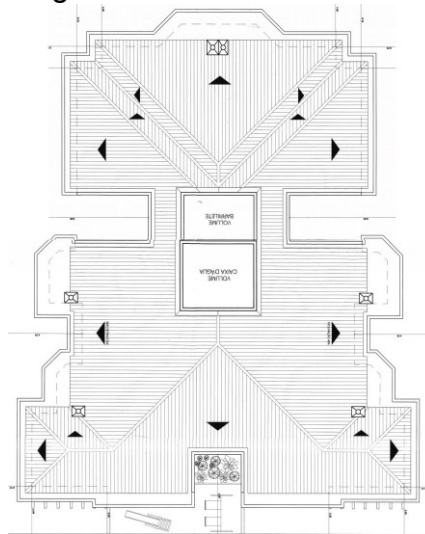
$$P = 138,41 \text{ (Milímetros)} \text{ ou } 0,13841 \text{ (Metros)}$$

4.2.1.5 Área de cobertura contribuinte

A área de estudo na qual foi levantado o potencial de captação de água de chuva é a área total do telhado do edifício, incluindo telhado, lajes e platibandas.

Utilizando a equação 1 do referencial, ao somar todas as partes disponíveis encontradas no telhado demonstrado na figura 23, chegou a um valor de, aproximadamente, 385m².

Figura 23 - Planta do telhado



Fonte: Do autor, (2020).

4.2.1.6 Volume da água da chuva a ser reaproveitada

Foi considerado telhado fabricado com telha de cerâmica, portanto $C=0,9$.

$\eta_{fator \text{ de captação}} = 0,8$.

Volume da água da chuva a ser reaproveitada por mês:

$$V_{mensal} = P \times A \times C \times \mu_{fator \text{ de captação}} \quad (9)$$

$$V_{mensal} = 0,13841 \text{ (Metros)} \times 385 \text{ (M}^2\text{)} \times 0,9 \times 0,8$$

$$V_{mensal} = 37,96 \text{ (M}^3\text{)}$$

4.2.1.7 Resumo das demandas da edificação

Tabela 13 - Resumo dos resultados do sistema de reaproveitamento de água.

RESUMO DOS RESULTADOS	
Demanda de água total para edificação	312 m ³ /mês
Demanda de água para fins não potáveis	39,88 m ³ /mês
Estimativa de aproveitamento de água de chuva	37,96 m ³ /mês

Fonte: Do autor, 2020.

Ao analisar os resultados obtidos, foi ilustrado na tabela 13 que para atender a demanda total da população do edifício Res. Vitória são necessários 312m³ de água por mês. 39,88 m³ seriam destinados para fins não potáveis, como lavagem de pátio, regar jardins, lavagem de carros.

Contudo, para estes fins, pode ser utilizado águas pluviais reutilizadas para atender a demanda, reduzindo 10,78 % do volume de água potável gasto no mês. Cabe ressaltar que a água pluvial captada sem tratamento deve ser usada para fins não potáveis, conforme a orientação da NBR 15.527/2007.

4.2.2 GESTÃO DE RESÍDUOS

Atualmente o empreendimento não possui nenhum sistema de gestão de resíduos e todo o lixo gerado pelos moradores é despejado no chão de uma lixeira de alvenaria. Recomenda-se adotar um conjunto de ações adequadas nas etapas de coleta, armazenamento, transporte, tratamento e destinação final com objetivo de minimizar a produção de resíduos visando a preservação da saúde pública e qualidade do meio ambiente.

Será necessário realizar uma reforma na lixeira atual do empreendimento (figura 25 e 26), transformando o local mais acessível aos moradores aumentando a porta de acesso, facilitando também a coleta, como também destinar um funcionário comissionado a realizar a compra dos separadores de resíduos para a separação correta do material. A separação dos lixos deve ocorrer da seguinte forma: plásticos (vermelho), vidro (verde), amarelo (metal) e azul (papel), conforme ilustra a figura 22.

Figura 24 - Área interna da lixeira



Fonte: Do autor (2020).

Figura 25 – Área externa da lixeira.



Fonte: Do autor (2020).

Uma recomendação importante seria a instalação de pequenas lixeiras nas áreas comuns, sendo uma técnica de baixo custo e que mantém o empreendimento limpo diante de pequenas sujeiras do dia a dia, como bitucas de cigarro, embalagens e latas.

Figura 26 - Modelo de separadores de lixo



Fonte: Manager gestão condominial, 2020.

