

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

KELVIN BLAC DOS SANTOS

ESTUDO SOBRE A VIABILIDADE DE APLICAÇÃO DO *RETROFIT* ALINHADA
A GESTÃO DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS

CURITIBA

2017

KELVIN BLAC DOS SANTOS

ESTUDO SOBRE A VIABILIDADE DE APLICAÇÃO DO *RETROFIT* ALINHADA
A GESTÃO DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Engenharia Ambiental da
Universidade Federal do Paraná como requisito
à obtenção do título de Engenheiro Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Felga Gobbi

CURITIBA

2017

Aos meus pais, pela ajuda e persistência.

A Amanda, pelo apoio e compreensão.

A minha família que sempre esteve ao meu lado.

Aos amigos que me ajudaram muitas vezes sem nem perceberem.

“Quanto a você, porém, permaneça nas coisas que aprendeu e das quais tem convicção, pois você sabe de quem o aprendeu”.

2 Timóteo 3:14

RESUMO

Na atualidade existe a necessidade de maior sustentabilidade dos edifícios por estes terem relevância expressiva tanto no consumo de recursos quanto na manutenção da qualidade de vida de centros urbanos. Este trabalho tem como objetivo analisar a aplicação do *retrofit* alinhada à gestão de recursos em edifícios residenciais, visando evidenciar possíveis benefícios aos condôminos e administradores prediais. Para identificar, as características do *retrofit*, custo e periodicidade de manutenções corretivas e preventivas, assim como, custos e consumo de água e de energia envolvidas na administração predial, optou-se por uma abordagem metodológica de estudo de caso. De acordo com os balancetes levantados, de 2012 a 2017, do edifício residencial em estudo, foram coletados os dados referentes as ações de manutenção e benfeitorias, consumo de água e energia, assim como seus custos. Possíveis implantações de estratégias para melhoria da eficiência energética e consumo de água, assim como uma proposta de acompanhamento para manutenções foram sugeridos como resultado deste estudo demonstrando que o *retrofit* tende a ser uma solução interessante para a valorização dos espaços e eficiência no uso tanto de recursos financeiros, como energéticos e hidráulicos.

Palavras-chave: *Retrofit*. Manutenção Predial. Consumo hídrico. Consumo energético.

ABSTRACT

There is a growing need for building sustainability, because they are relevant both in the consumption of resources and maintenance of the quality of life at urban centers. This research aims to analyze the application of retrofit aligned to the management of resources in residential buildings, to show possible benefits to apartment owners and building administrators. In order to identify the characteristics of the retrofit, cost and periodicity of corrective and preventive maintenance, as well as costs and consumption of water and energy involved in building administration, a methodological approach of case study was chosen. According to the balance sheets, from the residential building under study collected from 2012 to 2017, data on maintenance actions and improvements, water and energy consumption, as well as their costs were collected. Possible implementations of strategies to improve energy efficiency and water consumption, as well as a proposed maintenance follow-up were suggested as a result of this study demonstrating that retrofit tends to be an interesting solution for the valorization of spaces and efficiency in the use of environmental resources.

Keywords: Retrofit. Building Maintenance. Water consumption. Energy consumption.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Vida útil com e sem manutenção	16
Figura 2 Gráfico - Busca <i>Google Trends</i> – Termo <i>retrofit</i> 2017	18
Figura 3 Mapa - Busca <i>Google Trends</i> – Termo <i>retrofit</i> 2017	18
Figura 4 Potencial de mitigação por setor, 2030	27
Figura 5 Etiqueta de eficiência energética – Edificação Multifamiliar- INMETRO	28
Figura 6 Etiqueta de eficiência energética - Áreas de Uso Comum INMETRO	28
Figura 7 Método Prescritivo – Fonte LabEEE 2013	30
Figura 8 Método de simulação – Fonte LabEEE 2013	30
Figura 9 Selo Procel	31
Figura 10 Exemplos de eficiência em relação a radiação solar	32
Figura 11 Exemplos de <i>Brise</i>	33
Figura 12 Planejamento de alterações do sistema de iluminação – Parte 1	35
Figura 13 Planejamento de alterações do sistema de iluminação – Parte 2	35
Figura 14 Fluxograma sistemático para abordagem do <i>retrofit</i> predial – ZHENJUN et al (2012) traduzido pelo autor.	42
Figura 15 Edifício em estudo – Edifício Casa Grande Parte 1	49
Figura 16 Edifício em estudo – Edifício Casa Grande Parte 2	49
Figura 17 Edifício em estudo – Edifício Casa Grande Parte 3	50
Figura 18 Edifício em estudo – Edifício Casa Grande Parte 4	50
Figura 19 Alguns arquivos que foram utilizados na coleta de dados - Edifício Casa Grande	51
Figura 20 Planilha geral dos dados referentes a água - Edifício Casa Grande	54
Figura 21 Vazamento de água que gera umidade	58
Figura 22 Processo de instalação de hidrômetros individuais	61
Figura 23 Hidrômetro individual	62
Figura 24 Exemplo de cisterna	63
Figura 25 – Representação da aplicação da água de captação	64
Figura 26 Planilha geral dos dados referentes a energia elétrica - Edifício Casa Grande	67
Figura 27 Comparação entre o consumo energético mensal e custo - Edifício Casa Grande	70
Figura 28 Lâmpadas: incandescente, fluorescente e LED, na respectiva ordem	73
Figura 29 Sistemas de tração motriz e motores de indução trifásicos	76
Figura 30 Energia eólica em edifícios	78
Figura 31 Painel fotovoltaico	79
Figura 32 Sistema fotovoltaico - design dos edifícios	80
Figura 33 Variação entre gastos de manutenção 2012 – 2016 - Edifício Casa Grande	84
Figura 34 Ficha de Acompanhamento – Autor	88

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Graus de intervenção do <i>retrofit</i>	26
Quadro 2 Condições para planejamento.....	87

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Distribuição média anual de custos 2012 – 2016 - Edifício Casa Grande	52
Gráfico 2 Comparação anual entre consumo e custo de água - Edifício Casa Grande	55
Gráfico 3 Comparação entre consumo mensal e custo, com o objetivo de encontrar o motivo de discrepância - Edifício Casa Grande.....	56
Gráfico 4 Comparação anual entre consumo e custo de energia elétrica - Edifício Casa Grande	68
Gráfico 5 Média do consumo diário de energia - Edifício Casa Grande	69
Gráfico 6 Distribuição de manutenção 2012 -2016 - Edifício Casa Grande.....	81
Gráfico 7 Comparação anual de manutenção - Edifício Casa Grande	82
Gráfico 8 Custo médio por ocorrência – Manutenção geral - Edifício Casa Grande....	84
Gráfico 9 Custo médio por ocorrência – Benfeitorias - Edifício Casa Grande	85

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Periodicidade de revisão	59
Tabela 2 Custo médio por ocorrência	87

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas e Técnicas
ANA	Agência Nacional de Águas
AQUA	Alta Qualidade ambiental
ENCE	Etiqueta Nacional de Conservação de Energia
FEAM	Fundação Estadual do Meio Ambiente - MG
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia Qualidade de Tecnologia
LABEE	Laboratório de Eficiência Energética em Edificações
LED	Diodo Emissor de Luz
NBR	Norma Brasileira
NR	Norma Regulamentadora
PBE	Programa Brasileiro de Etiquetas
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SIAS	Sistema de Informações Aplicadas a Saúde
SMI	Sistema de Medição Individualizada

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. PROBLEMATIZAÇÃO DA PESQUISA	20
2.1. OBJETIVO GERAL.....	20
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
3. REFERENCIAL TEÓRICO	22
3.1. <i>RETROFIT</i>	22
3.2. MEDIDAS DE EFICIÊNCIA	26
3.3. ABORDAGEM MULTIOBJETIVA.....	37
3.4. ANÁLISE ECONÔMICA.....	39
3.5. ABORDAGEM SISTEMÁTICA AO <i>RETROFIT</i> DE EDIFÍCIOS.....	40
3.6. ANOMALIAS CONSTRUTIVAS	43
3.7. MANUTENÇÃO	43
4. PERCURSO METODOLÓGICO DE PESQUISA	46
4.1. PESQUISA	46
4.2. CONTEXTO DE PESQUISA.....	47
4.3. COLETA DE DADOS.....	51
4.4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE DADOS.....	51
4.4.1 Consumo de água	52
4.4.1.1 Controle de vazamentos	57
4.4.1.2 Hidrômetro individual	60
4.4.1.3 Captação de água pluvial.....	63
4.4.2 Consumo energético	65
4.4.2.1 Atualização do sistema de iluminação	71
4.4.2.2 Sistema de refrigeração	74
4.4.2.3 Utilização de sistema SCADA	75
4.4.2.4 Adequação do sistema de elevadores	75
4.4.2.5 Geração própria de energia	77
4.4.2.5.1 Energia eólica	77
4.4.2.5.2 Painéis fotovoltaicos	78
4.4.3 Manutenção	80
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	89
REFERÊNCIAS	92
APÊNDICE 1 - PLANILHA DE DETALHAMENTO DE MANUTENÇÃO 2012	95

APÊNDICE 2 - PLANILHA DE DETALHAMENTO DE MANUTENÇÃO 2013	96
APÊNDICE 3 - PLANILHA DE DETALHAMENTO DE MANUTENÇÃO 2014	97
APÊNDICE 4 - PLANILHA DE DETALHAMENTO DE MANUTENÇÃO 2015	98
APÊNDICE 5 - PLANILHA DE DETALHAMENTO DE MANUTENÇÃO 2016	99

1. INTRODUÇÃO

O processo de degradação do meio ambiente cresce significativamente desde o momento em que os seres humanos passaram a utilizar os recursos naturais para além de suas necessidades de subsistência.

Apesar das inovações tecnológicas vistas nos últimos anos, o crescimento populacional e a necessidade de consumo aumentam, frente a este avanço, e a agressão ao meio ambiente é cada vez mais explícita e os recursos igualmente escassos.

As cidades estão enraizadas com o que as constituem, edifícios, casas, ruas e habitantes que fazem parte do macro universo urbano e estão intimamente ligados com as histórias pessoais e raízes de seus habitantes. Sendo assim, a manutenção e a revitalização de centros urbanos são essenciais para um bom funcionamento e bem-estar nas cidades.

Os centros urbanos das metrópoles são os responsáveis por concentrar a maior parte do patrimônio histórico, artístico e arquitetônico de uma cidade, pois historicamente é nos centros que estas iniciam, evoluem e crescem.

Com este crescimento a tendência é que também os centros urbanos passem a ter áreas que não são mais ocupadas acontecendo assim a degradação, que gera a problemas econômicos e também culturais.

O Estado tem em sua responsabilidade a reversão da degradação e a mudança do cenário, por meio de ações de revitalização e recuperação das áreas centrais urbanas.

Em busca por um equilíbrio ambiental que já não é mais visto globalmente a sociedade, que não para de evoluir, tem procurado formas de minimizar impactos e desenvolver soluções ambientais. Estas atitudes vão ao encontro dos protocolos e resoluções, que ao longo do tempo tem se constituído, para a redução do efeito de gases estufa e desaceleração do aumento de temperatura global.

Sabendo que “edifícios, que representam quase 40% da demanda global de energia deste século e 30% do crescimento projetado na demanda de energia

atual em 2050, tendem a desempenhar um papel fundamental neste processo¹” (IEA 2008b) apud (Houser, 2009, p. 1). Fica evidente a relevância que a sustentabilidade dos edifícios possui por conterem um papel fundamental na manutenção da qualidade de vida no planeta.

Com o objetivo de reduzir o consumo de energia e melhorar a eficiência de edifícios, tanto residenciais quanto comerciais e industriais, um *design* integrado e orgânico tem sido utilizado globalmente “Esta abordagem é especialmente necessária quando projetamos edifícios de alto desempenho visando o consumo de energia próximo a zero e o nível de emissão carbono neutro²” (IHM & Krarti, 2012, p. 81).

Edifícios são responsáveis por gastos de energia elétrica e de água, pois são comuns vazamentos “escondidos” no sistema, falta de conscientização dos residentes sobre racionamento, tanto energético quanto hidráulico. Estes gastos tendem a ser reduzidos com investimentos simples de prevenção como troca de lâmpadas ineficientes e revisão da vedação de encanamentos.

Os edifícios quando bem planejados e conservados tendem a atender os requisitos referentes ao desempenho térmico, estrutural, aos sistemas hidro sanitários e relativos a eficiência energética, gerando mecanismos de avaliação destes parâmetros que podem ser constituídos como elementos de manutenção ou *retrofit*.

A instalação de equipamentos visando a maior eficiência para que os seus residentes ganhem qualidade de vida e o tempo útil dos edifícios seja ampliado, também passam a ser elementos de atenção. Em relação a vida útil dos edifícios,

Na esfera Internacional, organizações como o ACI (*American Concrete Institute*), a fib (*Fédération Internationale Du Béton*), a RILEM (*Reunion Internationale de Laboratoires D'essais et Materiaux*), a ISO (*International Standards Organization*), entre outras, há anos têm trabalhado para melhorias deste setor, inserindo novos conceitos na Indústria da Construção em prol da durabilidade e aumento da vida útil das construções. Vários documentos publicados por estas instituições têm introduzido, ao longo dos anos, soluções relevantes tanto do ponto de vista de durabilidade quanto do ponto de vista econômico. Um destaque especial é conferido ao fib 53 (2010) “*Design of durable concrete structures*” o qual tem o intuito de identificar modelos

¹“*buildings, wich account for nearly 40 percent of global energy demand today and 30 percent of projected growth in energy demand between now and 2050, will play a critical role in this process*” IEA 2008b) apud (HOUSER, 2009, p. 1).

²“*This approach is especially required when designing high performance buildings targeting net-zero energy use and carbon-neutral level*” (IHM e KRARTI, 2012, p.81).

consensuais relacionados à durabilidade e preparar uma estrutura física voltada à normalização do projeto baseada na aproximação de desempenho (POSSANI & DEMOLINER, 2013, p. 2).

Para o Brasil, a Norma de Desempenho³ (NBR 15575), lançada em 2013 é considerada como o documento normativo relativo ao desempenho de edifícios, pois estabelece uma sistemática de avaliação de tecnologias e elementos estruturados por meio de requisitos e critérios de desempenho definidos nas normas técnicas brasileiras vigentes.

Na Figura 1, apresentada por Possani e Demoliner (2013, p.7) verifica-se a importância da manutenção predial, sendo relevante ressaltar que cada morador também deve realizar manutenções constantes para garantir a ampliação da vida útil do edifício.

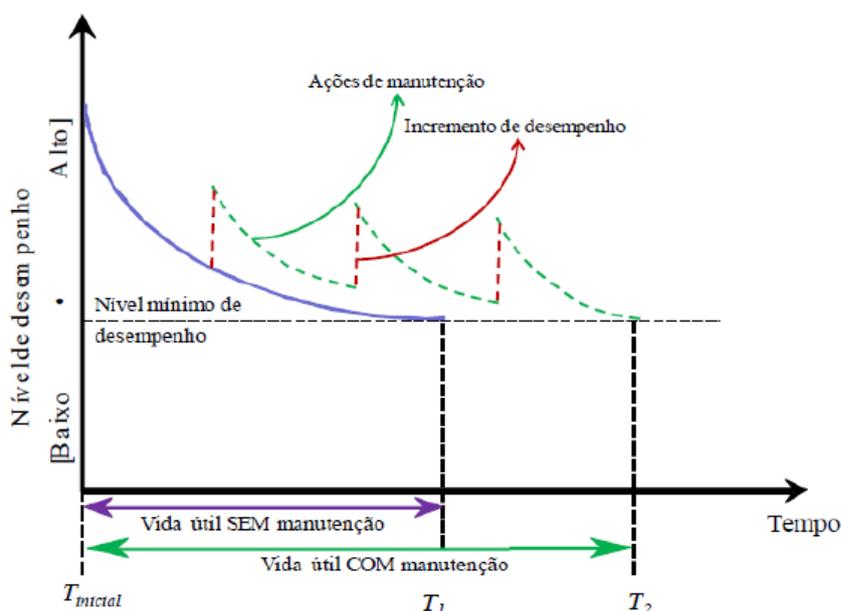


Figura 1 Vida útil com e sem manutenção

Parâmetros de eficiência e também o *design* inteligente, podem ser mais facilmente implantados em projetos de construções atuais, porém, há uma defasagem em relação aos edifícios mais antigos por estas questões não serem relevantes no período das suas construções.

³Norma de Desempenho (NBR 15575) Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/noticias/5318-coletanea-de-normas-de-edificacoes-habitacionais-desempenho-serie-abnt-nbr-15575>> Acesso em: 11 de out. de 2017.

Estudar a viabilidade de projetos de atualização de edifícios residenciais mais antigos é essencial para a manutenção e sustentabilidade das cidades, além da importância na reabilitação do patrimônio arquitetônico que também auxilia na manutenção da memória e da preservação da identidade local.

Entende-se que *retrofit*, como um conjunto de ações para beneficiamento e recuperação de determinado bem, pode ser uma possibilidade de melhoria em relação ao patrimônio de uma região.

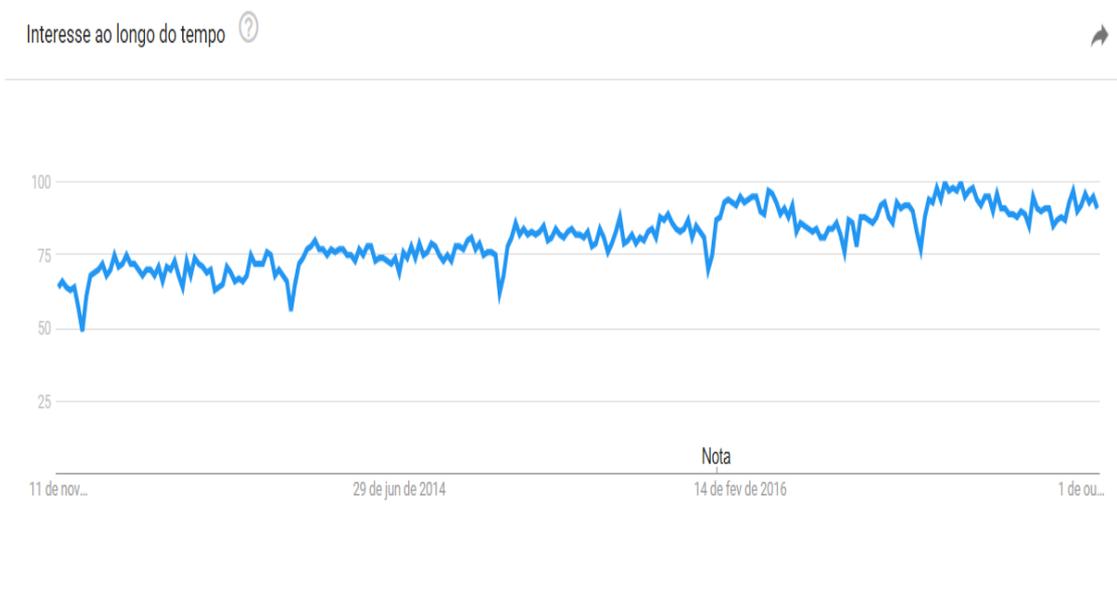
Esta possibilidade de intervenção leva em consideração os seguintes elementos fundamentais para maior conforto e qualidade nos edifícios de habitação:

- Economizar energia e água, pois o consumo contínuo impacta ambientalmente nos gastos dos edifícios;
- Possibilitar a salubridade do edifício, por meio da iluminação e da ventilação natural;
- Possibilitar maior durabilidade do edifício, por meio de produtos e de técnicas mais sustentáveis e duráveis, sem interferir na resistência exigida num edifício.

Os estudos referentes à renovação predial tendem a evoluir, mas para tal torna-se necessário o aprofundamento sobre o tema e a busca por procedimentos mais adequados e baratos para que residentes e condôminos consigam investir nestas mudanças, que tendem a oferecer melhorias eficazes por custos menores.

O *retrofit*, como elemento de intervenção está crescendo no mundo e no Brasil, mas pode ser considerado um desafio por suas características de sustentabilidade e de inovação. Portanto é importante que existam cada vez mais estudos como este e pesquisas que possam demonstrar a viabilidade da aplicação de métodos de eficiência em edifícios residenciais.

Para este estudo realizou-se um levantamento sobre a busca pela palavra *retrofit* no *Google Trends*, a seguir na Figura 2 Gráfico - Busca *Google Trends* – Termo *retrofit* 2017, apresenta-se os resultados, dos últimos cinco anos no Mundo.



4

Figura 2 Gráfico - Busca *Google Trends* – Termo *retrofit* 2017



Figura 3 Mapa - Busca *Google Trends* – Termo *retrofit* 2017

Percebe-se nas Figura 2 e 3 – Gráfico Busca *Google Trends* – Termo *retrofit* 2017 e Mapa - Busca *Google Trends* – Termo *retrofit* 2017, um processo interessante de crescimento em relação ao interesse pelo *termo*, mas entende-se que cada

⁴Interesse ao longo do tempo - Os números representam o interesse de pesquisa relativo ao ponto mais alto no gráfico de uma determinada região em um dado período. Um valor de 100 é o pico de popularidade de um termo. Um valor de 50 significa que o termo teve metade da popularidade. Da mesma forma, uma pontuação de 0 significa que o termo teve menos de 1% da popularidade que o pico.

⁵Interesse por região: Os valores são calculados em uma escala de 0 a 100, em que 1000 é o local com maior popularidade como uma fração do total de pesquisas naquele local; 50 indica um local que tem a metade da popularidade; e 0 indica um local em que o termo tem menos de 1% da popularidade daquele local com maior número de pesquisas.

vez mais este processo tenderá a ser utilizado para ampliar a vida útil dos edifícios.

Verifica-se que o *retrofit*, se faz relevante para este estudo que busca analisar a aplicação deste processo alinhado à gestão de recursos em edifícios residenciais, como exposto neste capítulo.

No capítulo dois apresenta-se a problematização da pesquisa, o Objetivo Geral e os Objetivos específicos que norteiam este estudo.