Outra melhoria recomendada para administrar os resíduos gerados pelos condôminos é a transformação de matéria orgânica, encontrada no lixo produzido em adubo orgânico por meio de uma caixa de compostagem, recomenda-se a instalação da caixa no jardim interno (figura 21), como também é indicado que seja feita uma horta coletiva podendo ser usado para agricultura dos moradores, substituindo produtos com agentes químicos e contribuindo com a redução do aquecimento global.

Vale ressaltar que quanto mais diversificado e picado for o lixo colocado na composteira, mais rico será o adubo. Durante a compostagem, os micro-organismos

fazem a decomposição da matéria orgânica, até que chegue ao produto final, mais conhecido como húmus maduro. O procedimento acontece por etapas, nas quais as bactérias, fungos, minhocas, entre outros, fazem a decomposição das fibras vegetais de forma que os nutrientes existentes na matéria orgânica depositada fiquem prontos para serem usados pelas plantas.

4.3 SISTEMA FOTOVOLTAICO

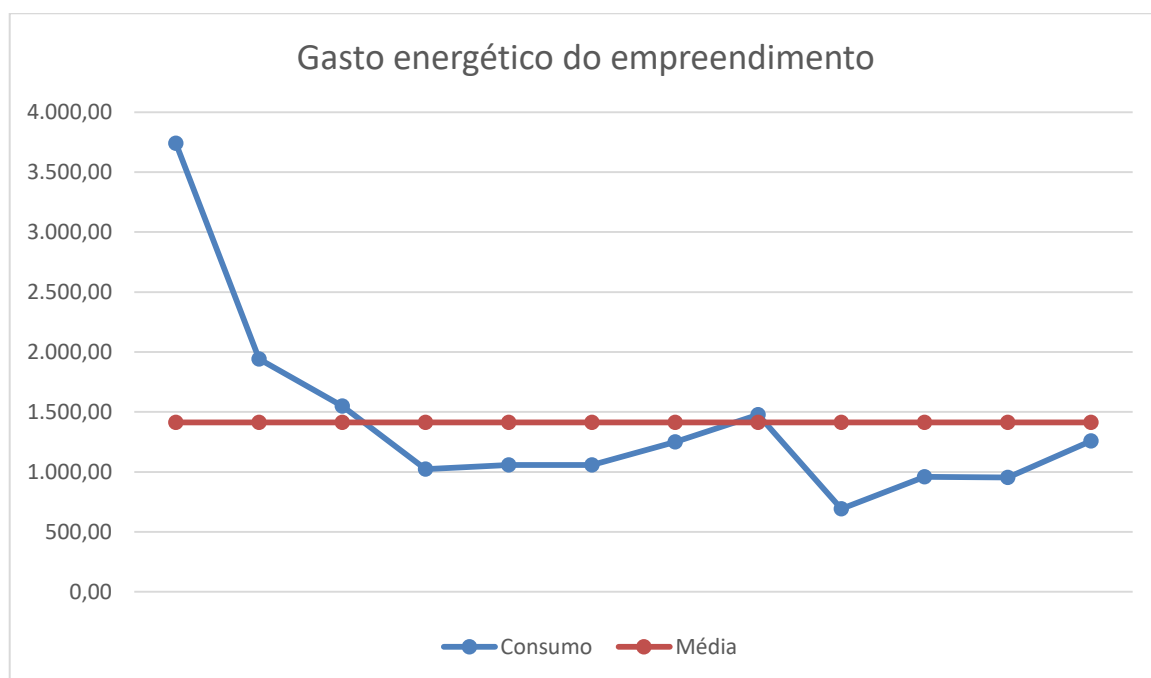
Para melhorar a eficiência energética do edifício, foi recomendado a instalação de painéis fotovoltaicos no telhado. Para o pré-dimensionamento do sistema foi utilizado o valor da média de gasto energético através da análise das contas de luz durante o ano de 2019. Realizando a média do consumo energético do empreendimento encontramos o valor de 1413,66 kWh, dividindo o valor mensal por 30 dias, resultando em um gasto diário de 47,12 kWh/dia, como ilustrado na tabela 14 e gráfico 2.

Tabela 14 - Gasto energético mensal

Mês/Ano	kWh
Janeiro/19	3.741,49
Fevereiro/19	1940,98
Março/19	1.548,44
Abril/19	1.022,00
Maio/19	1.058,84
Junho/19	1.057,93
Julho/19	1.249,30
Agosto/19	1.477,82
Setembro/19	693,05
Outubro/19	960,40
Novembro/19	955,05
Dezembro/19	1.258,63
Média Mensal	1413,66
Média Diária	47,12

Fonte: Do autor, 2020.

Gráfico 2 – Demonstração de gasto energético.