No capítulo três é publicado o referencial teórico, decorrente das diferentes leituras de artigos científicos, livros, dissertações e teses nacionais e internacionais sobre a temática deste estudo. A revisão de literatura ofereceu a base para a análise dos dados coletados e para alcançar os elementos propostos na problematização, por meio dos seguintes subitens: *retrofit*, medidas de eficiência, abordagem multiobjetivas, análise econômica, abordagem sistemática ao *retrofit* de edifícios, anomalias construtivas e manutenção.

No capítulo quatro apresenta-se o contexto (ambiente em estudo), a metodologia de pesquisa e o processo de análise de dados que revelou a importância de sugerir ações de mudança no edifício em estudo, como o consumo de água, o controle de vazamentos, hidrômetros individuais, captação de água fluvial, consumo energético, atualização do sistema de iluminação e de refrigeração, adequação do sistema de elevadores, geração própria de energia, energia eólica, painéis fotovoltaicos e da manutenção.

No capítulo cinco expõem-se as considerações finais referentes a análise realizada e as contribuições do estudo em relação a problematização e os objetivos de pesquisa.

2. PROBLEMATIZAÇÃO DA PESQUISA

O *retrofit* como apresentado até este momento neste estudo pode ser considerado como um processo inovador capaz de auxiliar a sustentabilidade e a vida útil dos edifícios.

Entende-se que a degradação prematura das edificações ou suas partes, os gastos excessivos com manutenção e a diminuição da qualidade de vida dos condôminos tende a ser um ponto de alerta em todo o mundo e principalmente no Brasil, onde muitas vezes a qualidade do material investido nas construções não atende as normas de desempenho como cita Guimarães (2014),

Atualmente, o conceito de sustentabilidade surge interligado com o de *retrofit*, ao destacar a preservação dos valores culturais e a reutilização do que está construído, poupando recursos e energia. Segundo Delgado (apud LIMA; BRAGANÇA; MATEUS, 2012), a reabilitação tem que ser entendida como a oportunidade de promover a sustentabilidade ambiental, já que pode unir a preservação do patrimônio, a atualização das condições de funcionamento e conforto, e a melhoria do desempenho ambiental (GUIMARÃES, 2014, p. 21).

Os elementos apresentados suscitaram o interesse do pesquisador gerando a problematização que é o foco central deste trabalho de conclusão de curso, que se apresenta por meio da seguinte pergunta: Quais as contribuições da análise da aplicação do *retrofit* alinhada à gestão de recursos em edifícios residenciais?

2.1. OBJETIVO GERAL

Na busca por respostas para a pergunta que norteia este trabalho, apresenta-se como objetivo geral:

- Analisar a aplicação do *retrofit* alinhada à gestão de recursos em edifícios residenciais.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar as características do *retrofit*.

- Identificar custo e periodicidade de manutenções corretivas e preventivas assim como custos e consumo de água e de energia na administração de um edifício residencial.
- Analisar as ações de manutenção e benfeitorias como características de *retrofit* e possíveis implantações para melhoria da eficiência energética e consumo de água.

O capítulo a seguir exibirá a revisão de literatura que oferece subsídios a análise dos dados coletados durante este estudo.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

As edificações de acordo com seus projetos de construção tendem a tornarem-se obsoletas, devido ao surgimento de novos materiais e recursos que os avanços tecnológicos oferecem, além dos desgastes causados pelo próprio uso.

A renovação urbana das cidades brasileiras tende a proporcionar o avanço no desenvolvimento de metodologias e procedimentos técnicos com o objetivo de promover a reabilitação das construções existentes.

Entende-se que os edifícios residenciais comportam intensa atividade humana e representam uma enorme parcela de consumo de energia, água e espaço. Sobre a ameaça de mudanças climáticas e aumento da incerteza em relação ao futuro do custo e preço da energia, medidas focando a melhoria de eficiência energética têm sido estudadas em todos os setores.

Torna-se latente a preocupação em relação ao equilíbrio entre uma infraestrutura e conservação que auxilie a manutenção de estruturas de qualidade de vida mais adequadas, a conservação e proteção do meio ambiente.

Expõe-se a seguir os conceitos de *retrofit*, medidas de eficiência, abordagem multiobjetiva, análise econômica, abordagem sistemática de edifícios, com o objetivo de elucidar conceitos relevantes para este estudo.

3.1. RETROFIT

Inicia-se com o conceito de *retrofit* que segundo os autores significa, “[...] *retrofit* é a conjunção dos termos *retro*, oriundo do latim que significa movimentar-se para trás, e de *fit*, do inglês, que significa adaptação, ajuste” segundo Barrientos (2004) *apud* (MORAES & QUELHAS, 2011, p. 5) e tem seu início histórico o período final da década de noventa nos Estados Unidos e na Europa.

As primeiras utilizações estavam ligadas a indústria aeronáutica quando se referiam a atualização de aeronaves ou aos novos equipamentos disponíveis no mercado. Com o passar do tempo o termo *retrofit* passou a ser utilizado também na Construção Civil.

Michaelis, Luft (1987), Ferreira (1977) e Austrália ICOMOS (1999) definem o termo "reformatar" como "ato de dar nova forma, mudança para melhor, formar novamente, reconstruir, reorganizar". Já o termo "recuperar" é definido como sendo o ato de "recobrar, tornar a adquirir, reabilitar-se, restabelecer". Ainda, a palavra "restaurar", segundo os mesmos autores, significa "consertar, reparar, tornar a pôr em vigor, restabelecer, repor em bom estado, renovar". Austrália ICOMOS (1999)⁸ define o termo restauração como o ato de devolver ao corpo construído suas características originais, seja removendo componentes ou recompondo-os sem a introdução de novos materiais. O termo restauração deve ser entendido como uma intervenção a um patrimônio que visa preservar os seus valores estéticos e históricos originais (CROITOR & MELHADO, 2009, p. 3).

Em relação ao crescimento do *retrofit* em outros países os autores Croitor e Melhado (2009) apresentam que no

Euroconstruct (2006), o mercado de construção residencial foi responsável, somente nos países europeus, pela movimentação de 642 bilhões de euros, em 2005. Desse total, aproximadamente 302 bilhões de euros (47%) foram aplicados em obras de reabilitação de edifícios residenciais. No universo da construção civil, as obras de reabilitação representaram 36% do volume de recursos aplicados em 2005. [...] Embora a previsão de crescimento do investimento em reabilitação na União Europeia, para o período 2008-2009, em construções não-residenciais seja menor do que em construções novas (3,0% ao ano), países, como a Áustria, continuam destinando uma parcela significativa dos investimentos para reabilitação de edifícios (CROITOR & MELHADO, 2009, p. 1).

Verifica-se que o conceito de *retrofit* implica em colocar o ultrapassado, antigo, novamente em forma. Esse conceito tem sido cada vez mais aplicado no mercado de construção civil, na revitalização e readequação de edifícios.

Além de reformas, o *retrofit* pode incluir uma série de modernizações estruturais e energéticas preservando e aproveitando a estrutura já existente e trazendo redução de custos e uso de recursos, ampliando a vida útil do edifício.

Projetos de reabilitação encontram, normalmente, limitações impostas pelo projeto arquitetônico da edificação. Um dos grandes desafios para os projetistas é a adequação às exigências legais e às necessidades atuais, por sistemas de automação, sistemas prediais e flexibilidade de uso dos ambientes, devido às limitações físicas dos edifícios antigos. A decisão de reabilitar um edifício deve ser fruto da análise de estudos de viabilidade técnico-comercial (CROITOR & MELHADO, 2009, p. 2).

Realizar um *retrofit* em edifícios já existentes oferece inúmeras oportunidades, porém, muitos desafios devido às incertezas como: mudanças climáticas, comportamentais, de prestação de serviços, além de políticas

públicas. Cada uma dessas variáveis interfere em como o projeto deve ser conduzido para ser efetivo e viável. É importante levar em conta que cada edifício é um sistema a parte e possui seu “ecossistema”, como bem destaca Zhenjun et al. (2012).

Os subsistemas em edifícios são altamente interativos. Medidas de modernização diferentes podem ter diferentes impactos sobre subsistemas de construção associados devido a essas interações, o que resulta que a seleção das tecnologias de conversão torna-se muito complexa. Lidar com essas incertezas e interações do sistema é um desafio técnico notável em qualquer projeto de construção de *retrofit* sustentável. Outros desafios podem incluir limitações financeiras e barreiras, longos períodos de retorno percebidos, e interrupções nas operações (ZHENJUN, COOPER, DALY, & ILEDO, 2012, p. 891).⁶

Apesar das dificuldades em estabelecer um *retrofit*, vários fatores justificam o uso deste processo, como:

Aproveitamento da infraestrutura existente no entorno e da sua localização, impacto na paisagem urbana, preservação do patrimônio histórico e cultural, déficit habitacional e a sustentabilidade ambiental é mais econômica e eficiente do que a demolição seguida de uma reconstrução (MORAES & QUELHAS, 2011, p. 7).

Muitas vezes não são realizados os projetos de *retrofit* devido à escassez de recursos e a dificuldade na justificativa de implementação de reformas resultantes de um sistema complexo no qual cada sistema menor influencia o conjunto.

Entende-se que além da eficiência geral, a eficácia dos sistemas menores que são interdependentes é fundamental, o que torna os problemas mais desafiadores para a implantação do *retrofit* nos edifícios, como cita Asadi et al (2012).

⁶ *The subsystems in buildings are highly interactive. Different retrofit measures may have different impacts on associated building sub-systems due to these interactions, which results that the selection of the retrofit technologies becomes very complex. Dealing with these uncertainties and system interactions is a considerable technical challenge in any sustainable building retrofit project. Other challenges may include financial limitations and barriers, perceived long payback periods, and interruptions to operations (Zhenjun, et al, 2012, p. 891).*

Avaliação *retrofit* de um edifício completo é difícil de realizar, porque um edifício e seu entorno são sistemas complexos (os fatores econômicos, técnico, tecnológico, ecológico, social, conforto e aspectos estéticos, entre outros, devem ser levados em conta) (ASADI, SILVA, & DIAS, 2012, p. 1)⁷.

Percebe-se ser importante caracterizar os tipos de *retrofit* como apresentado no Quadro 1 Graus de intervenção do *retrofit*, fundamentados no grau de intervenção implantado (BARRIENTOS, 2004), adaptado pelo autor deste estudo.

Retrofit	Ação	Tipos de serviços
Rápido: em edifícios com um estado de conservação satisfatório ou razoável.	Realização de pequenos reparos e benfeitorias constantes.	Serviços de recuperação de instalações e dos revestimentos internos.
Médio: em edifícios com um estado de conservação satisfatório ou razoável. Pode ser necessária a mudança de <i>layout</i> interno, com a garantia do uso original do imóvel.	Realização de pequenos reparos e ampliação para intervenções um pouco mais abrangentes.	Serviços de intervenção em fachadas. Mudanças nos sistemas de instalações. Reparos e eventuais reforços de elementos estruturais. Adequação das áreas comuns e das condições funcionais.
Profundo: em edifícios em estado de conservação ruim. Pode ser necessária mudanças como demolições e reconstruções,	Realização da substituição parcial ou total de pavimentos, paredes e divisórias. Realização de intervenções com mudança de <i>layout</i> desde a compartimentação até a própria estrutura do telhado.	Serviços para a resolução de problemas estruturais e para a reestruturação das partes comuns, incluindo redes horizontais e verticais. Substituição das partes de carpintaria. Realização de novos revestimentos, do pavimento inferior ao telhado.

⁷ A thorough building's retrofit evaluation is quite difficult to undertake, because a building and its environment are complex systems (since economical, technical, technological, ecological, social, comfort, and esthetical aspects, among others must be taken into account)

Excepcional: em edificações históricas ou localizadas em áreas protegidas.	Realização de atividades complexas e muito onerosas (custo aproximasse ao valor de uma nova construção com áreas e características semelhantes, ou ultrapassa).	Serviços com um amplo grau de complexidade, desde a base até a estrutura geral do edifício
--	---	--

Quadro 1 Graus de intervenção do *retrofit*

A complexidade do *retrofit* é igualmente correspondente aos seus resultados, sendo que ao ser implementado eficientemente, poderá oferecer mudanças tanto culturais quanto financeiras que podem ser constatadas a curto, médio e longo prazo.

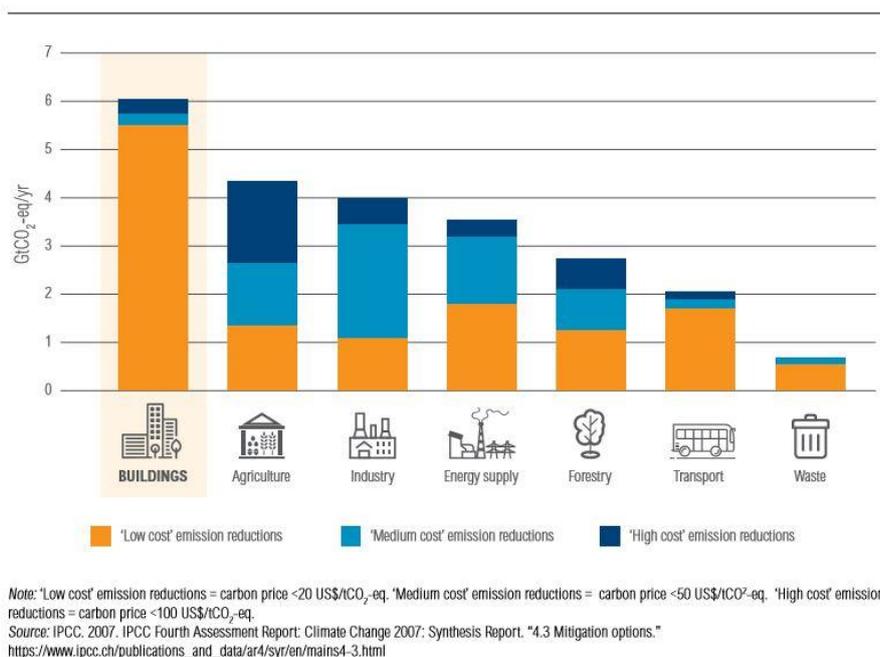
3.2. MEDIDAS DE EFICIÊNCIA

Quando se trata de medidas de eficiência, pode-se destacar o potencial que os edifícios possuem para a melhoria de eficiência energética. De acordo com os estudos de Becqué (2016),

Edifícios residenciais e comerciais compõem cerca de 34 por cento das oportunidades de melhorar a produtividade de energia. Quando comparado a outros setores, o setor dos edifícios tem o maior potencial não consumado de economia energética e de emissões, de baixo custo (BECQUÉ, et al., 2016, p. s/n) ⁸.

As reduções com menor custo e maior impacto são representadas pelos edifícios, em comparação com outros setores, como agricultura e indústria, que apresentam menores potenciais mitigadores devido aos seus elevados custos, conforme apresenta a Figura 4 Potencial de mitigação por setor, 2030, a seguir.

⁸ Residential and commercial buildings make up approximately 34 percent of the opportunity to improve energy productivity. When compared to other sectors, the buildings sector has the largest unrealized potential for cost-effective energy and emissions savings (BECQUÉ, et al., 2016, p. s/n).



9

Figura 4 Potencial de mitigação por setor, 2030

No Brasil, em 2012, o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade de Tecnologia (INMETRO) junto com a Eletrobrás criaram as primeiras etiquetas de eficiência energética residencial. A etiqueta é intitulada Etiqueta Nacional de Conservação de Energia para residências e edifícios multifamiliares que faz parte do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE).

O programa tem como objetivo classificar o desempenho dos edifícios por meio da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE). Os parâmetros denotados são por faixas, nas quais: **A**, corresponde mais eficiente e **E**, menos eficiente. Essas faixas também correspondem à eficiência dos eletrodomésticos. Pode-se observar nas Figuras 5 e 6 as Etiquetas do Rótulo de eficiência energética – Edificação Multifamiliar e de Áreas de uso Comum – INMETRO.

⁹ Disponível em: <https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/en/mains4-3.html>
Acesso em: out. 2017.



Figura 5 Etiqueta de eficiência energética – Edificação Multifamiliar- INMETRO

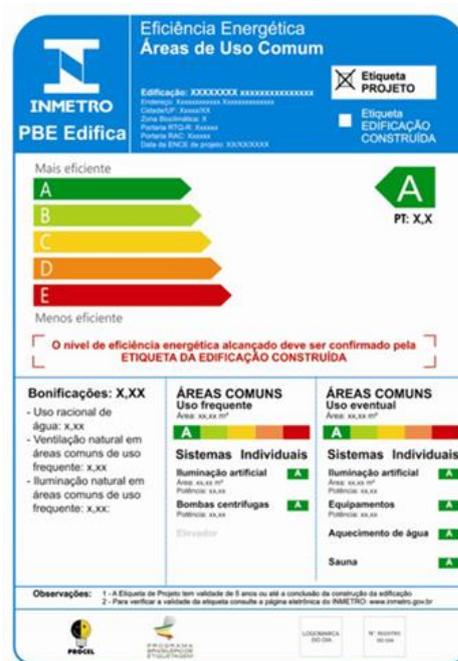


Figura 6 Etiqueta de eficiência energética - Áreas de Uso Comum INMETRO

A etiquetagem traz informações relevantes às construtoras, compradores, vendedores e corretoras para que a eficiência energética seja mais um

diferencial que agregue valor aos edifícios, além do que já é comercializado normalmente.

O presidente do INMETRO João Jornada¹⁰, em exercício em 2010, destacou na época que

Eficiência energética significa mais economia, mais renda para utilizar em outras coisas e menos impacto ao meio ambiente. Há um comprometimento com a questão sustentável no país, toda a população está imbuída disso. Reduzir consumo de energia significa disponibilizar ao país mais recursos energéticos. É um passaporte para a travessia ao Primeiro Mundo. Aos incorporadores, procurem a etiqueta, apostem no programa e façam bons negócios. Eficiência energética só tem sentido se a população souber usar. [...]. A casa da gente diz muito da pessoa que somos e é um bem, uma escolha, na maioria dos casos, para toda uma vida (INMETRO, 2010).

A Etiqueta desenvolvida pelo Inmetro se baseia em dois métodos para determinar a eficiência, o método prescritivo e o método de simulação, como explica Melo (2012),

Em Fevereiro de 2009 foi aprovado sob a portaria de Nº 53 o Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C). Este regulamento visa a etiquetagem de edificações comerciais no Brasil, classificando pelo nível de eficiência energética e baseando-se em três requisitos principais: Eficiência e potência instalada do sistema de iluminação; Eficiência do sistema de condicionamento de ar e Desempenho térmico da envoltória da edificação, quando a mesma for condicionada. O RTQ-C apresenta dois métodos para a avaliação do nível final de eficiência da edificação: Método Prescritivo, através da utilização de um modelo simplificado; ou através do Método de Simulação (MELO, 2012, p. 5).

Como citado por Melo (2012), demonstra-se a seguir as definições e os esquemas referentes aos dois métodos, desenvolvidos pelo LabEEE¹¹.

¹⁰Lançamento do Programa de Etiquetagem de Edifícios Residenciais. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/noticias/verNoticia.asp?iacao=imprimir&seq_noticia=3151> Acesso em: 23 de out. 2016.

¹¹LabEEE - O LABORATÓRIO de EFICIÊNCIA ENERGÉTICA em EDIFICAÇÕES foi criado no ano de 1996 e está vinculado ao Núcleo de Pesquisa em Construção do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina. Atua visando reduzir o consumo específico de energia em edificações novas e existentes, através da implantação de novas tecnologias de iluminação, condicionamento de ar e isolamento térmico sem, no entanto, reduzir os níveis de conforto. Disponível em: <<http://www.labee.ufsc.br/projetos/s3e/metodos-de-etiquetagem>> Acesso em: 02 de set. 2017.

Método prescritivo: procedimento analítico onde são aplicadas equações que utilizam como entrada informações relativas às características do revestimento (arquitetônico e de construção), condicionamento de ar e iluminação. A pontuação obtida determina a classificação de eficiência da edificação entre: A, B, C, D ou E, sendo A a mais efetiva.



Figura 7 Método Prescritivo – Fonte LabEEE 2013¹²

Método de simulação: se baseia em comparar o desempenho térmico e energético da edificação real com edificações de referência, classificadas em A, B, C e D. Para isso é necessária a realização da simulação dos modelos reais e de referência, por meio de um software especializado.

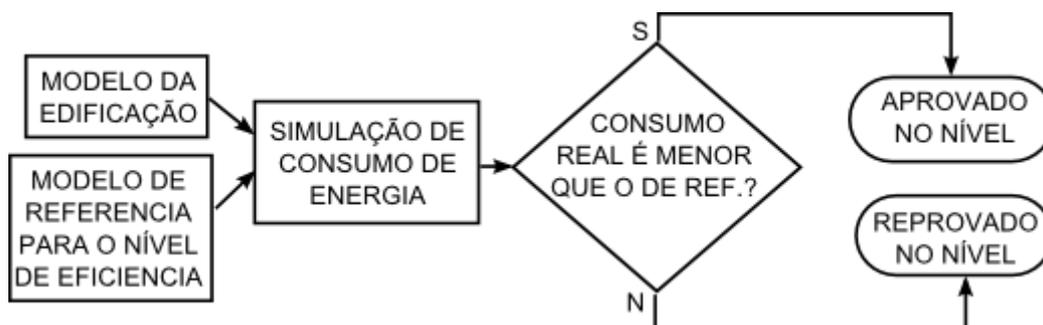


Figura 8 Método de simulação – Fonte LabEEE 2013

Para este estudo observa-se que a cartilha do Ministério das Minas e energias - (Energias, 2015)¹³, pode oferecer informações e sugestões de ações que possibilitem a equalização do consumo de energia, pois “no Brasil, o consumo de energia elétrica nas edificações residenciais e comerciais, de

¹²Disponível em: <<http://www.labeee.ufsc.br/projetos/s3e/metodos-de-etiquetagem>> Acesso em: 02 de set. 2017.