Fonte: Do autor, 2020

A partir da análise dos gastos médios se faz necessário identificar a média de irradiação na região de Governador Celso Ramos retirando os dados da “Cresesb” (Centro de referência para energias solar e eólica).

Tabela 15 - Irradiação solar em Gov. Celso. Ramos em horas

Insolação Gov. Celso Ramos												
2019												
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média diária
5,87	5,53	4,74	3,79	3,07	2,56	2,71	3,37	3,59	4,3	5,53	5,9	4,24

Fonte: Cresesb, 2020. (Adaptado pelo autor, 2020).

Um modelo de placas fotovoltaicas bastante usual são as de 330W de potência, com dimensão de aproximadamente 1,992 milímetros por 992 milímetros, consequentemente com área de 1,98m² por placa.

Com os valores da média de kWf, insolação e área disponível, poderá ser calculado o número de placas e o espaço que as mesmas ocuparão. Sendo assim, tem-se o gasto médio diário de energia no empreendimento de 47,12 kWh, como demonstrado na tabela 15, e a média de insolação diária é de aproximadamente 4,3 horas, como mostrado na tabela 16. Tendo em mente que as placas só funcionam durante a emissão de luz, é necessário dividir 47,12 kWh por 4,3 horas para saber quanto o sistema deverá produzir de energia por hora, durante as 4,3 horas como ilustrado na equação (10).

$$Kwnecessário = \frac{47,12}{4,3} (kW) \quad (10)$$

$$Kwnecessário = 10,95(kW)$$

$$Wnecessário = 10.95kW \times 1000$$

$$Wnecessário = 10958.13(W)$$

Como as placas adotadas foram de 330W, a quantidade de placas necessárias pode ser obtida por meio da equação 11.

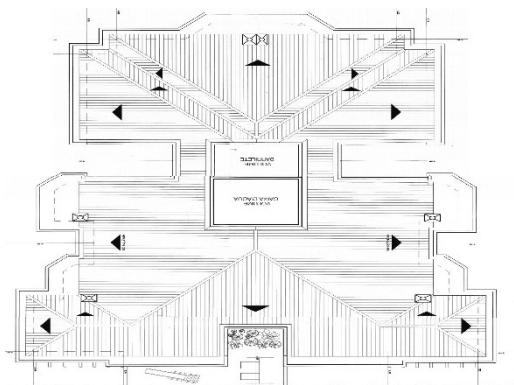
$$N^{\circ}placas = \frac{10958,13 W}{330(W)} \quad (11)$$

$$N^{\circ}placas = 33,2 placas$$

Portanto, são necessárias 34 placas para suprir a demanda de energia do edifício. Para isso, foi calculado a área do telhado com maior índice de incidência solar durante o dia, considerando que o sol nasce no Leste e se põe no Oeste, como ilustrado na figura 27. Portanto foi escolhido a área frontal do edifício, pois recebe a menor quantidade de sombra durante o dia, com área de 122,2m² ilustrado na figura 26.

Para identificarmos qual área será necessária para instalação dos painéis, basta multiplicarmos a quantidade necessária pela área de cada painel, chegando em um resultado de 68m². Sendo assim, o edifício possui estrutura para ser instalado as 34 placas fotovoltaicas e suprir a demanda de energia consumida.

Figura 27 - Área do telhado.



Fonte: Do autor, (2020).

Figura 27 – Trajeto do sol.



Fonte: Sunearthtools, (2020).

4.4 APLICAÇÃO DE CERTIFICAÇÃO LEED

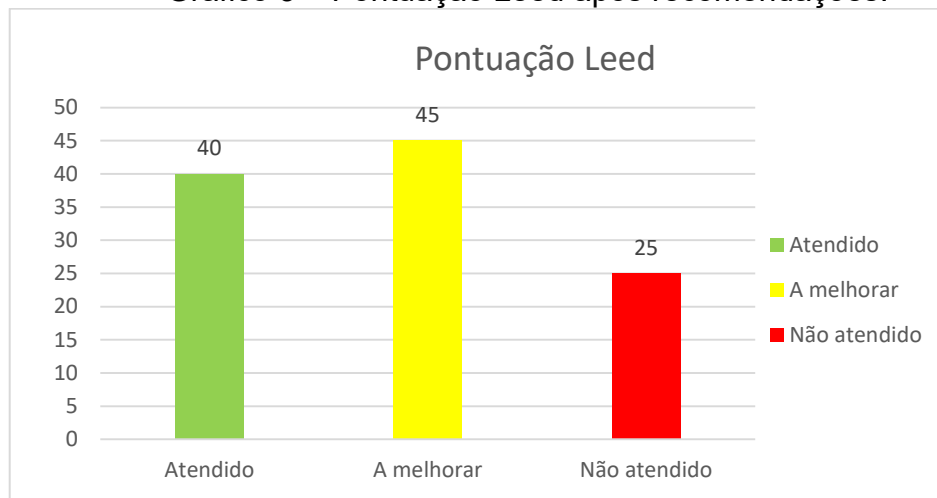
Este item visou relacionar as características da edificação a fim de demonstrar se o empreendimento apresenta ou não nota mínima para obtenção do selo LEED após recomendações listadas no estudo de caso e completa no APÊNDICE A.

Vale ressaltar que o objeto de estudo, quando em seu escopo de projeto, não tinha como objetivo a certificação de nenhum selo tratado neste trabalho.

A aplicação do selo LEED baseou-se no checklist fornecido na USGBC, onde são dispostas diversas categorias com critérios e pré-requisitos. Para o edifício analisado foi escolhida a categoria O+M: Operação e manutenção de edifícios, que visa certificar edificações existentes.

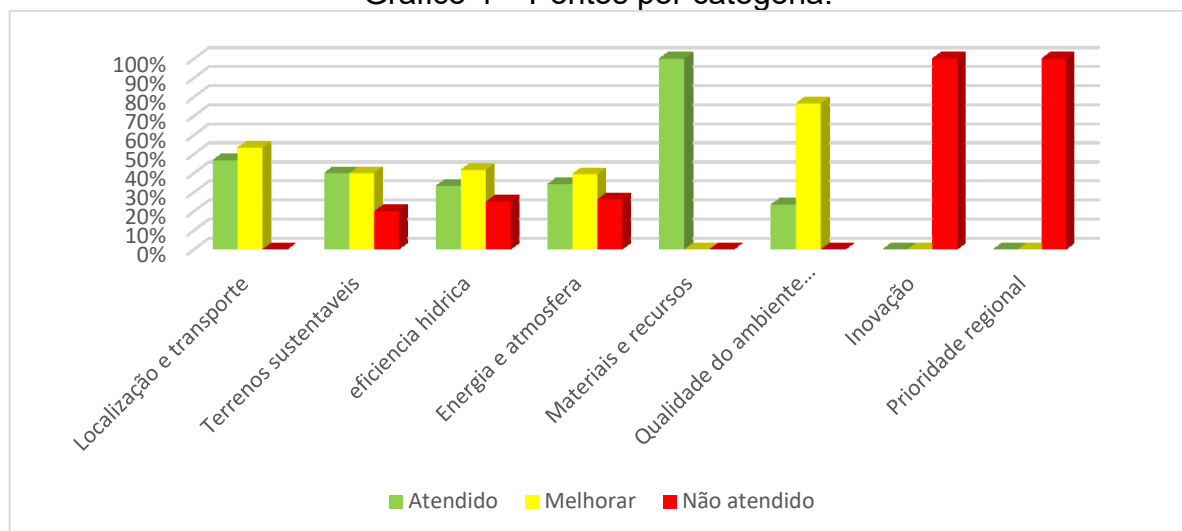
Todos os requisitos de avaliação foram examinados individualmente e para os pré-requisitos não atendidos foram criadas recomendações. O gráfico 3 demonstra a pontuação atingida (conquistada após execução das recomendações), não atingida e o que pode ser melhorado no empreendimento de forma geral após as recomendações. O gráfico 4 ilustra de forma mais discriminada a pontuação concebida a cada categoria após as recomendações.

Gráfico 3 – Pontuação Leed após recomendações.



Fonte: Do autor, 2020

Gráfico 4 – Pontos por categoria.



Fonte: Do autor, 2020.

Após as aplicações das recomendações, o empreendimento possui a pontuação mínima de 40 pontos para receber o certificado.

5 CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS

Um dos maiores problemas atualmente é a preocupação com a sustentabilidade e com o esgotamento de recursos naturais. Contudo, foi identificado e analisado quais técnicas o empreendimento possuía no momento. Dentre elas, destacou-se a economia de energia devido à presença de sensores e a recente troca das lâmpadas incandescentes por lâmpadas de led, que geram uma economia de até 80% e pode chegar a uma durabilidade de 50 vezes maior que as às lâmpadas comuns. Outra técnica identificada foi o bicicletário, localizado em um local de fácil acesso com suporte para 1 bicicleta por apartamento.