¹³Cartilha do Ministério das Minas e Energias - O que fazer para tornar mais eficiente o uso de energia elétrica em prédios públicos. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/10584/1985241/cartilha+ENERGIA+op1.pdf>> Acesso em: 22 de set. 2017

serviços e públicas, corresponde a aproximadamente 50% do total da eletricidade consumida no país” (ENERGIAS, 2015, s/n).

O Governo Federal também oferece o Selo Procel de Economia de Energia para Edificações, resultante do trabalho do Inmetro (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia), com o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, e o Procel (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica), sob a coordenação do Ministério de Minas e Energia, com a Secretaria Executiva da Eletrobrás.



Figura 9 Selo Procel

A Cartilha - O que fazer para tornar mais eficiente o uso de energia elétrica em prédios públicos (2015) destaca que as “Edificações novas construídas de acordo com os padrões instituídos pela Etiqueta PBE Edifica, podem obter uma economia de até 50%; já as edificações existentes que sofrerem grandes reformas, uma economia de até 30%”.

Neste documento do MME (2015, s/n), apresenta que muitas vezes reduzir o consumo de uma edificação depende, não só da parte técnica, mas também da parte estética e arquitetônica de um edifício. “Um edifício é mais eficiente energeticamente que outro quando proporciona as mesmas condições ambientais com menor consumo de energia”.

Na Cartilha - O que fazer para tornar mais eficiente o uso de energia elétrica em prédios públicos (2015, s/n) também mostra que “Um edifício é mais eficiente energeticamente que outro, quando proporciona as mesmas condições ambientais, com menor consumo de energia”.

Identifica-se que dependendo do material instalado, pode haver transferência de calor do Sol elevada para o interior do edifício. Quanto mais elevada a temperatura interna mais será gasto para o resfriamento e conforto térmico. Um ponto a se levar em consideração é que o conforto é algo que influencia diretamente a qualidade de vida dos residentes.

Entende-se que materiais de alta capacidade de isolamento térmico podem ser aplicados para redução de efeitos da radiação solar nas paredes, assim como pinturas com cores claras para aumentar a refletância, como pode-se observar no exemplo da Figura 10 Exemplos de eficiência em relação a radiação solar, a utilização das cores adequadas, espaços envidraçados e o cuidado com o isolamento.



Figura 10 Exemplos de eficiência em relação a radiação solar

¹⁴Disponível em: < https://scontent-sea1-1.cdninstagram.com/t51.2885-15/s480x480/e35/22278135_139102743377656_7294893272403542016_n.jpg?ig_cache_key=MTYxODMwNzk2NzA3MTgyMzAyMg%3D%3D.2 > Acesso em: 02 de out. de 2017

Ao permitirem diferentes níveis de penetração de luz, calor e até de vedação, portas e janelas podem influenciar desde a circulação de ar até a intensidade luminosa. Segundo a Cartilha - O que fazer para tornar mais eficiente o uso de energia elétrica em prédios públicos (2015, s/n) “Para amenizar os efeitos do calor externo, podem ser utilizadas películas bloqueadoras solares nos vidros ou instalados dispositivos externos como toldos ou *brises*, que bloqueiam o sol direto, mas não a luz indireta”, como observa-se nas Figuras 15 e 16 Exemplos de *Brise*.

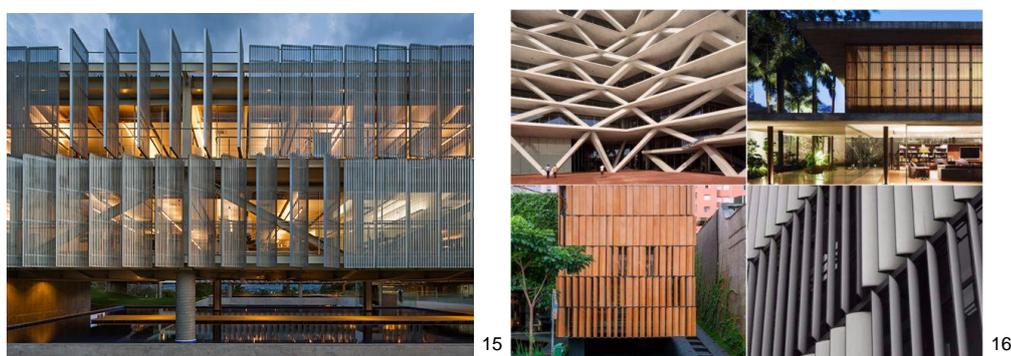


Figura 11 Exemplos de *Brise*

Pode-se perceber que quando os sistemas de iluminação de instalações elétricas são mais antigos, por gerarem alto consumo energético, podem ser potenciais elementos para o processo de *retrofit* de energia.

Tendo a Cartilha - O que fazer para tornar mais eficiente o uso de energia elétrica em prédios públicos (2015, s/n) como base, é importante destacar que,

Os principais equipamentos utilizados em um sistema de iluminação eficiente são as lâmpadas, os sensores de presença, o sistema de gerenciamento do consumo de energia por controle digital, os reatores e as luminárias. As lâmpadas devem ter Selo Procel Classe A e as luminárias,

¹⁵ Fachada do SEBRAE Disponível em:

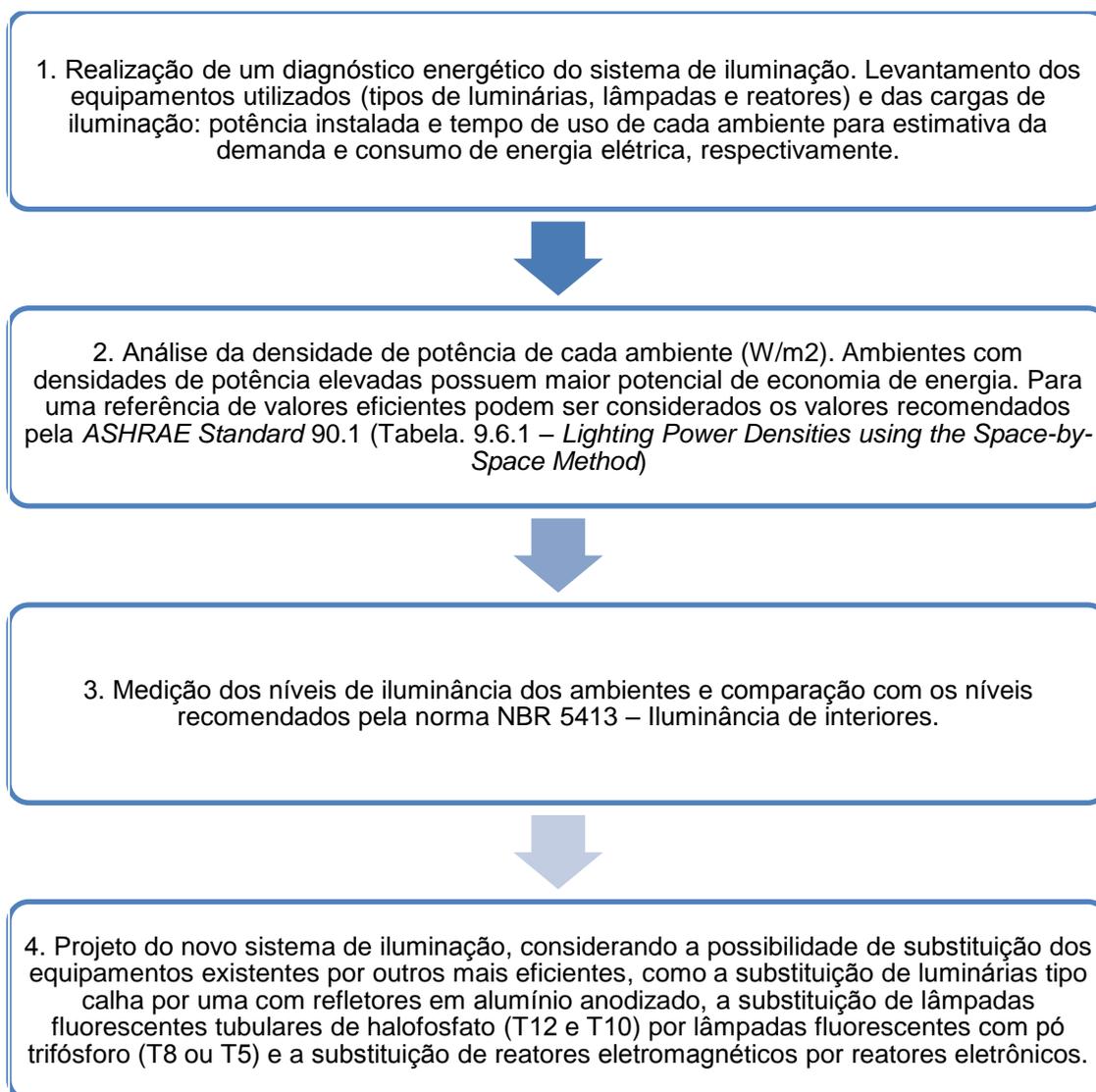
<[http://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Imagens%20SebraeNA/Brises%20%20-%20Brises%20na%20Fachada%20Frontal%20do%20Pr%c3%a9dio%20\(in%c3%adcio%20da%20noite\).jpg](http://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Imagens%20SebraeNA/Brises%20%20-%20Brises%20na%20Fachada%20Frontal%20do%20Pr%c3%a9dio%20(in%c3%adcio%20da%20noite).jpg)> Acesso: 21 nov. 2017

¹⁶Exemplos de Brises. Disponível em:

<<http://sustentarqui.com.br/wp-content/uploads/2017/06/brise-imagem-principal-624x468.jpg>> Acesso em: 11 de out. de 2017

fabricadas com tecnologia que permita a máxima reflexão da luz.

A substituição e a modernização do sistema de iluminação, ou *retrofit* do sistema e a análise do potencial de economia, podem ser planejados e executados a partir dos passos apresentados nas Figuras 12 e 13 Planejamento de alterações do sistema de iluminação – Parte 1 e 2, segundo (IWASHITA, 2009, p. s/n)¹⁷, que apesar de não ser tão comum o LED em 2009, é importante ver o que o autor afirma.



¹⁷Retrofit de sistemas de iluminação Iwashita (2009) Disponível em: <<https://www.osetoreletrico.com.br/retrofit-de-sistemas-de-iluminacao/>> Acesso em: set. de 2017.

Figura 12 Planejamento de alterações do sistema de iluminação – Parte 1

Nesta nova proposta, no Passo 4, segundo Iwashita (2009 s/n), é importante a adequação dos níveis de iluminância¹⁸ do ambiente de acordo com a norma NBR 5413. É relevante verificar a necessidade de redução ou aumento da quantidade de pontos de luz ou potências instaladas por ponto para adequação dos níveis de iluminância.

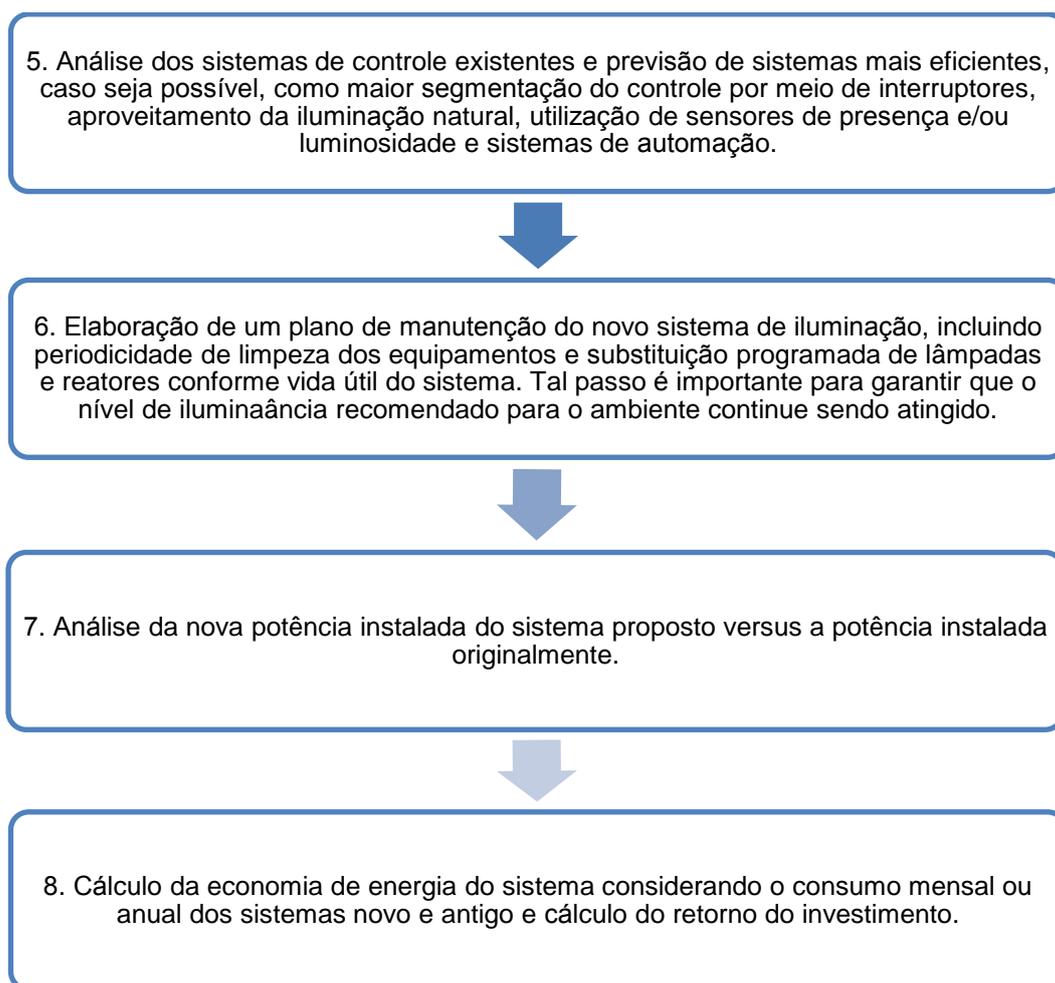


Figura 13 Planejamento de alterações do sistema de iluminação – Parte 2

¹⁸Iluminância: A densidade da quantidade da luz que é refletida, “que cai”, em determinada superfície e em certa direção e distância, chama-se iluminância. A unidade de medida da iluminância é expressa em lux, reconhecido mundialmente para a padronização. O símbolo da iluminância é E. Um Lux corresponde a uma unidade de iluminamento ou iluminância, ou seja, um lúmen para cada superfície de um metro quadrado. O luxímetro, também chamado de fotômetro é um aparelho que absorve e calcula a luminosidade de um local. Desenvolvido por Walter D’Arcy Ryan, desde o ano de 1909 é muito utilizado no ramo da construção civil e até na agricultura. Disponível em: <<https://www.borealled.com.br/luminancia-vs-iluminancia>> Acesso em: 21 nov. 2017.

Existem outros métodos de etiquetagem, cada um com determinada rigidez e metodologia específica de avaliação, como por exemplo: LEED - *Leadership in Energy and Environmental Design*, AQUA - Alta Qualidade Ambiental: (Lançada em 2008 como a primeira certificação criada no Brasil) e Casa Azul Caixa, que possuem estruturas diferentes de avaliação, tem custos igualmente diferentes.

Apesar de existirem diversas maneiras de avaliação e etiquetagem, os códigos de eficiência são comumente desenvolvidos como prescritivos, de *trade-off* simples, de performance, ou uma mistura destes.

Códigos prescritivos especificam os requisitos de desempenho para elementos tais como a parede e teto de isolamento, a janela e as especificações das portas, telhados e fundações, aquecimento, ventilação, ar-condicionado, a eficiência do equipamento, aquecimento de água, equipamentos de iluminação e controles. Esses códigos também podem incluir padrões esperados para a ventilação natural, sombreamento, e integração de energia renovável. "A principal forma de cumprimento é através da revisão de projeto e listas de verificação, como parte da permissão de edifício (BECQUÉ, et al., 2016, p. s/n).¹⁹

Os estudos de Becqué et al. (2016) revelam que o código simples de *trade-off* também prescreve desempenho para os componentes, porém permite trocas entre eles, por exemplo, menos isolamento, mas com janelas mais eficientes. Acrescenta que normalmente o cumprimento desses códigos é avaliado pela verificação dos desenhos de projetos e especificações que se referem aos padrões de materiais ou componentes apropriados, assim como o uso de *software* de simulação de energia simples.

Verifica-se no texto de Becqué (2016) que os códigos baseados no desempenho especificam um nível máximo do consumo de energia ou intensidade por todo o edifício a ser avaliado. Estes códigos exigem modelagem de energia sendo esta realizada na fase de concepção na qual ocorre uma comparação entre o prédio modelado e um similar, assim, verificando o

¹⁹ *Prescriptive codes specify performance requirements for elements such as wall and ceiling insulation, window and door specifications, roofs and foundations, heating, ventilation, air-conditioning, equipment efficiency, water heating, lighting fixtures, and controls. These codes can also include expected standards for natural ventilation, shading, and renewable energy integration. "The primary form of compliance is through design review and checklists as part of the building permit application process. (BECQUÉ, et al., 2016, p. s/n)*

cumprimento das normas. Em caso de *retrofit*, a análise precisa ser mais detalhada, com a comparação dos dados existentes.

Entende-se em concordância com Becqué et al. (2016) que

Não existe um código único da energia ou conjunto de requisitos que irão atender todos os tipos de economia e clima. Países e cidades em desenvolvimento terão que adequar códigos de energia de construção às melhores práticas existentes para o clima da área, bem como os recursos disponíveis localmente e tecnologias (BECQUÉ, et al., 2016, p. s/n)²⁰.

Percebe-se a necessidade da busca de uma solução que possa ser ajustada as condições climáticas e econômicas de cada local onde se pretende instalar os códigos.

3.3.ABORDAGEM MULTIOBJETIVA

O conjunto de ações de *retrofit* deve atingir uma combinação adequada de escolhas, como criação de sistema de captação de água, instalação de painéis solares, nova destinação a ambientes pouco utilizados e substituição do material de revestimento do edifício.

A abordagem multiobjetiva permite a definição de soluções adequadas simultaneamente em relação aos diversos aspectos considerados relevantes para a aplicação efetiva do *retrofit* e da manutenção.

Um problema de otimização pode ser formulado com apenas um objetivo. Essa abordagem chama-se mono-objetiva, segundo Andrade (2011) por meio desta é possível encontrar uma solução que seja a melhor para o problema considerado. Ele complementa explicando que a solução ideal, denominada o ótimo global, é aquela que apresenta “o melhor valor para a o cumprimento do objetivo fixado” (ANDRADE, et al., 2011, p. 1853).

²⁰ *There is no single energy code or set of requirements that will suit all types of economy and climate. Countries and cities developing building energy codes will need to tailor them to existing best practices for the area's climate as well as locally available resources and technologies (BECQUÉ, et al., 2016 p. s/n).*

A maioria dos problemas reais, contudo, não possui apenas um aspecto a ser otimizado e sim diversos, estes sendo usualmente conflitantes, ou seja, a melhoria em um aspecto pode representar a piora em outros e vice-versa.

Assim, constata-se que no contexto deste estudo, é inviável a utilização do conceito de ótimo global, pois o mono-objetivismo não tem validade para o todo. Tendo em vista que os diversos processos sob otimização podem ser extremamente conflitantes e não se torna possível definir somente uma única solução mais eficiente em todos os aspectos.

Não existem soluções que sejam melhores ou piores em todos os aspectos ao mesmo tempo, “Dessa forma, percebe-se que em problemas com mais de uma função objetiva, não existe apenas uma solução ótima, mas um conjunto de soluções consideradas boas” (ANDRADE, et al., 2011, p. 1853).

Este estudo considera uma abordagem multi-objetiva de estratégias de *retrofit*, portanto leva em conta parâmetros econômicos, de consumo, de qualidade de vida, de modernizações, além de técnicas diferenciadas com o objetivo de verificar as condições destes elementos.

As variáveis de decisão refletem todo o conjunto de medidas alternativas que estão disponíveis para o *retrofitting* do edifício (por exemplo, janelas, materiais de isolamento, etc.). Os objetivos a atingir (menor custo *retrofit* e máxima economia de energia) são definidas usando a formulações matemáticas não lineares ou lineares apropriadas. Além disso, o conjunto de soluções viáveis é delimitado com respeito a restrições lógicas, físicas e técnicas relacionadas com as variáveis de decisão e suas relações intermediárias (ASADI, SILVA, & DIAS, 2012, p. 82).²¹

Entende-se que seja necessário definir o objetivo de cada interferência, suas funções, eventuais restrições devido as condições climáticas ou financeiras e finalmente analisar se a solução sugerida é apropriada para o contexto onde está inserida.

²¹ *The decision variables reflect the whole set of alternative measures that are available for the retrofitting of the building (e.g. windows, insulation material, etc.). The objectives to be achieved (minimum retrofit cost and maximum energy savings) are defined using the appropriate linear or non-linear mathematical formulations. More-over, the set of feasible solutions is delimited with respect to logical, physical and technical constraints concerning the decision variables and their intermediary relations (ASADI, SILVA e DIAS, 2012, p.82).*

3.4. ANÁLISE ECONÔMICA

A escolha da readequação é uma troca entre investimento de capital e benefícios que é alcançada, após a transformação ser realizada, sendo assim, a análise econômica pode funcionar como um dos principais indicadores da viabilidade do *retrofit* e auxiliar na escolha das medidas mais eficientes energética e economicamente.

Uma variedade de métodos de análise econômica pode ser usada para verificar a viabilidade das reformas e medidas de modernização inclusas no *retrofitting*. Alguns deles, como o valor presente líquido, taxa interna de retorno, relação custo benefício e período de retorno simples, podem ser aplicados para avaliar a viabilidade econômica de uma medida única de *retrofit*.