Após a análise, foram feitas recomendações ao empreendimento para atingir pontuação mínima do selo LEED. Destas recomendações, o reaproveitamento de água da chuva teve destaque pois com o sistema é possível destinar água de reaproveitamento para fins não potáveis, como lavagem de pátio, regar jardins e lavagem de carros, reduzindo 10,78 % do volume de água potável gasto no mês. Já a respeito da gestão de resíduos, onde foi identificado a necessidade de aumentar o espaço da lixeira, instalar novos separadores de lixo e 2 caixas composteiras no jardim interno, assim evitando com que os resíduos gerados sejam destinados ao local ideal. Diante disso, foi recomendado a instalação de 34 painéis solares, ato que atende à demanda energética do empreendimento gerando uma economia financeira significativa, porém, há a necessidade de realizar um estudo de sombra do telhado assim como a análise da posição dos painéis solares.

Por se tratar de uma edificação já construída e sem planejamento sustentável nos projetos, não se tornou possível a aplicação do selo sem a necessidade de intervenções e reformas devido ao não cumprimento dos pré-requisitos. Vale destacar que as vantagens das técnicas sustentáveis não são apenas a valorização do imóvel ou questões financeiras, mas sim o bem causado ao meio ambiente. Contudo, a localização e o planejamento desde o projeto do edifício é muito importante e deve ser um fator indispensável, uma vez que as características de cada região apresentam suas particularidades e o empreendimento deve agregar ao ambiente, com objetivo de melhorar a vida das pessoas.

A partir deste trabalho recomenda-se como novas pesquisas:

- Estudo das demais técnicas sustentáveis que reduzam impactos ambientais;
- Análise da cobertura de sombra do empreendimento;

- Custos e período de retorno financeiro para aplicação das técnicas sustentáveis recomendadas;
- Dimensionamento das caixas composteiras;
- Análise das recomendações feitas no checklist do Apêndice A.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, M. A., **A moderna construção**, 2003. Disponível em:

<https://www.aecweb.com.br/cont/a/a-moderna-construcao-sustentavel_589>

Acesso em 05 de maio 2020

ACQUANOVA. **Sistema de Reuso de Água Cinza**. 2013. Disponível em:

<<http://www.acquanova.com.br/wp-content/uploads/2013/04/sistema-reuso-aguas-cinzas.jpg>>. Acesso em 05 de maio 2020.

AULICINO, P., **Análise de métodos de avaliação de sustentabilidade do ambiente construído: o caso dos conjuntos habitacionais**. São Paulo, 2008. 143 f. dissertação (mestrado em engenharia da construção civil e urbana) – escola politécnica da universidade de São Paulo.

A Vanzolini. 2015b. Disponível em: <<https://vanzolini.org.br/institucional/quem-somos/>>. Acesso em: 13 março. 2020.

BARBOSA, G. S. **O desafio do desenvolvimento sustentável**. Revista Visões, 4a ed., no 4, vol. 1, jan. jun. 2008.

BARBOSA, I. S. **Aplicação de Programas de Cálculo ao Estudo da Sustentabilidade de Edifícios de Habitação**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2008.

BARRETO, I. M. C. B. **Gestão de resíduos na construção civil**. Aracaju: SENAI/SE; SENAI/DN; COMPETIR; SEBRAE/SE; SINDUSCON/SE, 2005. 28p. il.ISBN-85-7519-142-X.

BERTOLO, E. J. P. **Aproveitamento de água de chuva em edificações**. 2006. 204p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2006.

CAVALCANTI, Clóvis. (org). **Desenvolvimento e Natureza: estudos para uma sociedade sustentável**. São Paulo: Cortez, 2003.

COSTA, N. A. A. **A Reciclagem do Resíduo da Construção e Demolição: Uma Aplicação da Análise Multivariada**. Florianópolis, 2010. 188 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002. **Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil**. Presidente: Jose Carlos Carvalho. Brasília, 2002.

Certifique o seu empreendimento. 2015c. disponível em: <<https://vanzolini.org.br/aqua/certifique-o-seu-empreendimento/>>. Acesso em: 13 nov.2019.

Certificação AQUA em detalhes. 2015d. disponível em: <<https://vanzolini.org.br/aqua/certificacao-aqua-em-detalhes/>>. Acesso em: 13 março 2020.

DINIZ, S. A. **Aproveitamento de água de chuva de cobertura: irrigação de jardins e lavagem de pisos**. 2013. 44p. Monografia (Graduação) – Faculdade Pitágoras, Betim, 2013.

DIOGO, V. H. F. **Aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis, no edifício sede institucional da procuradoria geral de justiça do Estado do Rio Grande do Sul**. 2013. 72p. Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

EBERT, HAUSER, Gerd. **Green building certification systems: assessing sustainability, international system comparison, and economic impact of certifications**. Munich: Detail Green Books, 2011.

ESTENDER, A. C.; PITTA, T. de T. M. **O Conceito do Desenvolvimento Sustentável**. Revista Terceiro Setor, v. 2, n. 1, p.22-28, 2008.