Há muitos estudos relacionados a análise econômica da construção de medidas de eficiência energética. "Remer e Nieto identificou que o VPL (valor Presente Líquido VPL) é a técnica mais comum para avaliação ótima de energia dos edifícios entre 25 técnicas" (ZHENJUN, COOPER, DALY, & ILEDO, 2012, p. 892).²²

Alternativamente, os métodos de custo do ciclo de vida podem ser utilizado para analisar a eficácia de custo de várias alternativas de modernização, visando uma abordagem mais completa, porém igualmente mais complexa. Sendo que

O custo do ciclo de vida de qualquer ativo é definido como o custo do projeto original no estágio de idealização, engenharia detalhada, construção e instalação, mais o custo total de propriedade, incluindo custos de operação e manutenção e a substituição ao final da vida do ativo. (SKF - SERVICE MANAGEMENT SERVICE, s.d.)

Fica evidente a flexibilidade proporcionada na análise econômica possibilitando a aplicação de diversos métodos para avaliar a viabilidade dos projetos, além de poder ser utilizado como atrativo para a implementação de obras e também para o convencimento de investidores.

²² There are many studies related to economic analysis of building energy efficient measures. "Remer and Nieto identified that NPV (valor presente líquido VPL) is the most typical technique for optimal building energy assessment among 25 techniques" apud (Zhenjun, et al., 2012, pg 892).

3.5. ABORDAGEM SISTEMÁTICA AO *RETROFIT* DE EDIFÍCIOS

Devido à complexidade dos problemas abordados Zhenjun et al. (2012) desenvolveu um fluxograma – Figura 9 - Fluxograma sistemático para abordagem do *retrofit* predial - para a abordagem sistemática de métodos de *retrofit*.

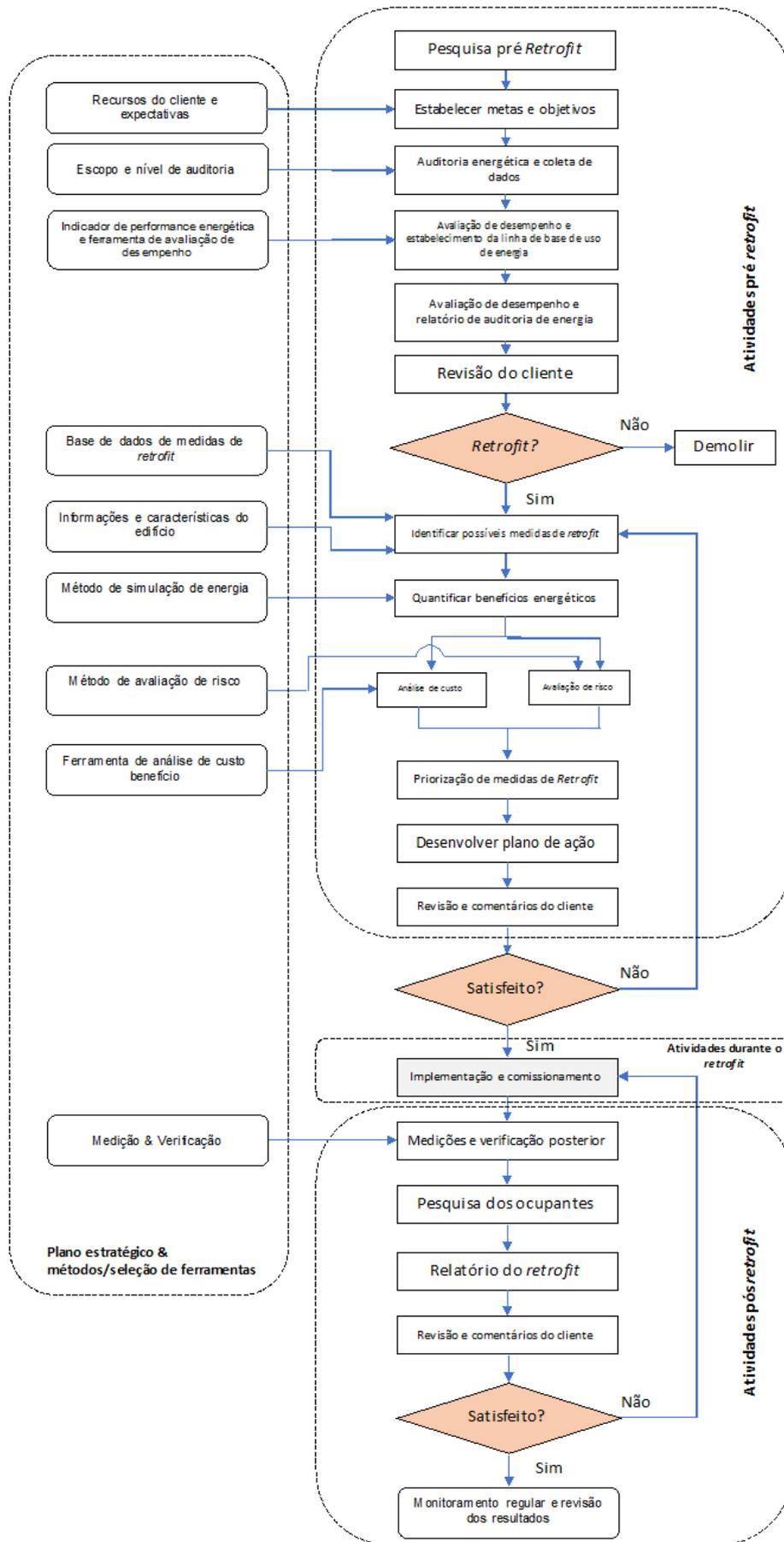


Figura 14 Fluxograma sistemático para abordagem do *retrofit* predial – ZHENJUN et al (2012) traduzido pelo autor.

Verifica-se que o fluxograma pode ser adaptado para outras análises de *retrofit*.

Para a escolha de qual a proposta ideal de *retrofit*, torna-se necessária uma abordagem que identifique, implemente e determine os melhores elementos a serem escolhidos, que em geral tem suas estratégias separadas em duas etapas:

- Planejamento estratégico e seleção de ferramentas que atendam o objetivo do projeto, ou seja, providenciar todas as informações e suporte fundamental para que a reforma seja viabilizada;
- Principais reformas que podem ocorrer no edifício para a implementação das melhorias no processo de *retrofit*.

Percebe-se que os principais requisitos técnicos que devem ser atendidos para que haja interesse na reabilitação de um edifício, são: a adequação do espaço a ser alterado, a viabilidade de custos, a manutenção da integridade da obra e as questões de sustentabilidade.

Arantes (2001) reconhece a primeira e mais evidente mudança conceitual encontrada em empreendimentos de reabilitação: "trabalhar com reabilitação implica em trabalhar sobre um projeto de outro autor". Roders (2006) identifica que, dependendo da maneira como o projeto original foi concebido em termos de longevidade da edificação, o projetista de reabilitação, além de ter que desenvolver um novo conceito sobre algo que já passou por um processo de projeto anteriormente, terá que saber lidar também com as intervenções feitas posteriormente. Appleton (2003) afirma que embora esta prática seja frequente, não se pode projetar "sobre" um edifício "como se ele não existisse". Embora os projetistas não estejam totalmente livres para criar, "a liberdade que resta é suficiente" e as restrições impostas pela edificação não podem comprometer a qualidade dos projetos de intervenção (CROITOR & MELHADO, 2009, p. 36).

Para os projetos de reabilitação/*retrofit*, é interesse ressaltar como afirmam Croitor e Melhado (2009) que ao desenhar um projeto, este terá as características do primeiro autor e que os elementos base não podem ser descartados e sim alinhados com a nova proposta.

3.6. ANOMALIAS CONSTRUTIVAS

As anomalias construtivas têm, basicamente, quatro classificações segundo Abreu e Motta (2012) podendo estar tanto ocultas como aparentes, sendo elas:

Endógenas ou internas: Causadas por irregularidades de projeto, de execução, dos materiais empregados, ou da combinação desses fatores. Como exemplo pode ser citado: infiltrações, trincas, portas empenadas, insuficiência de vagas de garagem e outros problemas, sejam eles aparentes ou ocultos. A responsabilidade de reparo fica por conta do construtor se o imóvel estiver dentro do prazo de garantia estabelecido pelo Código de Defesa do Consumidor (cinco anos). Exógenas: Provenientes da intervenção de terceiros no edifício, tais como os danos causados por obra vizinha, choques de veículos em partes da edificação, vandalismo etc. A reparação dos danos é de responsabilidade do causador dos mesmos. Naturais: Provenientes da imprevisível ação da natureza, tais como descargas atmosféricas excessivas, enchentes, tremores de terra etc. A reparação dos danos fica por conta do proprietário. Para evitar surpresas, é recomendada a aquisição de um seguro para o bem. Funcionais: Provenientes do uso inadequado, da falta de manutenção e do envelhecimento natural da edificação, tais como sujidades, desgastes dos revestimentos e fachadas, incrustações, corrosões, pragas urbanas etc. A responsabilidade de reparação dos danos é do proprietário (ABREU & MOTTA, 2012, p. 37).

Verifica-se que as anomalias endógenas a responsabilidade de reparo fica por conta do construtor se o imóvel, de acordo com o art. 618 do Código Civil²³ estiver dentro do prazo de garantia estabelecido de cinco anos.

3.7. MANUTENÇÃO

Todos os países têm em suas cidades um grande número de edifícios e o Brasil segue a mesma tendência, o que requer uma atenção especial voltada a manutenção dos mesmos, com gastos dentro de um padrão aceitável e em tempos também ideais para a garantia dos elementos principais como: as instalações prediais elétricas, hidráulicas, sanitárias, para-raios e de incêndio, garantindo segurança e qualidade de vida aos condôminos.

²³ Da responsabilidade do construtor e o prazo de garantia. Disponível em: <<http://www.conteudojuridico.com.br/artigo,da-responsabilidade-do-construtor-e-o-prazo-de-garantia,44034.html>> Acesso em: 11 de out. de 2017.

Segundo François Monchy (1991), o termo "manutenção" tem sua origem no vocábulo militar, cujo sentido era "manter, nas unidades de combate, o efetivo e o material num nível constante". É evidente que as unidades que nos interessam aqui são as unidades prediais, e o combate é antes de tudo econômico. O aparecimento do termo "manutenção" na indústria ocorreu por volta do ano 1950 nos Estados Unidos da América. Na França, esse termo se sobrepõe progressivamente à palavra "conservação" (ROCHA, 2007, p. 74).

Manutenção, de acordo com a Norma Brasileira (NBR) 5462/92 (1994, p.6), "é a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida".

Diversos tipos e níveis de manutenção podem ser encontrados na literatura, neste estudo opta-se pelas definições da NBR (5462, 1994, p. 7):

Manutenção preventiva: Manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item.

Manutenção corretiva: Manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida.

Manutenção controlada/Manutenção preditiva: Manutenção que permite garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva.

Manutenção programada: Manutenção preventiva efetuada de acordo com um programa preestabelecido.

Manutenção não-programada: Manutenção que não é feita de acordo com um programa preestabelecido, mas depois da recepção de uma informação relacionada ao estado de um item.

Entende-se que a manutenção preventiva é a mais eficiente e eficaz, devido ao controle e a qualidade sobre o processo, porém a manutenção corretiva é o que normalmente acontece em edifícios que não possuem um controle bem estabelecido e padrões de acompanhamento estruturais.

Para Antonioli (2011), *apud* (PINI, 2011) "o planejamento dos serviços de manutenção predial pode ser dividido em preventivos e corretivos", sendo que o primeiro minimiza custos por evitar manutenções emergenciais e a segunda pode possibilitar condições de compra de materiais mais adequadas, por poder ser feita sem pressão do tempo.

É evidente que a capacidade de um item desempenhar sua função de maneira eficiente sob dadas condições de uso e manutenção é limitada. O fim

da vida útil decorre de inadequação por razões econômicas ou técnicas, no entanto, quando o projeto de manutenção é adequado esta capacidade é dilatada.

Pini (2011) ressalta a importância da manutenção predial como elemento de destaque capaz de para verificar as condições de uso, conservação e manutenção dos edifícios. Levanta também a questão da necessidade de um plano de manutenção capaz de garantir a integridade e a preservação dos edifícios.

O plano de manutenção precisa focar nos elementos como destaca Pini (2011),

Auxiliar o condomínio ou proprietário na implementação do plano de manutenção disponibilizado pelo construtor ou incorporador; Instruir a necessidade de correções por parte da assistência técnica dos construtores e incorporadores; Controlar por parte do construtor o cumprimento dos procedimentos descritos nos manuais entregues, bem como verificar se a manutenção vem sendo praticada e de forma correta (PINI, 2011, p. 73).

Entende-se e que os serviços de manutenção predial não devam acontecer de forma improvisada ou emergencial, mas sim seguir um plano estruturado de ações constantes que garantam a qualidade das edificações

4. PERCURSO METODOLÓGICO DE PESQUISA

Pelas características desta pesquisa foi selecionado o estudo de caso, uma “estratégia de investigação”, ou como alguns definem como metodologia, levando em consideração que é a forma como é orientada a compreensão e a investigação do tema que se pretende aprofundar, para que o conhecimento gerado a partir dos dados coletados em determinado contexto, possa trazer elementos para o campo científico.

Esta escolha está relacionada a problemática proposta por meio do objetivo geral que visa: Analisar a aplicação do *retrofit* alinhada à gestão de recursos em edifícios residenciais.

Observa-se que Silva e Pinto chegam a relacionar o fazer ciência a “definir racionalmente a um nível variável de generosidade, problemas suscetíveis de resolução, através de uma atividade de pesquisa” (SILVA & PINTO, 1996, p. 11).

4.1. PESQUISA

A presente pesquisa classifica-se como quantitativa de natureza aplicada, de caráter exploratório, pois tem como objetivo analisar a viabilidade de melhorias de eficiência energética de gestão de recursos em edifícios residenciais.

A pesquisa exploratória tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. A grande maioria dessas pesquisas envolve: (a) levantamento bibliográfico; (b) entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado/ ou verificação de informações; e (c) análise de exemplos que estimulem a compreensão. Essas pesquisas podem ser classificadas como: pesquisa bibliográfica e estudo de caso (GIL, 2007, p. s/n).

Pesquisa exploratória permite uma maior familiaridade entre o pesquisador e o tema pesquisado, visto que este ainda é pouco conhecido, pouco explorado, como neste caso, o *retrofit*.

Segundo Fonseca (2002),

A pesquisa quantitativa se centra na objetividade. Influenciada pelo positivismo, considera que a realidade só pode ser compreendida com base na análise de dados brutos, recolhidos com o auxílio de instrumentos padronizados e neutros. A pesquisa quantitativa recorre

à linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, as relações entre variáveis, etc. A utilização conjunta da pesquisa qualitativa e quantitativa permite recolher mais informações do que se poderia conseguir isoladamente (FONSECA, 2002, p. 20).

4.2. CONTEXTO DE PESQUISA

A escolha pelo estudo de caso possibilita que ao realizar a pesquisa haja maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito e para que ocorra o aprimoramento de ideias referentes ao tema de estudo.

O estudo de caso é caracterizado pela escolha de elementos específicos para serem aprofundados, sendo importante por auxiliar na construção de hipóteses e na verificação de pontos específicos. Pretende-se que ao estudar o fenômeno - de melhorias de eficiência energética, consumo de água e manutenção para a gestão de recursos em prédios residenciais - seja possível refletir sobre as peculiaridades do caso.

Para esta pesquisa delinea-se a possibilidade, por ser um estudo de caso, de compreender o fenômeno e algumas mudanças resultantes do processo de análise a que se propõe, sustentada pela escolha das técnicas ou procedimentos que possibilitam o olhar científico necessário para a validação de um estudo.

O objeto selecionado para este estudo fora o Edifício Casa Grande situado à Rua: Petit Carneiro, 1166, no Bairro Água Verde em Curitiba – PR, e a escolha fora por ser uma unidade predial com mais de trinta anos, situada em uma região de qualidade da cidade e por ter um universo de setenta e dois apartamentos com uma média de três moradores cada um, podendo assim, as melhorias realizadas com o possível *retrofit*, atender a mais de duzentos e vinte pessoas.

Apresenta-se a seguir, adaptado do documento oficial do condomínio – Convenção, alguns elementos referentes ao edifício em estudo;

O Edifício Casa Grande, está construído sobre o lote de terreno nº 5-A-1/9-A da Planta Moletta e croquis nºs 8.507 e 7.509 da Prefeitura Municipal de Curitiba, situado no Bairro Água Verde, nesta Capital, medindo 30,20m, de frente para a Av. República Argentina, por 50,00m. de extensão, da frente aos fundos pelo lado, direito de quem da avenida olha o imóvel, onde confronta com o lote nº 17 da mesma planta (lote fiscal nº 43-009-004.000); pelo lado esquerdo mede 46,85m. onde confronta com a Rua Petit Carneiro com a qual faz esquina; sendo os fundos formado por três segmentos de linha, medindo respectivamente 28,00m, 4,20m e 21,20m, confrontando com lote nº 5-A-2/B-2/9-B/15 da planta Moletta, com a área total de 1.895,38

m², atualmente matriculado sob nº 20.708 junto ao Cartório Imobiliário da 6ª Circunscrição desta Capital, face a unificação dos lotes 5-A-1 e 9-A, adquiridos pela Incorporadora e Construtora, consoante Escrituras de Compra e venda lavradas nas notas do 5º Tabelionato desta Capital, às fls. 363 – Livro 388 – N/A em data de 27/05/1982 às fls.191 – Livro 414-N/A em data de 26.08.1982, devidamente registradas sob nºs R-2 da matrícula nº 18.516 e R-1 da matrícula 19.982, respectivamente.

É de alvenaria em concreto armado, ocupando terreno antes descrito, a área de 1.699,58 m², sendo o restante destinado ao uso comum da massa condômina, composto de 21 (vinte e um) pavimentos, sendo 1 Subsolo, 1 Térreo, 1 Sobreloja e 17 (dezessete) pavimentos tipo (divididos em 4 apartamentos por andar) e 1 pavimento tipo coberturas, assim também distribuídos 4 (quatro) por andar.

São partes comuns do Edifício Casa Grande, insuscetíveis de divisão ou alienação, destacadas da respectiva unidade autônoma:

a) O solo em que o mesmo foi construído com área total de 1.895,38m, do qual a área de 1.699,58m² é ocupada pela implantação do edifício e o restante ao uso comum da massa condômina.

b) Rampas de acesso entrada e saída de veículos do subsolo e térreo, áreas de circulação de veículos, circulação de pedestres, poços dos elevadores, os elevadores e seus respectivos acessórios, antecâmaras, depósito do subsolo, escadarias, hall de entrada, hall que separa os elevadores das entradas dos apartamentos, central de gás, galeria das lojas, caixas dos elevadores, caixas das escadarias, as caixas d'água e a casa de máquinas.

c) Área de Lazer externa (playground), escritório, cozinha, dois banheiros situados na garagem, dois banheiros situados na Sobre Loja ou SL, salão de festas com dois banheiros exclusivos, depósito situados no 3º pavimento ou Sobre Loja, sendo de uso comum tão somente das unidades residenciais.

d) Os encanamentos de água, luz, esgotos, cabos telefônicos, bem como as respectivas instalações até o ponto de intercessão com as ligações de propriedades dos comunheiros

São partes comuns tão somente das lojas e respectivas sobrelojas, as galerias existentes no 2º pavimento ou térreo, motivado pela qual as mesmas não participarão de rateios nas despesas de condomínio do edifício.

Para esta pesquisa é relevante a visualização do edifício em estudo, como apresenta-se a seguir nas Figuras 15,16, 17 e 18, em diferentes ângulos e visões.



24

Figura 15 Edifício em estudo – Edifício Casa Grande Parte 1



25

Figura 16 Edifício em estudo – Edifício Casa Grande Parte 2

²⁴ Disponível em:

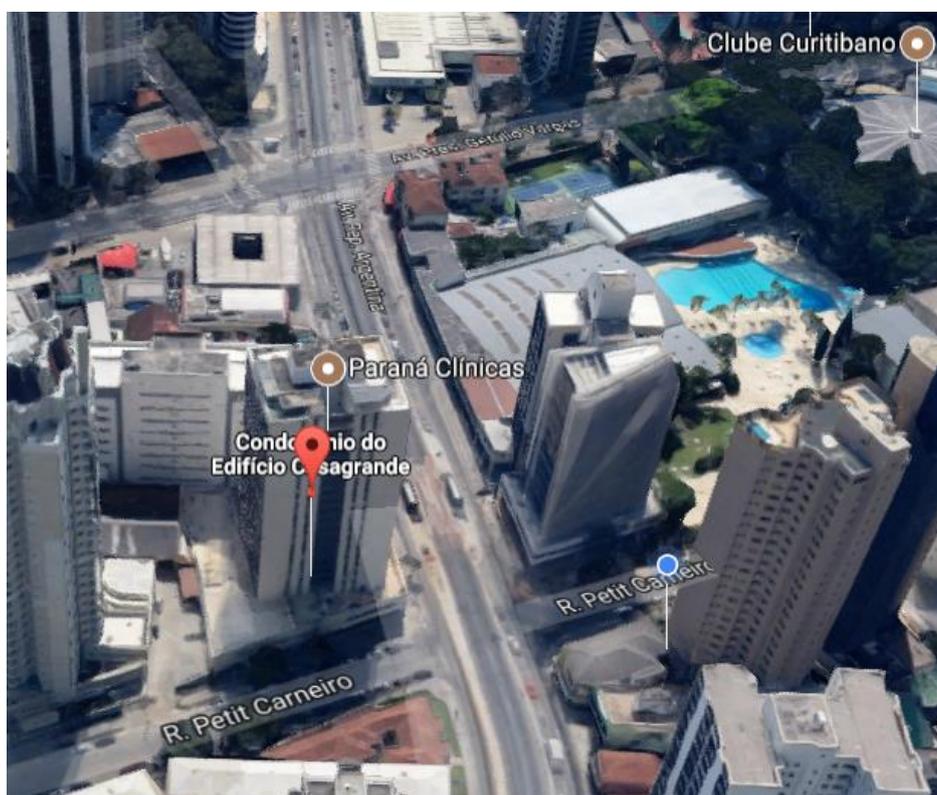
<<https://imgbr.imovelwebcdn.com/aviso/2/29/24/83/49/02/1200x1200/762172273.jpg>> Acesso em: 01 de mar. 2017

²⁵ Imagens do *Google Maps* Vídeo 360°



26

Figura 17 Edifício em estudo – Edifício Casa Grande Parte 3



27

Figura 18 Edifício em estudo – Edifício Casa Grande Parte 4

²⁶ Imagens do *Google Maps* Vídeo 360°

²⁷ Disponível em:

<<https://www.google.com.br/maps/place/Condom%C3%ADnio+do+Edif%C3%ADcio+Casagrande/@-25.4525847,-49.2903718,535m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x94dce381729c17fd:0x500c28ce4015f404!8m2!3d-25.4525896!4d-49.2881831>> Acesso em: 08 de set. 2017.

4.3. COLETA DE DADOS

A coleta de dados desta pesquisa foi realizada por meio de levantamento físico de todos os balancetes mensais do ano de 2012 a 2016, totalizando sessenta arquivos, como mostra o exemplo Figura 19 Alguns arquivos que foram utilizados na coleta de dados – Edifício Casa Grande.



28

Figura 19 Alguns arquivos que foram utilizados na coleta de dados - Edifício Casa Grande

O levantamento dos dados foi registrado em diferentes planilhas do Excel, nas quais identificam-se: consumo de energia elétrica que não leva em conta as unidades residenciais, o consumo geral de água, gastos de manutenção e benfeitorias. Das setenta e duas unidades residenciais somente treze não são os próprios proprietários que utilizam os apartamentos, são locatários. Os dados relevantes para este trabalho coletados nos balancetes poderão ser consultados nos Apêndices 1, 2, 3, 4 e 5 deste estudo.

4.4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE DADOS

Para este estudo foram analisados: consumo energético, de água e manutenção/benfeitorias, no tempo definido pelo pesquisador. A escolha foi por verificar custos fixos e variáveis que oferecessem um grande impacto nos custos mensais e capazes de ser alterados.

Pretende-se sugerir mudanças resultantes da análise do histórico e da periodicidade de intervenções de manutenção gerando benefícios de custos e

²⁸Foto tirada pelo autor deste estudo

qualidade de vida dos condôminos, por meio de ações de pequeno, médio e longo prazos.

Em relação a distribuição da média dos custos de 2012 a 2016 verifica-se um gasto maior com manutenção, seguido pelo consumo de água e pelo consumo de energia, como apresenta-se no Gráfico 1 - Distribuição média anual de custos 2012 – 2016 – Edifício Casa Grande, que revela que o custo com a manutenção é equivalente a 50,02%, em reais R\$128514,48, o custo com água referente a 36,09% de R\$92735,36 e com energia que equivale a 13,89% sendo o valor de R\$35682,53.

Distribuição média anual de custos 2012 a 2016

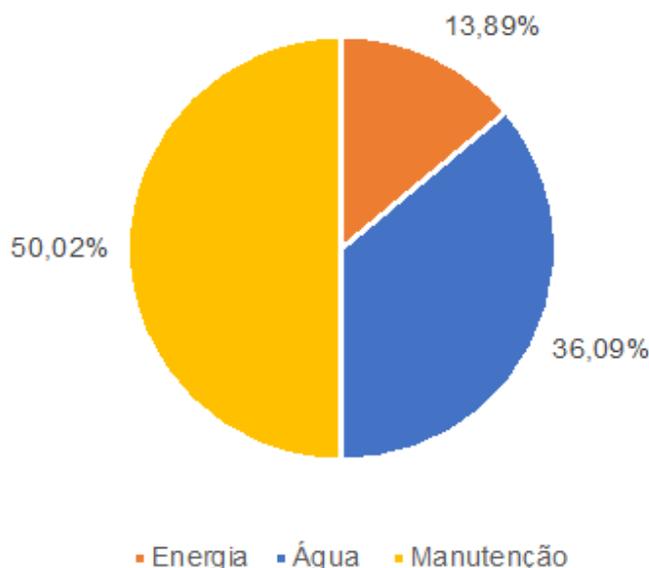


Gráfico 1 Distribuição média anual de custos 2012 – 2016 - Edifício Casa Grande

Entende-se que as ações a serem sugeridas podem ocorrer em relação ao consumo de água e de energia, pois outros elementos variáveis como mudança de faixa de cobrança e elevação de tarifas, não podem ser controlados pelos condôminos e nem pela gestão do edifício.

4.4.1 Consumo de água

A água é um dos elementos fundamentais para a manutenção da vida em todo os países, incluindo o Brasil que possui 207,7 milhões de habitantes, sendo assim, é essencial que para garantir o bem-estar e a qualidade de vida da população sejam desenvolvidas ações que possibilitem a economia e a conservação da água em suas diversas dimensões.

Para este estudo foram utilizados, do edifício em foco, os relatórios do condomínio referentes aos cinco anos de análise em relação ao consumo de água, que geraram a Figura 20 - Planilha geral dos dados referentes a água-Edifício Casa Grande, a seguir.

2012												Total	
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	
Água [R\$]	5.942,08	5.668,70	6.036,48	8.116,03	7.266,91	8.099,71	7.113,82	7.609,83	7.444,49	6.948,49	7.922,13	6.850,51	84.919,18
Dias Ateridos	32	29	46,27	32	30	33	30	31	32	30	32	28	369
Água [m3/dia]	42,22	45,45	46,27	49,28	47,53	47,33	46,70	47,81	45,47	45,80	47,91	48,50	560
Água [m3]	1.351,00	1.318,00	1.388,00	1.577,00	1.426,00	1.562,00	1.401,00	1.482,00	1.455,00	1.374,00	1.533,00	1.358,00	17.225,00
reforma salão													
2013												Total	
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	
Água [R\$]	6.728,04	5.350,26	9.697,94	8.513,69	7.725,11	8.465,31	8.000,33	8.118,21	8.668,33	8.255,74	6.952,49	10.154,95	96.630,40
Dias Ateridos	30	33	28	30	29	30	30	30	32	30	32	28	362
Água [m3/dia]	44,60	33,73	65,11	46,30	48,62	51,07	48,70	49,30	48,84	50,00	40,66	63,93	591
Água [m3]	1.338,00	1.113,00	1.823,00	1.389,00	1.410,00	1.532,00	1.461,00	1.479,00	1.563,00	1.500,00	1.301,00	1.790,00	17.699,00
2014												Total	
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	
Água [R\$]	9.146,40	8.792,76	7.253,74	8.138,80	11.522,76	6.884,72	7.930,90	6.389,53	6.333,74	7.093,96	6.563,90	5.978,24	92.029,45
Dias Ateridos	32	33	27	28	36	26	33	29	30	32	30	28	364
Água [m3/dia]	51,13	47,94	49,89	50,68	52,56	47,19	41,73	39,86	38,27	39,28	39,37	39,18	537
Água [m3]	1.636,00	1.582,00	1.347,00	1.419,00	1.882,00	1.227,00	1.377,00	1.156,00	1.148,00	1.257,00	1.181,00	1.097,00	16.319,00
2015												Total	
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	
Água [R\$]	6.438,35	5.838,55	5.943,16	7.737,92	5.834,05	7.375,14	8.261,51	6.888,81	8.834,88	7.524,91	7.296,14	7.685,90	85.659,32
Dias Ateridos	34	31	28	30	28	30	31	29	33	30	29	29	362
Água [m3/dia]	34,21	34,74	36,86	42,70	36,61	39,33	41,71	38,55	38,15	37,60	37,97	39,55	458
Água [m3]	1.163,00	1.077,00	1.032,00	1.281,00	1.025,00	1.180,00	1.293,00	1.118,00	1.259,00	1.128,00	1.101,00	1.147,00	13.804,00
2016												Total	
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	
Água [R\$]	7.219,89	8.609,46	8.490,84	8.310,64	8.378,98	9.146,59	9.324,45	9.446,14	8.893,84	8.577,19	9.979,71	8.060,71	104.438,44
Dias Ateridos	32	30	31	29	29	30	32	32	31	30	33	28	367
Água [m3/dia]	34,13	41,87	40,06	46,52	39,14	40,57	38,63	39,03	38,39	42,30	39,58	39,32	480
Água [m3]	1.092,00	1.256,00	1.242,00	1.349,00	1.135,00	1.217,00	1.236,00	1.249,00	1.190,00	1.269,00	1.306,00	1.101,00	14.642,00

Figura 20 Planilha geral dos dados referentes a água - Edifício Casa Grande

Como apresentado anteriormente neste documento os edifícios são responsáveis por grandes consumos de água, informação corroborada nos dados levantados do edifício em questão, como apresenta-se no Gráfico 2 Comparação anual entre consumo e custo de água - Edifício Casa Grande, a seguir.

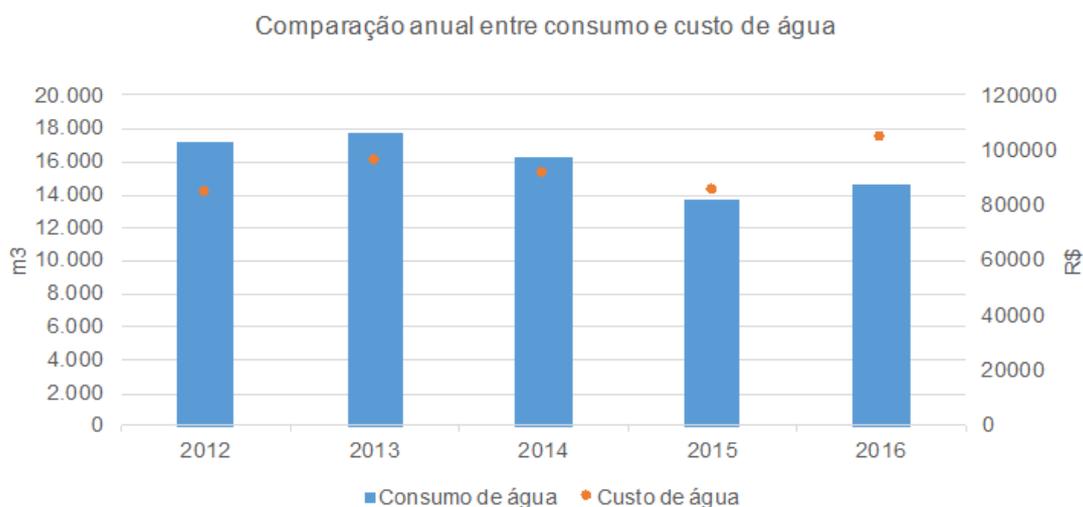


Gráfico 2 Comparação anual entre consumo e custo de água - Edifício Casa Grande

Apresenta-se no Gráfico 2 – Comparação anual entre consumo e custo de água, a somatória do consumo de água ao longo dos anos de 2012 a 2016 para avaliar o perfil anual e a totalização do custo ao longo do mesmo período.

Percebe-se que o perfil de custo acompanha o de consumo de 2012 a 2015. Quando se compara o consumo de 2016 com o de 2014 há uma redução de aproximadamente 2000 m³, porém o custo é cerca de R\$12000,00 a mais. Observada esta alteração em 2016 investigou-se as causas mensalmente e foi gerado o Gráfico 3 – Comparação entre consumo mensal e custo com o objetivo de encontrar o motivo de discrepância- Edifício Casa Grande.

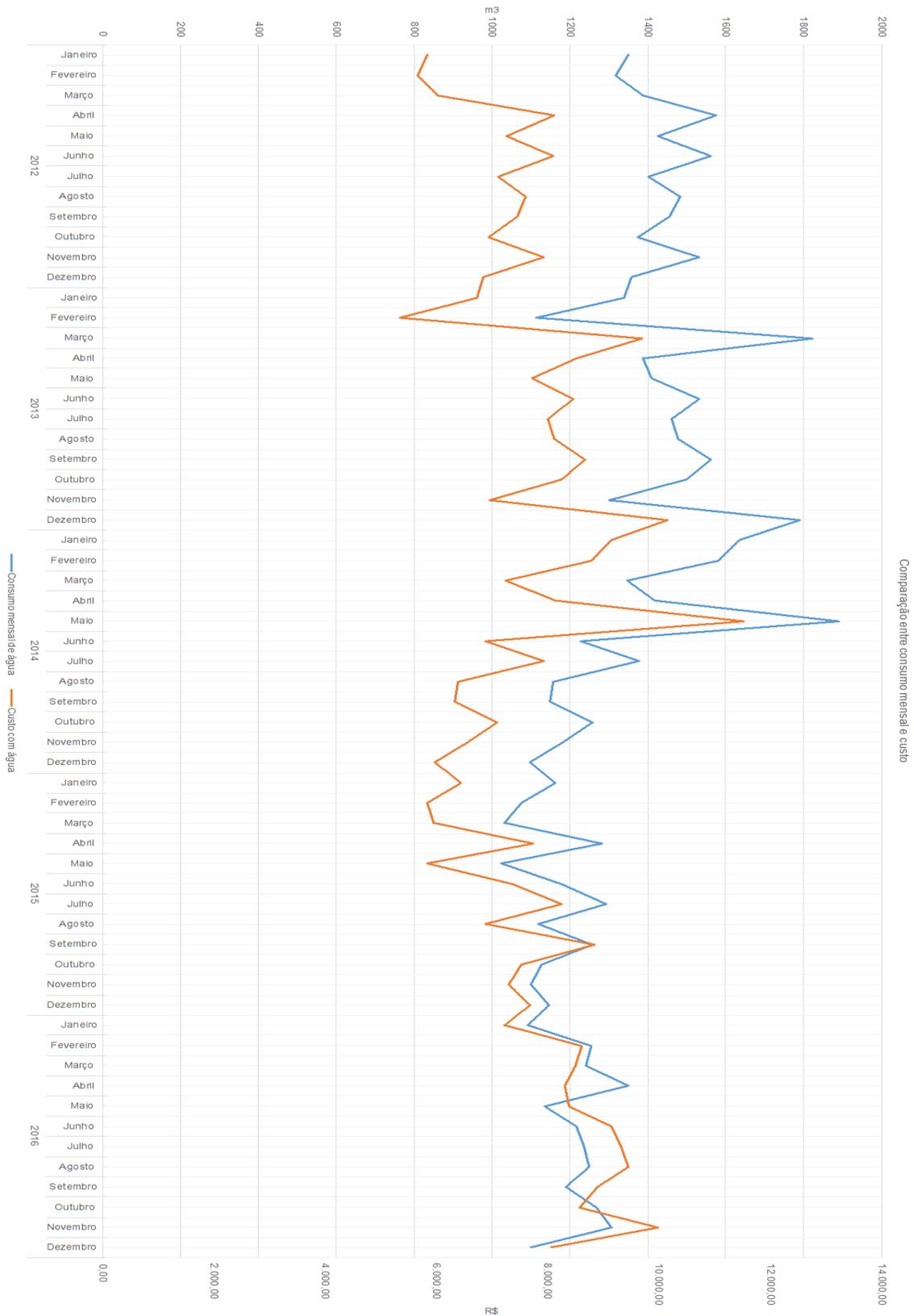


Gráfico 3 Comparação entre consumo mensal e custo, com o objetivo de encontrar o motivo de discrepância - Edifício Casa Grande

Verifica-se a ocorrência de uma mudança no comportamento do Gráfico 3 Comparação entre consumo mensal e custo, com o objetivo de encontrar o motivo de discrepância no mês de setembro de 2015 e a partir do mês de abril de 2016, pois ocorre a diminuição de amplitude entre o consumo e o custo.

Identificou-se, para a janela de tempo estudada, reajustes na tarifa de água e esgoto do Paraná de 16,5% em 2012, 6,9% em 2013 e 6,4% em 2014, em setembro de 2015 de 8% e reajuste de 10,48% de aumento em abril de 2016, de acordo com o Diário Oficial do Governo Estadual.

O aumento de tarifas acompanha de perto a inflação do país, porém ao longo do tempo observa-se um comportamento inversamente proporcional entre custo e consumo. Acredita-se que a redução de consumo está aliada ao aumento da tarifa conjuntamente a variação do poder aquisitivo do brasileiro.

Devido ao hidrômetro do edifício estudado ser coletivo, vazamentos, consumo excessivo de certos condôminos e desperdícios ficam maquiados e podem não ter sido identificados na coleta de dados para este estudo.

Para uma análise mais minuciosa seria necessário um hidrômetro individual para o perfil de consumo de cada unidade residencial que poder ser monitorado, assim como, inferir se medidas de melhoria que serão sugeridas neste estudo seriam realmente eficientes.

Verifica-se nos dados estratificados que durante os cinco anos em análise não foi realizada nenhuma ação impactante visando a diminuição do consumo de água, portanto apresenta-se a seguir sugestões de ações possíveis para que possa ocorrer uma diminuição relevante do consumo de água no edifício em foco deste estudo, com o controle de vazamentos, a instalação dos hidrômetros individuais e a captação de água fluvial.

4.4.1.1 Controle de vazamentos

Pode-se considerar que para reduzir o consumo de água, detectar e reparar vazamentos devem ser as primeiras ações. Existem diversos tipos de vazamento e os mais complexos de serem detectados muitas vezes precisam ser analisados por especialistas.

A Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo²⁹ (Sabesp) (Manual de Gerenciamento para controladores de consumo de água) em seus levantamentos periódicos identificou que ocorre uma perda de 24,4% de água tratada resultante de vazamentos³⁰ no sistema.

Comumente o desgaste natural das tubulações que carregam água e instalações hidráulicas mal planejadas são o motivo principal de vazamentos. Estes ocorrem em pisos, reservatórios, paredes e torneiras. A falta de manutenção é o maior potencializador de vazamentos gerando uma grande perda econômica e ambiental.

Segundo também dados da SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo) um vazamento em torneira com gotejamento médio pode perder 20 litros por dia; um vaso sanitário com filete de água visível pode desperdiçar 144 litros por dia.

Vazamentos visíveis são facilmente localizados, caracterizados por manchas de mofo, bolhas de ar úmidas no revestimento de tetos e paredes, como verifica-se no exemplo da Figura 21 Vazamento de água que gera umidade, a seguir.



Figura 21 Vazamento de água que gera umidade

²⁹ Manual de Gerenciamento para controladores de consumo de água. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/uploads/file/asabesp_doctos/Manual%20do%20controlador.pdf> Acesso em: out. de 2017.

³⁰A detecção de vazamentos em condomínios é essencial para evitar desperdícios de água. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/component/content/article/43-drops-agua/5116-economia-deteccao-vazamento-de-agua-no-seu-condominio-como-lidar-prevenir.html?lb=no>> Acesso em 16 de nov. 2017.

³¹ Foto disponível em: <https://www.google.com.br/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjs9ZDMxsjXAhUBg5AKHSpZCSAQjRwIBw&url=https%3A%2F%2Fwww.tripadvisor.com.br%2FLocationPhotoDirectLink-g2347270-d2626899-i197367093-Stutz_s_Pousada-Casimiro_de_Abreu_State_of_Rio_de_Janeiro.html&psig=AOvVaw1WmS87nklzYAYw6fY6Bk-b&ust=1511109191615609> Acesso em 16 de nov. 2017.

Os vazamentos não visíveis necessitam de equipamentos específicos para serem identificados e geralmente são os que causam maiores prejuízos, pois ficam “invisíveis” por muito tempo e são constantes.

Observa-se que a detecção de vazamentos é de responsabilidade de todos, para que a longevidade do edifício e a qualidade de vida sejam mantidas, porém, a responsabilidade pela manutenção deve ser dividida. Isto significa que a rede principal ou vertical é responsável pela distribuição geral da água e sendo assim deve ter sua manutenção garantida pelo condomínio e o vazamento que acontece na rede horizontal, responsável por ligar a rede geral a unidade condominial, deve ser mantida em condições adequadas pelo condômino.

Caso um morador detecte um vazamento no apartamento deve enviar uma notificação imediata para a administração do condomínio.

A seguir apresenta-se uma sugestão na Tabela 1 Periodicidade de revisão, do período indicado de revisão dos elementos ligados as questões hidráulicas.

Ação	Recorrência
Verificar ralos e sifões de vasos sanitários, tanques, lavatórios e pias	6 meses
Limpar os aeradores	6 meses
Verificar gaveta, anéis de vedação e possíveis vazamentos nos registros de gaveta	3 anos
Verificar o mecanismo da caixa acoplada	3 anos
Verificar o mecanismo da válvula de descarga	5 anos
Limpar o crivo do chuveiro (tampa com furos)	12 meses
Limpar e verificar a regulagem do mecanismo de descarga	6 meses
Inspecionar rejuntas de pisos cerâmicos, ralos e peças sanitárias	12 meses
Inspecionar a drenagem em jardins e áreas externas	12 meses

Tabela 1 Periodicidade de revisão

Sabe-se que também existem equipamentos que podem ser instalados nos prédios junto com os hidrômetros que, caso haja uma mudança na vazão da água, alertam sobre um possível vazamento.

4.4.1.2 Hidrômetro individual

O Governo Federal sancionou dia 12 de julho de 2016 a lei que torna obrigatória a medição individualizada de água em novos condomínios e esta passa a valer a partir de 2021. A medida tem o objetivo de aprimorar a sustentabilidade ambiental e principalmente a economia de água.

De acordo com a Lei 13.312, que altera legislação específica sobre saneamento básico, “as novas edificações condominiais terão de incluir em suas construções hidrômetros capazes de medir individualmente o consumo hídrico”. O Repórter Altair Santos³² explica que “o texto original foi alterado, pois estendia a obrigatoriedade para os prédios antigos. Porém, como a implantação implica custo elevado para os condomínios, a exigência foi revogada”.

Nesta entrevista também é citado que os dados da Agência Nacional de Águas (ANA), entre 2009 e 2014, “160 mil prédios em todo o Brasil já adotaram o hidrômetro individual. A instalação garantiu, em média, redução de 20% no custo da conta de água dos condomínios”.

Entende-se que a instalação possa acontecer também em edifícios antigos, entretanto deve ser levado em consideração o investimento e o tempo de *payback*, principalmente se o edifício for constituído de muitos pavimentos. Estima-se segundo o levantamento realizado que o custo para instalação em 2017, alcance uma média de R\$ 5.000,00 por unidade.