FUNDACAO VANZOLINI; CERWAY. **Regras de certificação aqua-hqe™ certificado pela fundação vanzolini e cerway para edifícios em construção**. São Paulo, 2014. 22 p. Disponível em: <https://www.vanzolini.org.br/download/Regras_de_certificacao.pdf>. Acesso em: 12 nov 2019.

FUNDACAO VANZOLINI. **Certificação AQUA-HQE**. 2015. disponível em: < <https://vanzolini.org.br/aqua/certificacao-aqua-hqe/> >. Acesso em: 13 nov. 2019.

FIESP – Federação das Indústrias do estado de São Paulo. **Manual de Conservação e reuso de águas em edificações**. São Paulo: Prol editora Gráfica, 2005.

Guia boas práticas para instalação de bicicletário. APBP-USA Sustrans-UK;30 30 março 2009. Disponível em: <http://transporteativo.org.br/ta/?p=602> acesso 18 maio 2020

INÁCIO H. M. **Procedimentos para uma certificação da construção sustentável**. 2010. 129F. Dissertação (mestrado) - reabilitação de edifícios. Faculdade de ciências e tecnologia da universidade nova de Lisboa, Monte da Caparica, 2010

IFC. **EDGE**. 2018. Disponível em: <<https://www.edgebuildings.com/>> Acesso em: 10 nov. 2019

JOHN, V. M. **O que Significam as Certificas**, 2011.1. 2 Sustentação, São Paulo, p.28-29. /set. 2008.

JOHN, VANDERLEY M.; PRADO, RACINE T. A. **Selo casa azul- Boas práticas para habitação mais sustentável**. São Paulo: páginas & letras - editora e gráfica, 2010.

LIMA, Lis Viana Pereira. **Arquitetura sustentável. Especialize**, Goiânia, v. 01, n. 5, 05 jul. 2013. Semestral.

LIMA, B., **Reciclagem de lixo: Exercício de Cidadania**. – Revista Direcional Condomínios. Disponível em: <<http://www.guiarh.com.br/pp117.html>> Acesso em: 06/04/2020.

LACERDA, C. S. **As certificações de sustentabilidade construtiva leed e aqua-hqe e a agregação de valor nos processos produtivos, comerciais e operacionais de edifícios comerciais no brasil**. 2016. 186 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável, Ufmg, Belo Horizonte, 2016.

MAY, S. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. 2004. 189p. Dissertação (Mestrado) — Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

MORETTI, R. S., **Habitação Popular e Sustentabilidade**. Revista Techne, São Paulo, ano 13, n. 95, p. 44-47, fev. 2005.

MACIEL E.; NASCIMENTO A. L.; **Certificado ambiental de edifícios aqua, leed e procel edifica**. Centro universitário fundação Santo André Mba em gestão de energia 2010

MIRANDA I. N. **Custos e benefícios da aplicação de sistemas de coleta de água de chuva e de placas fotovoltaicas**. Rio Verde, GO 2020

MOTTA, A. L. T. S. **Certificado de sustentabilidade para a construção civil**. Revista Memo, v. 7, p. 38-42, 2011.

MAGANI V. FUNDAÇÃO. VANZOLINI. **Certificação Aqua chega aos edifícios e conjuntos habitacionais no brasil**. São Paulo, 2010. Fundação Vanzolini. Boletim 2010 – ambiental company. Disponível em: https://www.vanzolini.org.br/download/rt_edificios_habitacionais_v2_2013.pdf

MARTINS, B. M. **Aproveitamento de água de chuva para usos não potáveis em Brasília – DF: aspectos políticos e ambientais.** 2013. 64p. Monografia (Graduação) Faculdade UnB Planaltina, Universidade de Brasília, Planaltina, 2013.

Os Desafios da Mobilidade Sustentável. Jan 24 2018 Disponível em:

(<https://www.ugreen.com.br/mobilidade-sustentavel/> acesso 21 fev 2020

PARODE, M. C. GERHARDT, G.; HILGERT, F; OLIVEIRA, T. D. **Certificação leed incentivando a transformação de projetos arquitetônicos: o caso da arena castelão.** Disponível em:<https://www.gbcbrasil.org.br/certificacao/certificacao-leed/>

PROCEL INFO. **Qual a diferença entre selo procel edificações e etiqueta pbe edifica?** 29 agosto 2019. Disponível em:

(<https://vivagreen.com.br/energia/qual-diferenca-entre-selo-procel-edificacoes-e-etiqueta-pbe-edifica/>) acesso: 14 fev 2020

RANGEL J.; **Selo procel edificações: certificado de eficiência energética em edificações.** 12 março 2015. Disponível em:

<https://sustentarqui.com.br/selo-procel-edificacoes/> acesso: 12 marco 2020

SCHARF, Regina. **Manual de negócios sustentáveis.** São Paulo: amigos da terra; 2004. 176 p.

SILVA, Camilla Pompêo de Camargo. **Indicadores de sustentabilidade ambiental na etapa de execução de edificações multipavimentos.** Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2013

SANTO, Hugo Miguel Inácio do Espírito. **Procedimentos para uma certificação da construção sustentável.** 2010. 129 f.

SILVA, Vanessa G; SILVA, Maristela; AOPYAN, A. **Avaliação de edifícios no Brasil: Da avaliação ambiental para avaliação de sustentabilidade.** Departamento de Arquitetura e Construção, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

SCHEER H. **Centro de referência para energias e eólica Sergio de S Brito**. 14 maio 2019. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/index.php#data> acesso em 03 março 2020

SABESP. **Manual de gerenciamento para controladores de consumo de água**. São Paulo, 2009.

SPERB, M. R., **Proposta de Habitação Sustentável Para Estudantes Universitários**. 2000. 149 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

SILVA, Vanessa G. **Indicadores de sustentabilidade de edifícios: estado da arte e desafios para desenvolvimento no Brasil**. Departamento de Arquitetura e Construção, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva**: aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis. 1. ed. São Paulo: Navegar Editora, 2003.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva**: aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis. 2015. 530p. <<http://pliniotomaz.com.br/livros-digitais/>>. Acesso em 01 maio 2016.

UNITED NATIONS SUSTAINABLE DEVELOPMENT. **United Nations Conference on Environment and Development**. Rio de Janeiro, 1992.

VALENTE, Josie Pingret. **Certificações na construção civil: comparativo entre LEED e HQE**. 2009. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro

VAZ, J. C., CABRAL, C. C., **Coleta Seletiva e Reciclagem do Lixo**. Disponível em: <<http://www.federativo.bndes.gov.br>> Acesso em: 06/04/2020.

APÊNDICE A

CHECKLIST CERTIFICAÇÃO LEED

S	?	N				Justificativa
7	8	0	Localização e Transporte			15
11	4		Crédito	Transporte Alternativo	15	50% dos condôminos usam transporte público e bicicletas
4	4	2	Terrenos Sustentáveis			10
S			Pré-req	Política de Gestão do Terreno	Obrig.	O condomínio mantém o ambiente externo seguro e limpo
		2	Crédito	Desenvolvimento do Terreno - Proteger ou Restaurar Habitat	2	Não possui 20% da área do terreno de vegetação nativa, nem apoio financeiro.
3			Crédito	Gestão de Águas Pluviais	3	Recomenda-se uma reforma para implementação do sistema de reaproveitamento de água
	2		Crédito	Redução de Ilhas de Calor	2	Não possui sombras por vegetação existente nem dispositivos e estruturas que tenham refletância solar
1			Crédito	Redução da Poluição Luminosa	1	Possui todas as lâmpadas que excedem 2500 lumens em áreas cobertas e com ângulo de no máximo 90° de emissão de luz
	1		Crédito	Gerenciamento do Terreno	1	Não há técnicas de redução de gases
	1		Crédito	Plano de Melhoria do Terreno	1	
4	5	3	Eficiência Hídrica			12
S			Pré-req	Redução do Uso de Água do Interior	Obrig.	O edifício utiliza torneiras, chuveiros de baixo fluxo e caixas acopladas. A economia gira em torno de 20%.
S			Pré-req	Medição de Água do Edifício	Obrig.	Recomenda-se que o condomínio compartilhe os dados do medidos com o USGBC por 5 anos
2			Crédito	Redução do Uso de Água do Exterior	2	O jardim precisa de pouca irrigação + Água de reaproveitamento
5			Crédito	Redução do Uso de Água do Interior	5	O edifício utiliza torneiras, chuveiros de baixo fluxo e caixas acopladas. A economia gira em torno de 20%.
		3	Crédito	Uso de Água de Torre de Resfriamento	3	Não possui torre de refrigeração
2			Crédito	Medição de Água	2	Recomenda-se instalação dos medidores individuais e de áreas comuns
13	15	10	Energia e Atmosfera			38
S			Pré-req	Melhores Práticas de Gestão de Eficiência Energética	Obrig.	Recomenda-se um plano para operar o edifício com eficiência energética
S			Pré-req	Desempenho Mínimo de Energia	Obrig.	Atende
S			Pré-req	Medição de Energia do Edifício	Obrig.	Recomenda-se que seja compartilhado todos os dados com a USGBC
S			Pré-req	Gerenciamento Fundamental de Gases Refrigerantes	Obrig.	Recomenda-se um plano de gerenciamento de gás
2			Crédito	Comissionamento de Edifício Existente - Análise	2	Recomenda-se avaliar o desempenho em relação aos requisitos e no plano de manutenção e operações
2			Crédito	Comissionamento de Edifício Existente - Implementação	2	Recomenda-se designar zelador responsável por fiscalizar e garantir a compra e aplicação de produtos sustentáveis
3			Crédito	Comissionamento Contínuo	3	
5	10	5	Crédito	Otimizar Desempenho Energético	20	Recomenda-se instalação de 34 painéis fotovoltaicos
		2	Crédito	Medição de Energia Avançada	2	Não existe sistema inteligente de coleta de dados energéticos