A reforma por implicar em quebra de alvenaria e revestimentos deve levar em conta o projeto estrutural do edifício e cumprimento das normas técnicas da ABNT (Associação Brasileira de Normas e Técnicas) referentes à construção civil.

Percebe-se que, apesar do custo elevado da troca dos hidrômetros, com a medição de consumo de água geral, existem distorções geradas por perfis de gastos diferentes existentes em cada unidade habitacional e do condomínio, além de diluir custos e problemas com vazamentos na conta de todos os condôminos. Como constatado no edifício em estudo.

³² Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/hidrometro-predios-antigos/>> Acesso em: 15 de nov. 2017.

Se a opção for pela instalação dos hidrômetros individuais, haverá alteração no rateio das contas (a despesa deixará de ser ordinária para ser individualizada), sendo assim, o primeiro passo é promover uma assembleia de condomínio, onde o quórum deve ser de acordo com o Regimento Interno. A instalação do SMI (Sistema de Medição Individualizada) não extingue o consumo coletivo de água, áreas comuns, como salões de festas, vestiários, piscinas, banheiros de uso geral e hidrantes, continuam sendo rateadas.

Individualizar o consumo, além de corrigir a distorção provocada, gera gasto consciente de água, impactando diretamente o usuário incentivando o uso responsável e de cuidado com a estrutura de manutenção nas instalações hidráulicas. Ao possuir uma conta individual manutenções de vazamentos podem ser atacadas com mais precisão velocidade e eficiência.

Na Figura 22 Processo de instalação de hidrômetros individuais, exibe-se uma possibilidade de mudança em relação ao consumo de água.



33

Figura 22 Processo de instalação de hidrômetros individuais

Segundo Coelho (1999), a proposta de medição individualizada nas unidades condominiais pode ser considerada uma metodologia capaz de reduzir o desperdício dos apartamentos, possibilitando o conhecimento dos gastos reais

³³ FONTE: Hidroluz Engetema (2012).

com o consumo de água e que este seja “pago pelo próprio consumidor e não rateado entre os moradores” (COELHO, 1999).

Ao instalar um Sistema de Medição Individualizada (SMI) não há uma garantia imediata de redução de consumo, ou até mesmo a longo prazo, pois varia de acordo com o perfil de consumo individual. O SMI, por outro lado, gera uma consciência de consumo e possibilita uma mudança cultural trazendo possíveis benefícios a longo prazo.

Coelho (1999), sugere também que no monitoramento de edificações, após a mudança para hidrômetros individuais verifica-se uma redução no consumo global dos edifícios, podendo chegar a 30% e 50% nas contas individuais. Na Figura 23 Hidrômetro individual, apresenta-se a imagem da instalação de hidrômetros individuais.



Figura 23 Hidrômetro individual

Após a instalação dos hidrômetros individuais pode ocorrer um período de adaptação, pois os custos podem aumentar por ser diferenciado e também podem sobrepor ao gasto efetivo o custo para a implementação do sistema.

Elucida-se que o período de adaptação é onde começa a ser gerada consciência de gastos e como o consumo pode ser controlado. Já no período de estabilização já há um uso racional de água. A maior percepção e consciência tendem a gerar uma redução de consumo constante assim como de gastos.

³⁴Disponível em:

<http://imgsapp.diariodepernambuco.com.br/app/noticia_127983242361/2016/07/15/655386/20160715141451586623o.jpg> Acesso em: 01 de out. de 2017

4.4.1.3 Captação de água pluvial

Reaproveitar a água da chuva é uma atitude responsável, pois além de trazer uma redução de consumo da água potável em atividades que esta não é necessariamente essencial, ajuda a conter enchentes ao armazenar parte da água que escorreria para os esgotos e ruas.

A cisterna que é um reservatório que armazena água da chuva para uso doméstico geral, pode ser considerada um sistema de reaproveitamento de águas pluviais de baixo custo que faz a captação da água para usos restritos no ambiente doméstico.

A Figura 24 Exemplo de cisterna, apresenta um modelo de cisterna vertical modular com capacidade de 1000 litros, com filtro, da empresa *eCycle*, como verifica-se a seguir.



Figura 24 Exemplo de cisterna

Neste modelo a água da chuva escoa pela superfície do telhado e é levada pelas calhas para um filtro, que separa impurezas, folhas ou pedaços de galhos e evita o entupimento do sistema. Um freio d'água impede que a entrada de água na cisterna agite seu conteúdo e suspenda partículas sólidas depositadas no fundo.

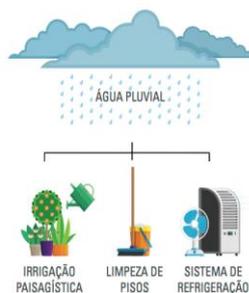
³⁵ Empresa *eCycle* de cisternas. Disponível em: <<https://www.ecycle.eco.br/cisterna-vertical-modular-1000-litros-com-filtro.html>> Acesso em: 16 de out. 2017.

Segundo a Cartilha de Aproveitamento de Água Pluvial³⁶ – FEAM (Fundação Estadual de Meio Ambiente) do estado de Minas Gerais recomenda-se que “que o ponto de captação esteja próximo ao ponto de uso, para diminuir os custos com encanamento e bombeamento”.

A água obtida com a captação de água não é considerada potável (pode conter partículas de poeira, fuligem e compostos tóxicos). Para tarefas como lavar a calçada, chão, carro e até no vaso sanitário, a água pluvial pode ser considerada adequada.

O reservatório de água é o item mais caro do sistema de aproveitamento, motivo pelo qual deve ser objeto de dimensionamento criterioso. Existem vários métodos de dimensionamento do reservatório de armazenamento, cabendo ao projetista/em- prendedor avaliar o mais adequado para sua realidade. É importante ressaltar que os métodos recomendados pela ABNT NBR 15527:2007 têm volumes de cisterna muito diferentes [...] (CARTILHA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL – FEAM, 2016, p. 27).

Na Figura 25 Representação da aplicação da água de captação, apresenta-se exemplos de ações que podem ser realizadas com a captação da água.



37

Figura 25 – Representação da aplicação da água de captação

Assim como qualquer outro tipo de instalação hidráulica algumas recomendações devem ser seguidas para a manutenção correta da cisterna. Deve-se evitar a incidência de luz solar para que não ocorra a proliferação de

³⁶ Cartilha - Aproveitamento de água pluvial conceitos e informações gerais. Disponível em: <http://feam.br/images/stories/2016/PRODUCAO_SUSTENTAVEL/GUIAS-TECNICOS-AMBIENTAIS/CARTILHA_AGUA_DA_CHUVA_INTRANET.pdf> Acesso em: 15 de nov. 2017.

³⁷ Figura adaptada pelo autor baseado na Cartilha - Aproveitamento de água pluvial conceitos e informações gerais.

algas e outros micro-organismos assim como manutenção de filtros para evitar contaminação.

De acordo com o Sistema de Informação Aplicada a Saúde (SIAS)³⁸, as primeiras águas da chuva não devem ser recolhidas, pois podem conter sujidades provenientes da lavagem do telhado pela chuva. As calhas devem ser limpas para impedir contaminação, por meio de fezes de ratos ou de animais mortos e mantidas em boas condições, assim como o interior da cisterna também deve ser limpo periodicamente.

Entende-se que a médio prazo a instalação de equipamentos para que ocorra a captação e o aproveitamento da água pluvial, possa ser uma ação de *retofit* interessante para o condomínio e os condôminos.

4.4.2 Consumo energético

A matriz energética do Brasil é estruturada predominantemente pela geração de energia hídrica, sendo que mais de 90% do total que é gerado e consumido, vem da água. A maior produção é de usinas hidrelétricas e valorizar a redução do consumo energético é fundamental para que haja a preservação da água.

Percebe-se que a eficiência energética das construções se tornou centro das discussões quando se reflete sobre a sustentabilidade. Em 17 de fevereiro de 2009, Obama nos Estados Unidos³⁹ sancionou um pacote ambiental que injetava US\$ 20 bilhões para programas que visassem o aumento da eficiência no uso de eletricidade nos prédios públicos e nas casas de famílias de baixa renda, e para tentar encontrar maneiras melhores para poupar energia.

Especialistas na área apresentam que a economia obtida com os investimentos em eficiência energética tende a ser maior do que o custo desses programas para reduzir as contas de energia elétrica.

³⁸ Sistemas de Informação em Saúde – (SIAS) Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/129028/mod_resource/content/1/Apostila%20SIS.pdf> Acesso em: out. de 2017.

³⁹ Edifícios ecoeficientes Bruno Versolato, especial para O Estado de S.Paulo. Disponível em: <<http://sustentabilidade.estadao.com.br/noticias/geral,edificios-ecoeficientes,356070>> Acesso em: 02 de out. 2017

Para este estudo foram utilizados, do edifício em foco, os relatórios do condomínio referentes aos cinco anos de análise em relação a energia elétrica, que geraram a Figura 26 - Planilha geral dos dados referentes a energia elétrica - Edifício Casa Grande, a seguir.

2012												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Energia (R\$)	2.502,80	2.647,61	2.567,48	2.894,76	2.623,62	2.738,55	2.488,63	2.508,43	2.773,78	2.362,76	2.717,69	2.470,34
dias Atendos	30	30	31	30	30	32	29	30	33	28	33	29
Energia (kWh/dia)	170	181	169	198	179	175	180	178	180	180	176	182
Energia (kWh) 2012	5.112,00	5.418,00	5.251,00	5.928,00	5.368,00	5.611,00	5.223,00	5.353,00	5.925,00	5.031,00	5.803,00	5.265,00
2013												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Energia (R\$)	2.547,95	1.954,51	2.059,52	1.912,93	2.138,85	2.234,87	2.363,81	2.401,53	2.074,94	2.512,25	1.993,30	2.208,90
dias Atendos	31,00	30,00	29,00	28,00	31,00	32,00	32,00	32,00	28,00	33,00	28,00	30,00
Energia (kWh/dia)	175,94	158,77	187,34	179,79	182,71	185,34	188,66	185,63	182,71	178,70	175,18	181,60
Energia (kWh) 2013	5.454,00	4.763,00	5.433,00	5.034,00	5.664,00	5.931,00	6.037,00	5.940,00	5.116,00	5.897,00	4.905,00	5.448,00
2014												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Energia (R\$)	2.020,65	2.229,27	2.069,41	2.016,67	2.066,88	2.083,26	2.008,75	3.090,88	2.417,85	2.626,45	2.704,03	2.590,21
dias Atendos	30,00	32,00	30,00	29,00	31,00	30,00	29,00	33,00	29,00	30,00	32,00	30,00
Energia (kWh/dia)	165,77	171,31	169,87	174,59	167,06	171,23	170,66	204,21	166,55	175,17	199,47	171,70
Energia (kWh) 2014	4.973,00	5.482,00	5.096,00	5.063,00	5.179,00	5.137,00	4.949,00	6.739,00	4.830,00	5.255,00	6.383,00	5.151,00
2015												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Energia (R\$)	2.691,72	2.858,85	3.144,34	3.876,43	4.206,50	4.062,36	4.565,94	4.364,22	5.999,12	4.293,07	4.533,85	4.123,62
dias Atendos	32,00	30,00	29,00	29,00	32,00	31,00	31,00	30,00	42,00	31,00	32,00	28,00
Energia (kWh/dia)	193,16	206,47	169,76	176,14	174,06	171,52	179,29	170,57	171,10	166,81	182,06	170,57
Energia (kWh) 2015	6.181,00	6.194	4923	5.108	5.570	5.317	5.558	5.117	7.186	5.171	5.826	4.776
2016												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Energia (R\$)	4.130,85	4.379,87	3.951,03	4.164,09	3.782,83	3.687,89	3.620,74	3.277,49	3.087,53	3.552,44	3.385,78	3.037,99
dias Atendos	31,00	32,00	29,00	32,00	29,00	29,00	33,00	31,00	29,00	31,00	31,00	28,00
Energia (kWh/dia)	133,00	160,38	161,83	163,97	171,86	163,21	164,09	160,55	161,90	168,26	162,19	164,36
Energia (kWh) 2016	4.743,00	5.132,00	4.693,00	5.247,00	4.984,00	4.733,00	5.415,00	4.977,00	4.695,00	5.216,00	5.028,00	4.602,00
Total	44.068,33	365	1.936	59.465	48.720,02	37	2.131	66.927	27.924,31	365	2.108	64.237

Figura 26 Planilha geral dos dados referentes a energia elétrica - Edifício Casa Grande

Durante a análise da Figura 26 - Planilha geral dos dados referentes a energia elétrica, pela grande quantidade de informações identificou-se que seria interessante apresentar o Gráfico 4 – Comparação anual entre consumo e custo de energia elétrica - Edifício Casa Grande, para elucidar a comparação entre o custo e o consumo, em busca de elementos relevantes a indicação do *retrofit*.

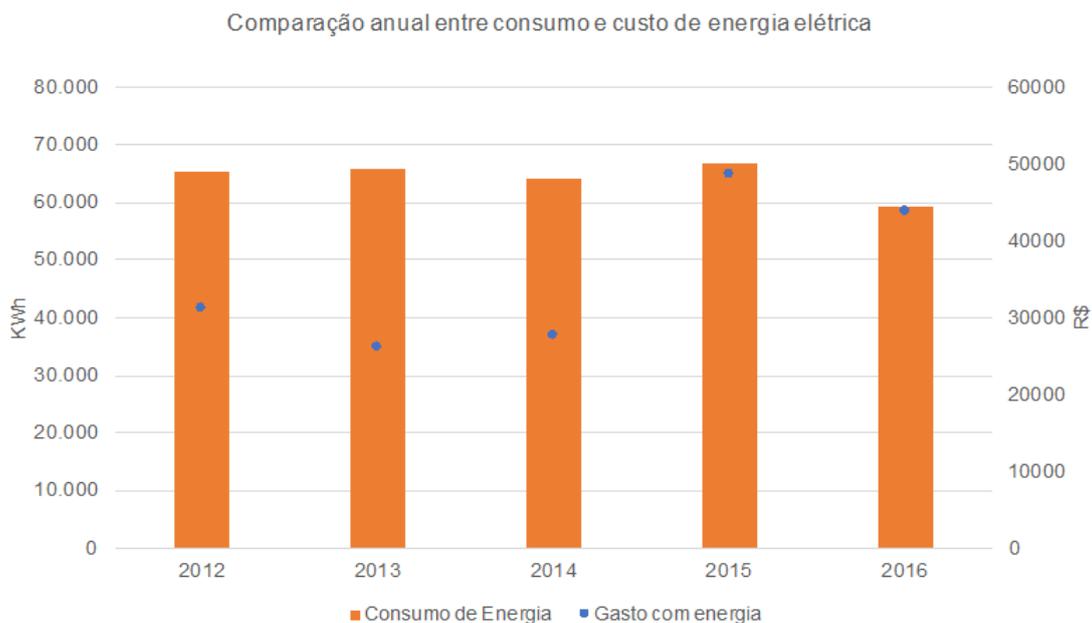


Gráfico 4 Comparação anual entre consumo e custo de energia elétrica - Edifício Casa Grande

Verifica-se no Gráfico 4 – Comparação anual entre consumo e custo de energia elétrica - Edifício Casa Grande, diferentemente do Gráfico 2 referente ao consumo e custos da água, que não se observa coerência entre o crescimento ou diminuição do custo em relação ao consumo.

Analisando os dados levou-se em consideração os dias aferidos em cada conta e seu respectivo consumo em kWh e como resultado obteve-se o Gráfico 5 Média do consumo diário de energia - Edifício Casa Grande, que nos permite avaliar o perfil da utilização ao longo do ano.

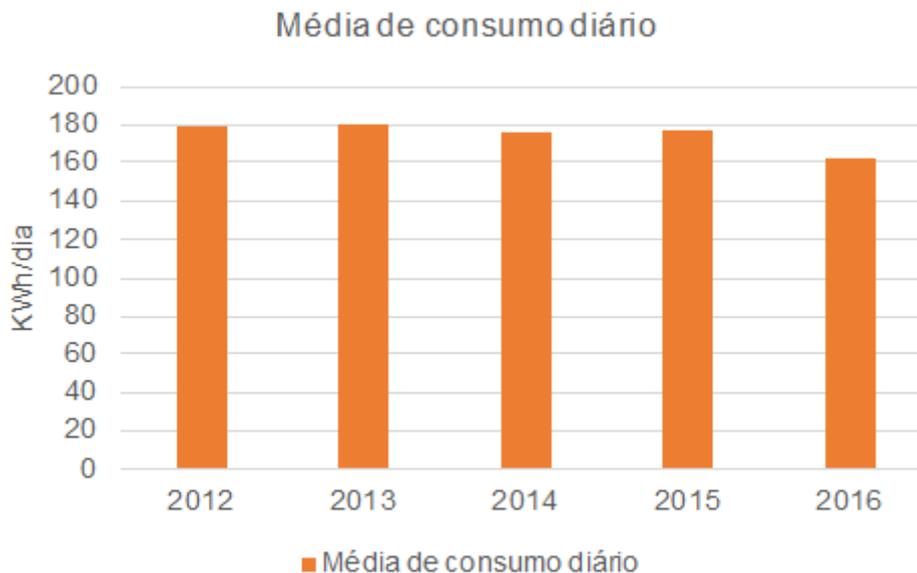


Gráfico 5 Média do consumo diário de energia - Edifício Casa Grande

Nota-se que o consumo é estável em torno de 180KWh/dia e que somente em 2016 houve uma redução diária de cerca de 20KWh/dia, ou seja, 10%.

Pelo estudo energético realizado no edifício em foco não levar em consideração as unidades residenciais separadas, entende-se que a redução de consumo não é resultante de hábitos dos condôminos e sim de mudanças estruturais.

O edifício cenário deste levantamento tem seu maior custo energético com serviços recorrentes e que geram grande demanda de potência, como por exemplo, o sistema de movimentação dos elevadores e de bombeamento de água, ou com pontos onde é constante o gasto energético como iluminação de elevadores e hall. Mais à frente este documento abrangerá algumas sugestões de *retrofit* que podem trazer ainda mais benefícios e a redução de gastos.

Para o levantamento da causa do elemento de maior impacto específico seria necessário detalhar o consumo de cada tipo de objeto (elevador, lâmpadas, bombas, motor da garagem, etc.), porém para este estudo optou-se por não discriminar cada um, devido à complexidade e nível de intervenção que teriam que ser realizados no edifício, sendo possível dar continuidade a este estudo num projeto de pesquisa mais amplo futuramente.

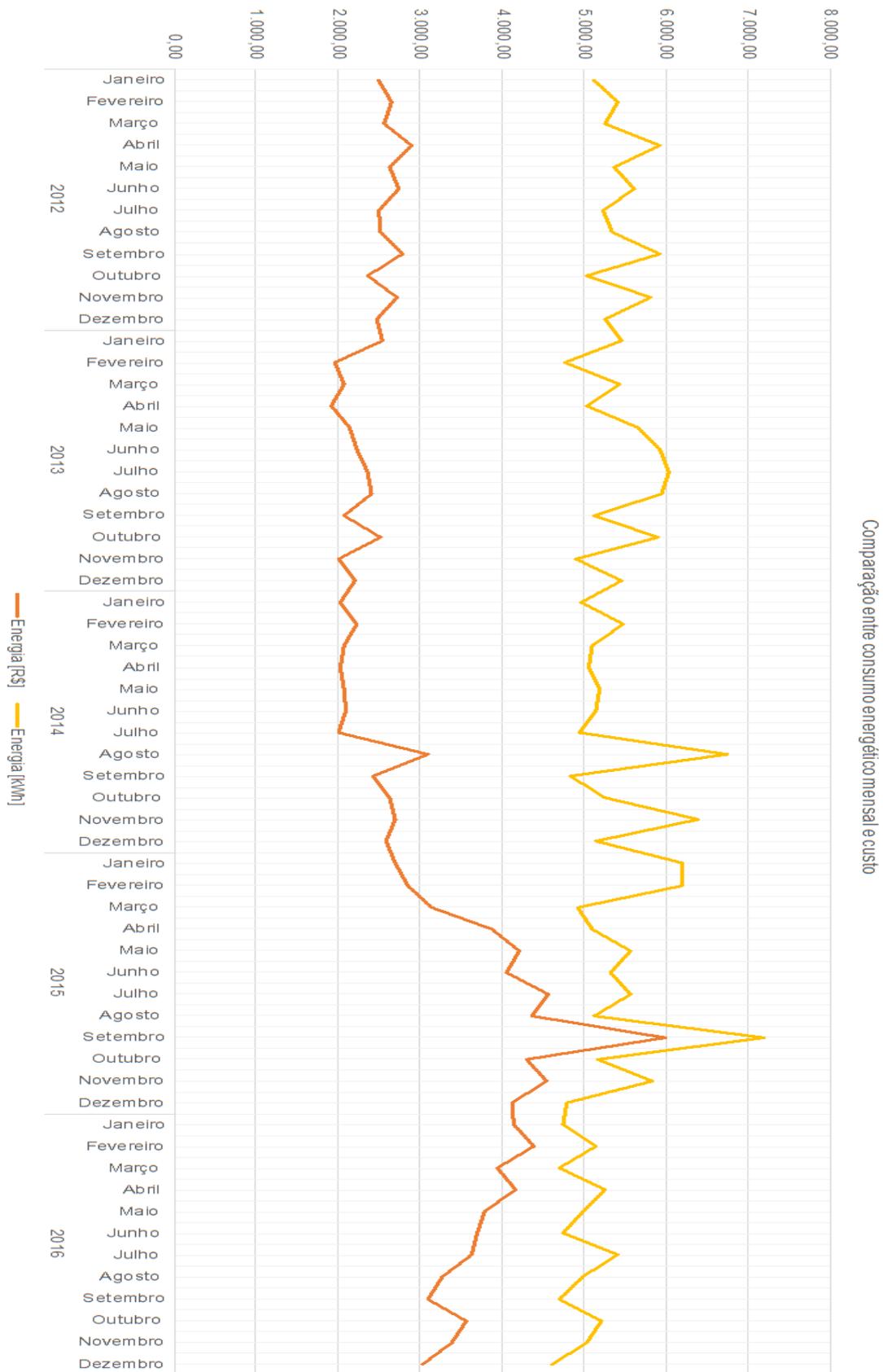


Figura 27 Comparação entre o consumo energético mensal e custo - Edifício Casa Grande

Pode-se verificar que a variação de custo é elevada de acordo com a Figura 27 Comparação entre o consumo energético mensal e custo - Edifício Casa Grande, portanto mesmo com um consumo eficiente não haveria necessariamente diminuição efetiva dos gastos, o que poderia desestimular e até inviabilizar um possível *retrofit* nesta área.

Os reajustes de -12,87% em junho de 2016, de 36,79% em maio de 2015 e 15,32% em junho de 2015, de 24,86% em junho de 2014, de 19,28%% em janeiro e 9,55% em junho de 2013, de -0,65% em junho de 2012 mostram o quão volátil pode ser a cobrança de energia elétrica no Paraná. Percebe-se que quando há dependência em somente um sistema de fornecimento o consumidor fica refém das alterações de custos impostas pela fornecedora.

A geração de energia envolve fatores climáticos, manutenção da rede e distribuição, que se alteram de acordo com a localização dos edifícios, portanto caso haja a possibilidade de geração própria de energia, esta deve ser levada em conta, seguindo a Resolução Normativa 482 e 687⁴⁰ da ANEEL sobre micro geração de energia.

Observa-se que a redução de consumo deve ser buscada, porém com foco em independência de geração, melhorias que gerem benefícios de longo prazo, com custo e/ou *payback* baixo.

Nos dados estratificados verifica-se que durante os cinco anos em análise também não foi realizada nenhuma ação impactante visando a diminuição do consumo de energia e dos custos, portanto apresenta-se a seguir sugestões de ações possíveis para que exista uma diminuição relevante do consumo de energia no edifício em foco neste estudo, como: atualização do sistema de iluminação, sistema de refrigeração, utilização de sistema SCADA, adequação do sistema de elevadores e a geração própria de energia.

4.4.2.1 Atualização do sistema de iluminação

Sabe-se que existem diferentes técnicas para reduzir o consumo de energia, e uma delas é simples e rápida, a substituição de lâmpadas

⁴⁰Agência Nacional de Energia Elétrica ANEEL. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>> Acesso em: set. de 2017.

incandescentes (na qual a luz é produzida esquentando o filamento de Tungstênio) ou fluorescentes (a luz é aumentada por uma descarga elétrica contendo um gás ou um vapor interno) por lâmpadas eficientes (*Light Emitter Diode – LED*).

A abreviatura LED representa os Diodos Emissores de Luz (componentes eletrônicos semicondutores que conseguem transformar a energia elétrica em luz).

A utilização do LED em forma de lâmpada, além de ser um avanço tecnológico, é muito interessante do ponto de vista dos benefícios ambientais, pois seu consumo de energia é consideravelmente inferior às lâmpadas convencionais, como as incandescentes e as fluorescentes compactas. Outros benefícios ambientais das lâmpadas de LED são as características e possibilidades de descarte final de resíduos, além da sua durabilidade. O LED é produzido com materiais atóxicos ao meio ambiente, o que faz com que possa ser descartado sem a necessidade de uma destinação e disposição final especiais. Sua durabilidade é outro aspecto interessante, pois demanda menos trocas o que, conseqüentemente, gera menos descartes no ambiente. Já a lâmpada fluorescente, por exemplo, contém Mercúrio, o que exige maiores cuidados quanto ao descarte, devido às características nocivas deste elemento. (SANTOS, BATISTA, POZZA, & ROSSI, 2015)

As lâmpadas de LED na geração de luz emitem menos calor, portanto, podem ser instaladas em diferentes materiais e também por utilizarem menos energia, tornam-se mais econômicas que as incandescentes e as fluorescentes. As lâmpadas LED oferecem maior durabilidade e seu descarte gera menos impacto ambiental. Apresenta-se na Figura 28 Lâmpadas: incandescente, fluorescente e LED.



⁴¹Imagens da pesquisa do Google, sites: <https://http2.mlstatic.com/D_Q_NP_908543-MLB25628508099_052017-Q.jpg>, <http://www.lojaeletrica.com.br/images/product/16CDC150707163234_no.jpg> <https://pebinhadeacucar.com.br/wp-content/uploads/2015/08/kit-10-lmpada-led-5w-3u-luz-branca-quente-e27-bivolt-18710-MLB20159892233_092014-F.jpg> Acesso: 15 de out. 2017

Figura 28 Lâmpadas: incandescente, fluorescente e LED, na respectiva ordem

Verifica-se que “o preço de uma lâmpada LED doméstica pode chegar a trinta e sete vezes mais que uma lâmpada incandescente, e nove vezes mais que uma lâmpada fluorescente compacta” (SANTOS, BATISTA, POZZA, & ROSSI, 2015, p. 597), o que pode ser um empecilho no momento do planejamento da alteração devido ao custo, mas por ter seu tempo de utilização maior, no processo de reformulação dos edifícios, os ganhos a médio, longo prazo são interessantes.

Santos et al. (2015, p. 597) apresenta dados interessantes sobre os três tipos de lâmpadas, como verifica-se a seguir.

Uma lâmpada incandescente comumente utilizada em residências é a lâmpada de 60 Watts. Em uma casa com 10 lâmpadas ligadas em uma média de 6 horas diárias, por um período de cinco anos, estas lâmpadas gastarão mais de 6.000 kWh, o que significa um grande consumo de energia elétrica (ENERGIA LIMPA, 2009). As lâmpadas fluorescentes compactas de 15 ou 18 W substituem uma lâmpada incandescente de 60 W, porém com consumo em torno de 1.900 kWh, considerando os mesmos padrões, bastante econômico quando comparada a incandescente (ENERGIA LIMPA, 2009). Lâmpadas de LED equivalentes a 60 W da incandescente e a 15 W da fluorescente necessitam apenas de 8 Watts para emitir luz, refletindo num gasto bem menor que as demais, cerca de 1.000 kWh (ENERGIA LIMPA, 2009).

Para este estudo são relevantes os elementos apresentados por Santos et al. (2015), pois as lâmpadas de LED “utilizam 82% menos energia elétrica que lâmpadas incandescentes, garantindo uma economia significativa na conta de energia”, complementa explicando que uma lâmpada doméstica de LED pode durar teoricamente “50.000 horas, contra 1.000 horas de uma incandescente e 6.000 horas de uma fluorescente, o que permite diminuir a quantidade de trocas de lâmpadas ou gastos com manutenções”.

Segundo o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro), lâmpadas incandescentes com potência de até 60W que não atenderem a níveis mínimos de eficiência energética não poderão mais ser vendidas no país.

Segundo a Cartilha do MME (2015), apresentada no referencial teórico deste estudo, “As lâmpadas devem ter Selo Procel Classe A e as luminárias, fabricadas com tecnologia que permita a máxima reflexão da luz”.

A aplicação de novas tecnologias nos sistemas de iluminação, como lâmpadas com controle digital (sensores de luz integrados a uma central), aliadas, a estrutura antiga, como por exemplo o uso de *dimmers* (controle da potência da lâmpada) potencializam a redução do consumo de maneira eficiente. A combinação da dimerização com sensores de luz natural pode possibilitar uma economia de energia ainda maior.

Com o sistema de dimerização que realiza o controle automático da intensidade de luz no ambiente, torna-se possível gerenciar a iluminação artificial compensando a luz natural, em diferentes horas do dia.

A Cartilha (2015) ainda apresenta que “A simples substituição de luminárias T12 de lâmpadas fluorescentes por luminárias eficientes, com lâmpadas T5 ou tubulares a LED, pode proporcionar uma economia acima de 35% no consumo”.

No edifício em estudo iniciou-se o processo de substituição das lâmpadas incandescentes e fluorescentes para LED, mas este processo não foi finalizado, impossibilitando a comparação efetiva dos ganhos.

4.4.2.2 Sistema de refrigeração

O condicionamento de ar é o sistema de climatização mais comum nos edifícios e pode alterar a umidade, filtrar e distribuir o ar, além de controlar a temperatura para atender ao conforto dos condôminos.

Há diferenças no planejamento de instalações de pequeno e grande porte quando tratamos deste tópico e neste estudo opta-se somente pelo de pequeno porte, por ser mais comum e adequado ao perfil de unidade predial.

Segundo a Cartilha (2015) “Para instalações de pequeno porte (ar-condicionado de janela e *split*) a redução no consumo de energia é obtida mediante o correto dimensionamento, posicionamento e a utilização de equipamentos como o Selo Procel Classe A”.

4.4.2.3 Utilização de sistema SCADA

O controle de variação da demanda em uma instalação realizado por um Sistema de Supervisão, Controle e Aquisição de Dados (SCADA)⁴² também possibilita eficiência energética, inclusive na climatização dos ambientes, pois permite que picos de consumo sejam reduzidos sem prejuízo ao bom funcionamento dos recursos.

O SCADA pode controlar os sistemas de ar-condicionado, bombas compensadoras de nível de água e bombas de esgoto, manejando as entradas e saídas de forma equilibrada, a fim de reduzir picos de energia.

A Cartilha do MME (2015) ressalta que a instalação do sistema oferece outras oportunidades de uso, como: “o controle automático dos bancos de capacitores (mantendo sempre o fator de potência da instalação dentro do valor mínimo estabelecido de 0,92), medições de parâmetros elétricos em pontos estabelecidos, elaboração de gráficos, etc.”.

Em relação ao edifício em estudo este sistema “inteligente” poderia ser instalado em um projeto a médio prazo, sendo possível realizar um planejamento estrutural para tal aplicação.

4.4.2.4 Adequação do sistema de elevadores

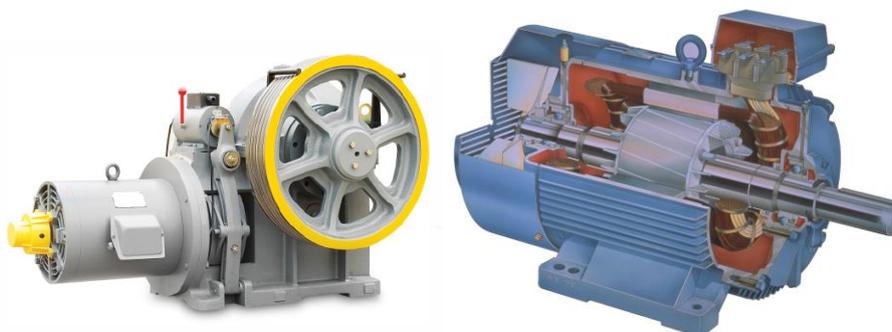
Outro elemento importante a ser observado em um edifício são os elevadores, pois costumam representar uma grande parte do consumo de energia e de recursos alocados para a manutenção por terem grande nível de utilização e estresse⁴³.

⁴²Sistemas de Supervisão e Aquisição de Dados, ou abreviadamente SCADA (proveniente do seu nome em inglês *Supervisory Control and Data Acquisition*) também chamado de software supervisorio ou software SCADA. São sistemas que utilizam software para monitorar e supervisionar as variáveis e os dispositivos de sistemas de controle conectados através de servidores/drivers de comunicação (drivers) específicos.

⁴³ Stresse: é a quantidade média de força aplicada por unidade de área. É uma medida da intensidade do total das forças internas actuando num corpo através de superfícies internas imaginárias, como uma reacção à aplicação de forças externas e do próprio corpo. Um sinónimo de Stress, aplicado à Física, é Tensão.

O número de pessoas que utiliza os elevadores, o número de andares e de elevadores, assim como a carga que é carregada dentro destes interferem significativamente no impacto no consumo de energia.

Para a realização da melhoria do nível de consumo no edifício em estudo uma opção é a troca de sistemas de tração motriz com base em corrente contínua (comumente encontrados em edifícios mais antigos) por motores de indução trifásicos e sistemas de acionamento eletrônico. Estas ações em relação aos elevadores podem ser uma forma eficiente de otimizar o uso de energia diminuindo as perdas constantes e de manutenção. Apresenta-se na Figura 29 Sistemas de tração motriz e motores de indução trifásicos.



44

Figura 29 Sistemas de tração motriz e motores de indução trifásicos

Segundo, Troller (2015), em seu estudo

Os elevadores antigos que se enquadram nas categorias de alto fluxo de passageiros, são os que terão maior retorno ao serem submetidos a uma modernização. Para melhorar o consumo de elevadores com baixo fluxo de passageiros, o mais indicado é procurar alternativas para aumentar a eficiência da iluminação na cabina. A unidade regenerativa teve sua efetividade comprovada, tanto através dos gráficos de potência ativa quando no consumo medido, levando a uma redução de aproximadamente 30% no consumo diário do elevador (TROLLER, 2015, p. 57).

⁴⁴Imagens da pesquisa do Google nos sites: Disponível em: <http://www.elevator-component.com/photo/pl6255982gearless_elevator_traction_machine_equipped_with_plate_brake_sn_tmmt0_4t.jpg> Acesso em: 21 de nov. 2017
Disponível em:<http://cms.sulinet.hu/get/d/bbc4fbfc-d80a-4218-85a2-b4239c510289/1/3/b/Large/ac_motor_nagyitott.png> Acesso em: 21 de nov. 2017

A otimização também pode ser feita por meio do sistema de controle por meio da programação de funções que reduzem o número de movimentações não inteligentes em relação as solicitações de subida e descida requisitadas pelos usuários.

4.4.2.5 Geração própria de energia

Os edifícios em sua maioria utilizam-se da geração de energia elétrica convencional e centralizada, normalmente advinda de um ponto distante do ponto de consumo. Ocorre neste percurso perdas na distribuição, aumentando o custo geral da produção da energia, prejudicando o meio ambiente e as empresas responsáveis.

Quando a geração de energia é distribuída oferece vantagens porque a geração é próxima da carga, facilitando a diversificação das tecnologias utilizadas, como por exemplo a energia eólica e painéis fotovoltaicos.

4.4.2.5.1 Energia eólica

O uso de energia eólica para geração de energia local não é indicado para todos os edifícios, pois é necessário um vento constante e não turbulento. Para se obter o vento necessário as pás precisam estar a uma altura de pelo menos nove metros acima do topo de qualquer obstáculo nas vizinhanças da torre, ou seja, num raio de 100 metros e o vento precisa alcançar uma velocidade média mínima de 6m/s.

Para o edifício em foco seria necessário um estudo para garantir que a estrutura do edifício teria capacidade de sustentação do sistema de energia eólica, assim como capacidade de absorver e suportar a vibração do sistema sem comprometer a estrutura.

Também seria importante verificar se a distância obrigatória existente é viável, pois o mesmo encontra-se em uma região residencial e comercial constituída quase em sua totalidade de edifícios altos. Apresenta-se na Figura 30 Energia eólica em edifícios, dois exemplos possíveis de aplicação.



Figura 30 Energia eólica em edifícios

4.4.2.5.2 Painéis fotovoltaicos

Outra sugestão pode ser a utilização da tecnologia fotovoltaica considerada, em muitos casos, como uma possibilidade de redução de custos energéticos e de preservação do meio ambiente por ser uma fonte renovável e não poluente.

O painel fotovoltaico⁴⁶ capta a irradiação solar transformando-a em energia elétrica e as placas do painel são desenvolvidas baseadas em silício, em quase 90% da totalidade dos casos de utilização, podendo ser constituídas de outros elementos químicos de acordo com as normas locais e o investimento pretendido. Na Figura 31 Painel fotovoltaico, observa-se um exemplo que pode ser utilizado em edifícios.

⁴⁵ Disponível em: <http://jcrs.uol.com.br/_arquivos/138303_CIA_37780.jpg> Acesso em: 22 de nov. 2017.

⁴⁶ Em termos de aplicações terrestres destacam-se as células solares de silício cristalino (c-Si), o silício amorfo hidrogenado (a-Si:H ou a-Si), o telureto de cádmio (CdTe) e outros compostos relacionados ao dissulfeto de cobre e índio. Neste último grupo, segundo Ruther (2000), aparecem elementos altamente tóxicos e raros. Este fator fez com que surtisse um obstáculo considerável na utilização mais acentuada destas tecnologias em alguns países. Dentre os modelos mencionados, os que possuem maior utilização são os painéis de silício cristalino e os de silício amorfo (MARINOSKI, et al., 2004, p. 2).



Figura 31 Painel fotovoltaico

A opção pelos painéis fotovoltaicos deve seguir as determinações em relação a uma orientação solar favorável “superfícies voltadas para norte, leste ou oeste, sendo que a orientação ideal são as superfícies voltadas para o norte geográfico, no hemisfério sul, pois permitem uma maior captação da energia gerada pelo sol” (MARINOSKI, SALAMONI, & RUTER, 2004, p. 3).

Acredita-se que o sistema fotovoltaico tende a crescer muito como opção para o design dos edifícios, podendo contribuir para a redução do consumo e dependência das empresas de distribuição de energia elétrica. A utilização do sistema fotovoltaico pode auxiliar a modernização das fachadas e na ampliação da produção de energia limpa reduzindo a emissão de CO₂ indispensável para a conservação do meio ambiente.

O Brasil tem sua matriz energética composta principalmente por usinas hidrelétricas, mas mesmo esta não pode ser considerada 100% limpa, pois acontece a decomposição da matéria orgânica nas áreas alagadas que resulta na produção de gases metano e CO₂, tendo uma ampliação do problema quando ocorre a falta de chuva e as termoelétricas são acionadas. As termoelétricas além de produzirem uma energia mais cara também são altamente poluentes.

Na Figura 32 Sistema fotovoltaico - design dos edifícios, pode verificar-se exemplos de aplicações em edifícios.

⁴⁷ Disponível em: <<http://portaldaenergia.com/wp-content/uploads/2016/02/painel-fotovoltaico.jpg>> Acesso em: 23 de nov. 2017



Figura 32 Sistema fotovoltaico - design dos edifícios

Para a implantação desta opção no edifício em estudo seria necessária a verificação das plantas do projeto arquitetônico para a investigação da possibilidade de instalação de painéis fotovoltaicos nas áreas externas não utilizadas e áreas da fachada, além da necessidade de observar-se a variação da trajetória solar e as áreas de sombreamento.

Entende-se que o sucesso de uma revitalização energética (processo de *retrofit*) depende da correta especificação, contratação e acompanhamento de diversas etapas, desde o diagnóstico energético até a medição, verificação dos resultados, assim como o devido alinhamento com a legislação em vigor e a proposta de investimento que sustenta o projeto.

4.4.3 Manutenção

Quando não há manutenção o funcionamento da edificação tende a ser incerto, pois constantes paralisações de equipamentos (bombas de água, elevadores), desempenho condominial precário (falta de água e energia elétrica) e acontecimentos desconfortáveis (entupimentos, infiltrações, sujeira), podem acontecer de forma inesperada.

Quando a manutenção, além de mal planejada, é falha, a segurança fica comprometida. Porém, apesar da importância deste quesito, grandes parcelas

⁴⁸ Fotos da pesquisa do Google. Disponível em<
https://www.portalsolar.com.br/Content/EditorImages/images/Fa%C3%A7ana_Fotovoltaica_MNA_CTEC.JPG> Acesso em: 22 de set. 2017
Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/Content/EditorImages/images/BIPV-3.jpg>>
Acesso em: 22 de set. 2017

das edificações brasileiras não possuem plano de manutenção e muito menos, seus gestores são instruídos em como fazê-lo.

Os dados levantados nos balancetes eram detalhados como pode ser verificado nos Apêndices 1, 2, 3, 4 e 5, porém, devido a mudança da administradora do condomínio a classificação dos objetos em estudo (subtópicos) foi generalizada para evitar conflito de dados e classificações ambíguas.

Os subtópicos que eram 43 itens foram divididos em 3 grandes categorias: manutenção geral, benfeitorias e outros. No Gráfico 6 Distribuição de manutenção 2012 -2016 – Edifício Casa Grande, verifica-se que o gasto com manutenção é de 49% o que equivale a um custo de R\$318218,96, com benfeitorias 46% R\$295315,79 e com outros de R\$ 29437,00.

Distribuição dos custos de manutenção 2012-2016

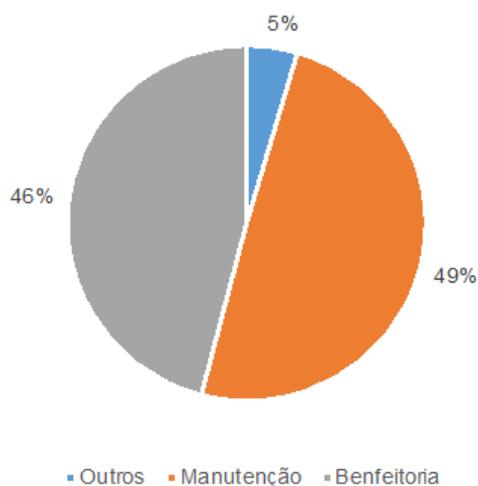


Gráfico 6 Distribuição de manutenção 2012 -2016 - Edifício Casa Grande

Observa-se a seguir no Gráfico 7 Comparação anual de manutenção - Edifício Casa Grande, que a soma dos gastos ao longo dos cinco anos se distribui majoritariamente entre manutenção geral e benfeitorias, totalizando 95%, sendo estas as categorias onde serão apresentadas sugestões de melhoria.