(Continua)

(Continuação)

		3	Crédito	Resposta à Demanda	3	Condomínio não participa de um programa de resposta a demanda
	5		Crédito	Energia Renovável e Compensação de Carbono	5	Não atende
1			Crédito	Gerenciamento Avançado de Gases Refrigerantes	1	Recomenda-se utilização de máquinas de ar condicionado com desempenho mínimo B etiquetado pelo PROCEL, com baixa emissão de poluentes
8	0	0	Materiais e Recursos			8
S			Pré-req	Política de Compras e Resíduos	Obrig	Recomenda-se criar uma política de compra para reduzir os danos ambientais associados com os materiais comprados, instalados e descartados durante a manutenção e reforma de edifícios.
S			Pré-req	Política de Manutenção e Reforma das Instalações	Obrig	Recomenda-se implementar a política de compras em serviços de reformas e manutenções
1			Crédito	Compras - Em Andamento	1	Atende
1			Crédito	Compras – Lâmpadas	1	Atende
2			Crédito	Compras - Manutenção e Reforma das Instalações	2	Recomenda-se que em casos de reformas seja usado no mínimo 50% dos materiais que atendam no mínimo 1 critério exigido pelo selo LEED
2			Crédito	Gerenciamento de Resíduos Sólidos - Em Andamento	2	Recomenda-se uma reforma na lixeira incluindo novos separadores + sistema de compostagem
2			Crédito	Gerenciamento de Resíduos Sólidos - Reformas e Ampliações das Instalações	2	Recomenda-se destinar os entulhos gerados por reforma para descarte em aterros sanitários
4	13	0	Qualidade do Ambiente Interno			17
S			Pré-req	Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interior	Obrig	Recomenda-se realizar aberturas na alvenaria para ventilação natural
S			Pré-req	Controle Ambiental da Fumaça de Tabaco	Obrig	Recomenda-se a proibição de fumantes no terreno + incluir placas sinalizantes
S			Pré-req	Política de Limpeza Verde	Obrig	Recomenda-se implementar um sistema de limpeza verde + limpeza do terreno com água de reaproveitamento
	2		Crédito	Programa de Gerenciamento da Qualidade do Ar Interior	2	Recomenda-se criar programa de gerenciamento
1	1		Crédito	Estratégias Avançadas de Qualidade do Ar Interior	2	Todos cômodos possuem ventilação natural exceto os corredores internos
	1		Crédito	Conforto Térmico	1	Recomenda-se implementar sistema de conforto térmico
1	1		Crédito	Iluminação Interna	2	Recomenda-se a utilização de dimer e luzes led com baixo gasto energético
2	2		Crédito	Luz Natural e Vistas de Qualidade	4	Todos os cômodos possuem boa iluminação, exceto os corredores e internos
	1		Crédito	Limpeza Verde - Avaliação da Eficiência de Limpeza	1	
	1		Crédito	Limpeza Verde - Produtos e Materiais	1	
	1		Crédito	Limpeza Verde - Equipamentos	1	
	2		Crédito	Gerenciamento Integrado de Pragas	2	
	1		Crédito	Pesquisa de Conforto do Ocupante	1	
0	0	6	Inovação			6
		5	Crédito	Inovação	5	O projeto não foi concedido para atingir nenhuma certificação
		1	Crédito	Profissional Acreditado LEED	1	Não é contemplada neste estudo
0	0	4	Prioridade Regional			4
		1	Crédito	Prioridade Regional: Crédito Específico	1	Não pontua na categoria
		1	Crédito	Prioridade Regional: Crédito Específico	1	
		1	Crédito	Prioridade Regional: Crédito Específico	1	
		1	Crédito	Prioridade Regional: Crédito Específico	1	
40	45	25	TOTAL			Pontos Possíveis: 110