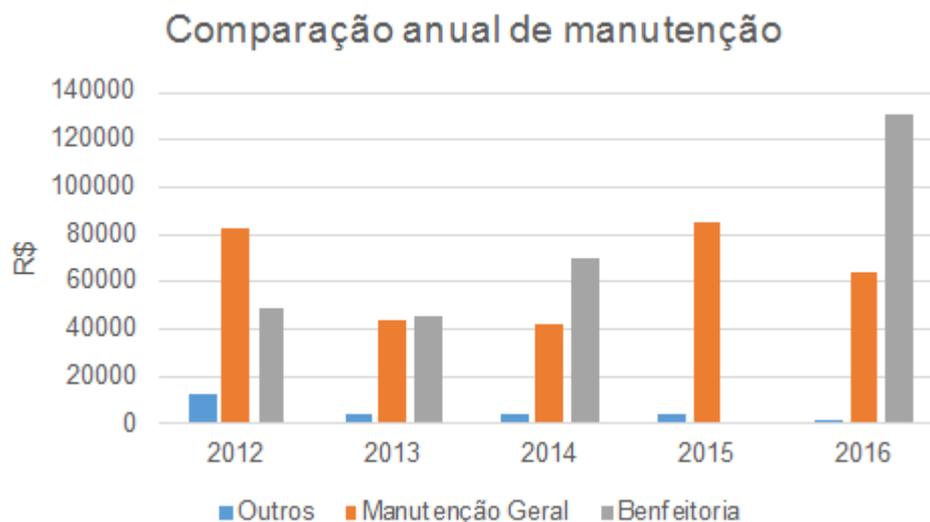


Gráfico 7 Comparação anual de manutenção - Edifício Casa Grande

Para analisar o comportamento destas categorias e perfil anual foi estruturado o Figura 31 Variação entre gastos de manutenção 2012 – 2016 e observou-se que no ano de 2015 nenhuma obra de benfeitoria foi realizada. Na intenção de verificar diferentes hipóteses verificou-se em entrevista com a síndica vigente no ano de 2017 do Edifício Casa Grande que foi realizado um planejamento de gastos para uma grande reforma na fachada do prédio no ano de 2016, sendo esta crucial para manutenção estética e estrutural do Edifício.

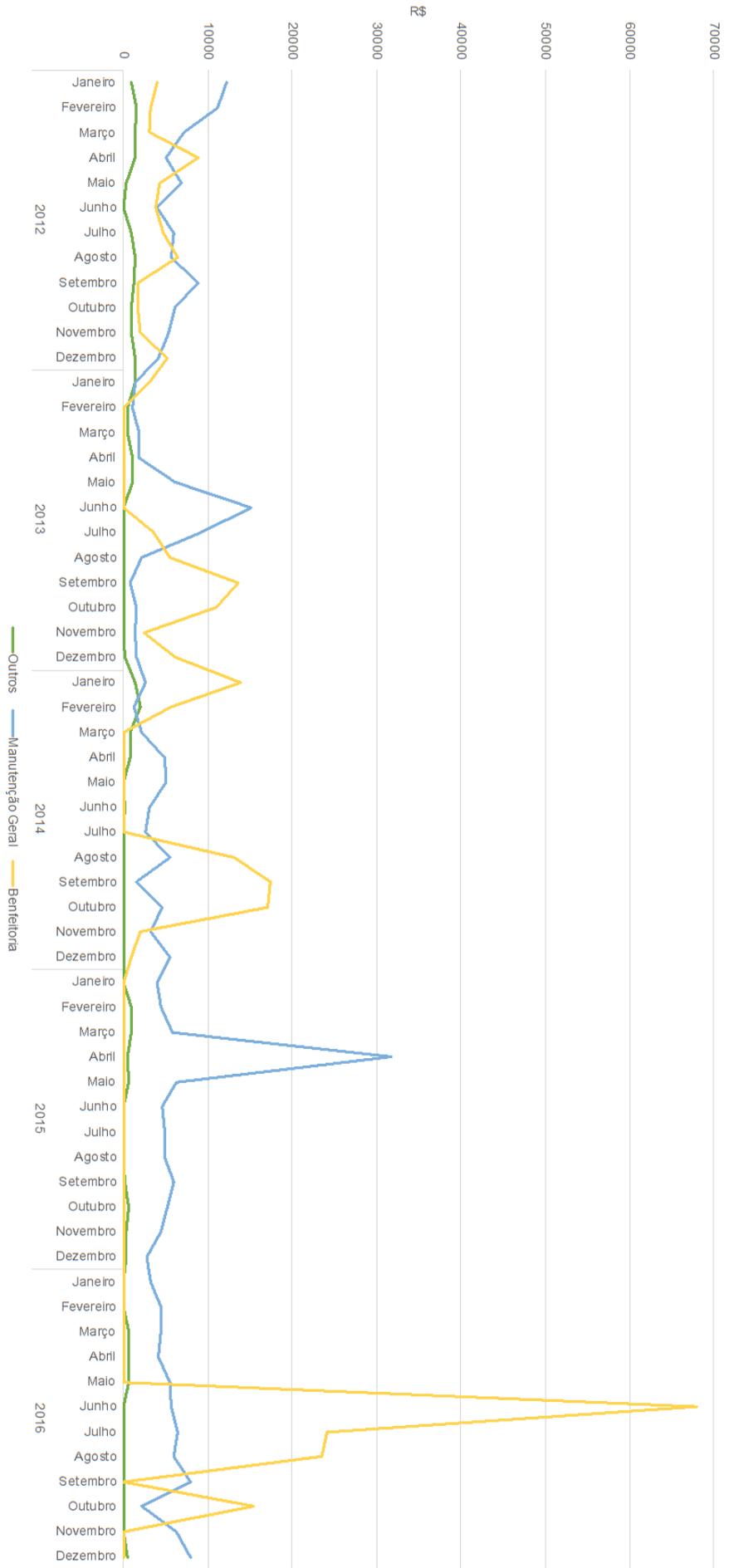


Figura 33 Variação entre gastos de manutenção 2012 – 2016 - Edifício Casa Grande

Com o intuito de observar o perfil dos gastos e o impacto mensal destes foi estruturado a Figura 33 Variação entre gastos de manutenção 2012 – 2016 - Edifício Casa Grande, e percebe-se que a manutenção geral tem um perfil contínuo ao longo de praticamente todo o período estudado e benfeitorias possuem um caráter pontual e de custo elevado. Isto fica ainda mais evidente ao olharmos para o Gráfico 8 Custo médio por ocorrência – Manutenção geral.

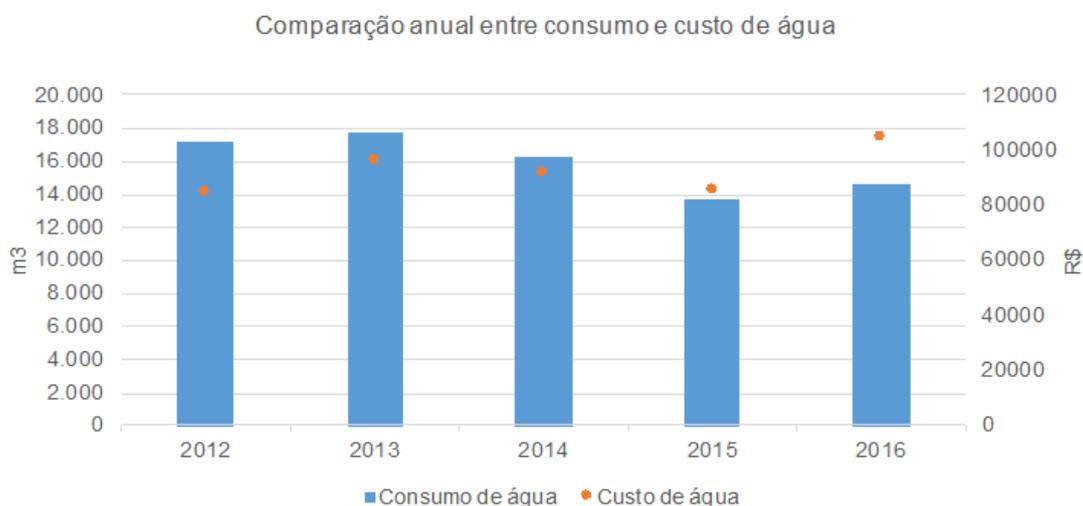


Gráfico 8 Custo médio por ocorrência – Manutenção geral - Edifício Casa Grande

Pode-se perceber que ao longo dos 60 meses de estudo a recorrência de ações preventivas como a manutenção dos elevadores (60 ocorrências) e obras de manutenção e conservação (35 ocorrências), ambas altas. Devido ao custo das benfeitorias revelar-se muito elevado entende-se a necessidade de um planejamento constante para reduzir a ocorrências de mudanças drásticas nas taxas condominiais.

No Gráfico 9 Custo médio por ocorrência – Benfeitorias - Edifício Casa Grande, apresenta-se os dados coletados e estratificados.

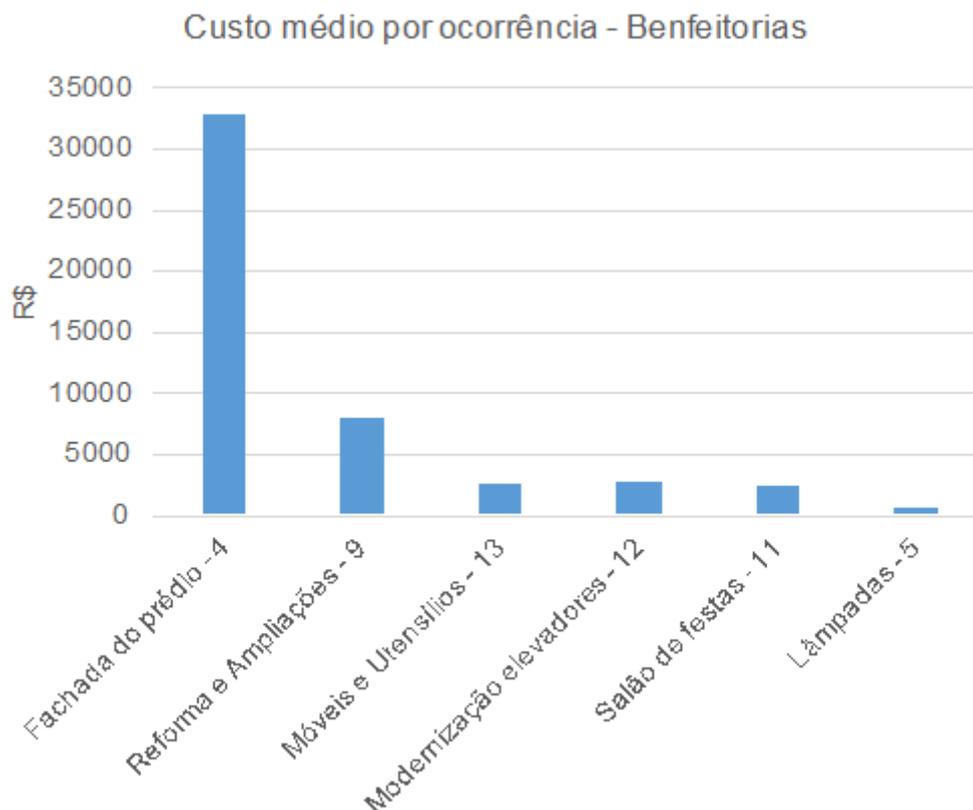


Gráfico 9 Custo médio por ocorrência – Benfeitorias - Edifício Casa Grande

Benfeitorias normalmente oferecem um impacto maior no período de realização, porém os benefícios tendem a ser a longo prazo, sendo assim este estudo apresenta a seguir questões relevantes e sugestões para conciliar manutenção e benfeitoria.

A principal falha de planejamento na manutenção predial é a ausência de qualquer previsão orçamentária na taxa condominial, com graves consequências para a manutenção a longo prazo. É recomendável que haja um plano com indicações das principais áreas que tendem a sofrer necessidade de manutenções, como acontece com os edifícios novos dentro das normas do Código do Consumidor e NBR-14037 da ABNT, ou seja, como se fosse um manual que deve conter orientações técnicas detalhadas para a elaboração do plano de manutenção predial constante.

Sugere-se que para evitar estas falhas de conservação seja estruturado um plano de manutenção que deve conter, no mínimo, o método de trabalho, a

verba disponível e o objetivo pretendido, para que a atividade seja bem-sucedida.

A implementação mais adequada de um planejamento deve ser definida após levar-se em conta os objetivos e o capital disponível para a manutenção para a edificação. Pode-se destacar, diante do que já fora exposto neste estudo, dois tipos de abordagem para o planejamento:

- Conservadora: parâmetro exclusivamente técnico, baseia-se no funcionamento adequado e suprimento de necessidades imediatas. Exemplo: lâmpada incandescente queimada, troca-se por outra igual para reposição.
- Dinâmica: baseia-se na combinação de parâmetros técnicos, assim como a conservadora, porém alinhada com aplicação de inovações e implementações onde há alteração de tecnologia. Exemplo: lâmpada incandescente queimada, troca-se por uma lâmpada de LED, visando economia de energia e diminuição do período de manutenção.

Muitos consideram como despesas desnecessárias qualquer atividade de manutenção, principalmente preventiva, o que gera uma desvalorização e redução da vida útil da edificação. Devido à falta dessa cultura condominial na administração predial não é raro encontrar casos de acidentes que poderiam ser evitados, ou mesmo custos maiores de remediação que poderiam ser menores com ações de prevenção.

Para que ocorra um planejamento adequado é interessante que sejam observadas as condições apresentadas no Quadro 2⁴⁹ Condições para planejamento, a seguir.

Técnica	Tipo do imóvel (residencial, comercial, industrial, serviços, etc.)
	Idade (real, aparente, de utilização, etc.)
	Padrão construtivo (baixo, médio, fino, etc.)
	Áreas (construída, útil, privativa, comum, etc.)
	Áreas (construída, útil, privativa, comum, etc.)
	Utilização (habitada, em uso, etc.)
	Funcionamento (horários, população fixa e temporária.)

⁴⁹ Quadro criado pelo autor com base no texto disponível em: <<http://www.planeges.com.br/reflexos-do-planejamento-de-manutencao-predial/>> Acesso em 17 de nov. 2017.

	Equipamentos (relações, especificações, etc.)
	Anomalias construtivas e desempenhos.
Operacional	Procedimentos de rotina e serviços.
	Controles.
	Registros.
Administrativa	Tipologia da manutenção (corretiva, preventiva, detectiva, preditiva, etc.)
	Nível de confiabilidade.
	Nível de disponibilidade.
	Equipe e treinamento.
	Diagnóstico técnico atualizado.
	Documentação disponível.
	Custos.

Quadro 2 Condições para planejamento

O planejamento para ter sua aplicação com sucesso precisa ser estruturado com ações de curto, médio e longo prazos, para que sejam evitadas ações emergenciais constantes que normalmente geram alto custo.

Esta afirmação corrobora com a premissa de que mesmo com menos ocorrências, as benfeitorias têm um custo médio maior o que gera um impacto expressivo no orçamento do condomínio, como apresenta-se na Tabela 2 Custo médio por ocorrência.

	Total [R\$]	Ocorrências	Média [R\$]
Outros	29.437,95	87	338,37
Manutenção geral	318.218,96	248	1.283,14
Benfeitoria	295.315,79	54	5.468,81

Tabela 2 Custo médio por ocorrência

Para apoiar o processo de planejamento de manutenção apresenta-se a seguir a proposta de uma Ficha de Acompanhamento (Figura 34) criada pelo autor como contribuição deste estudo, a ser utilizada pelo gestor da unidade predial para que seja possível o acompanhamento do contexto real e detalhado da manutenção e das benfeitorias, além de possibilitar maior adequação do planejamento a curto, médio e longo prazos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o passar do tempo as edificações sofrem o desgaste natural e tendem a perder eficiência em suas funcionalidades e passam a necessitar mudanças estruturais. As alterações nos edifícios, muitas vezes, tendem a acontecer para que as normas técnicas sejam atendidas, pois estas são atualizadas regularmente.

A proposta de *retrofit* em edificações mais antigas é uma das possibilidades de alteração e modernização dos edifícios, mas para a escolha por esta opção efetiva é necessário um estudo mais aprofundado da viabilidade financeira e estrutural do edifício em questão.

Este estudo apresenta a análise realizada em um edifício residencial com mais de trinta e cinco anos de construção, com o objetivo de disponibilizar ao meio acadêmico e para a sociedade atual elementos capazes de apoiar a opção pelo *retrofit*, como também apresentar sugestões de possíveis avanços para os edifícios.

As características do *retrofit* como a melhoria da qualidade de vida e a sustentabilidade, além de oferecer a inovação, as benfeitorias estruturais e de *design*, visando muitas vezes até a recuperação de um ambiente muito desgastado, são essenciais para a longevidade de edifícios residenciais e valorização dos mesmos.

Para atender o objetivo específico relacionado a identificação dos custos e periodicidade de manutenções corretivas e preventivas, assim como custos e consumo de água e de energia na administração de um edifício residencial, foi realizado um levantamento que em sua análise possibilitou o destaque da diferença de média de custo entre manutenção geral e benfeitoria.

Em relação ao consumo de energia elétrica a troca dos motores e a instalação de sensores de presença nos elevadores, podem auxiliar na diminuição de custos e melhora na eficiência energética. O edifício já iniciou a substituição de lâmpadas incandescentes e fluorescentes por lâmpadas de LED nas áreas comuns e é indicado que este projeto seja implantado em sua totalidade, sendo esta mudança a mais fácil e rápida de ser realizada.

Alinhada a esta atitude é interessante que seja realizada uma campanha geral entre os condôminos para que a substituição das lâmpadas e a instalação de sensores de luminosidade ocorram também nas unidades condominiais.

Indica-se também, como resultado deste estudo, que seja montado um planejamento para a troca dos eletrodomésticos de responsabilidade do condomínio (salão de festas, áreas comuns, etc.) por equipamentos com etiqueta de Classificação A.

Sugere-se também a possibilidade de revitalização da fachada completa do edifício, integrada com a instalação de painéis fotovoltaicos, principalmente pela localização favorável (face Norte) da edificação.

Ainda em relação a fachada, pode-se fazer a opção pelo isolamento acústico devido a passagem constante de veículos e de ônibus biarticulados na avenida na qual se encontra o edifício, podendo oferecer maior conforto aos condôminos. O isolamento térmico também pode ser considerado como uma opção para a redução de custos energéticos devido a mudança climática constante da cidade de Curitiba.

Em relação ao consumo hídrico, apesar do custo inicial elevado, a indicação é pela troca do hidrômetro coletivo pelo individual e a instalação de uma cisterna vertical modular para captação de água da chuva para ser utilizada na limpeza das áreas comuns e externas do edifício.

Em relação ao objetivo de análise das ações de manutenção e benfeitorias como características de *retrofit* e possíveis implantações para melhoria da eficiência energética e consumo de água, como resultado deste estudo sugere-se também que seja realizado o processo de planejamento de manutenção, por meio, da proposta da Ficha de Acompanhamento criada pelo pesquisador deste Trabalho de Conclusão de Curso, com foco em auxiliar o responsável pelo condomínio no controle e classificação de ações de manutenção preventiva, corretiva, preditiva, programada e não-programada. Esta Ficha é apenas uma proposta inicial, que pode ser atualizada e revisitada com o passar do tempo de utilização, ou mesmo, ser adaptada por usuários de diferentes edifícios.

Entende-se que este estudo possa ter continuidade, pois com os dados coletados da administradora do condomínio não foi possível verificar-se a periodicidade de manutenção no edifício, sendo necessário implementar a Ficha criada e após um período retomar a análise dos dados.

Diante do cenário exposto o *retrofit* entra como uma solução interessante para a valorização dos espaços e eficiência no uso tanto de recursos financeiros, como energéticos e hidráulicos, tendo como premissa um planejamento a curto, médio e longo prazos, além do controle financeiro e o desenvolvimento de uma consciência de valor a longo prazo por parte dos condôminos e da administração do edifício.

Considera-se que um alinhamento entre revitalização, melhoria na qualidade de vida dos condôminos e a manutenção são cruciais para um investimento sustentável a longo prazo para a longevidade do edifício.

REFERÊNCIAS

- 5462, N. (1994). ABNT -. <http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=004086>.
- A detecção de vazamentos em condomínios é essencial para evitar desperdícios de água*. (s.d.). Fonte: eCycle :
<https://www.ecycle.com.br/component/content/article/43-drops-agua/5116-economia-deteccao-vazamento-de-agua-no-seu-condominio-como-lidar-prevenir.html?lb=no>
- ABREU, W. G., & MOTTA, A. L. (2012). IDENTIFICAÇÃO DE PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS APLICADAS ÀS. *Universidade Federal Fluminense*.
- ANDRADE, T. d., Freitas, F. G., Brasil, M. M., Silva, T. G., Coutinho, D. P., & Souza, J. T. (2011). Uma abordagem multi-objetiva para o problema de seleção de defeitos. *XLIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional* (pp. 15-18). Ubatuba: <http://www.din.uem.br/sbpo/sbpo2011/pdf/88011.pdf>.
- ASADI, E., SILVA, M. G., & DIAS, C. H. (2012). Multi-objective optimization for building retrofit strategies: A model and an application. *Energy and Buildings*(44), 81-87.
- BARRIENTOS, M. I. (2004). Retrofit de edificações: estudo de reabilitação e. *Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro*.
- BECQUÉ, R., MACKRES, E., LAYKE, J., ADEN, N., LIU, S., MANAGAN, K., . . . GRAHAM, P. (2016). Accelerating Building Efficiency - Eight Actions for Urban Leaders. *WRI Ross Center for Sustainable Cities*, <http://publications.wri.org/buildingefficiency/>.
- Carlo, J. C., & Lamberts, R. (2010). Parâmetros e métodos adotados no regulamento de etiquetagem da eficiência energética de edifícios – parte 1: método prescritivo. *Ambiente Construído*.
- Carlo, J. C., & Lamberts, R. (2010). Parâmetros e métodos adotados no regulamento de etiquetagem da eficiência energética de edifícios – parte 2: método de simulação. *Ambiente Construído*.
- (2016). *CARTILHA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL – FEAM*. http://feam.br/images/stories/2016/PRODUCAO_SUSTENTAVEL/GUIAS-TECNICOS-AMBIENTAIS/CARTILHA_AGUA_DA_CHUVA_INTRANET.pdf.
- COELHO, A. E. (1999). *Medição individualizada de água em apartamentos*. Recife: Comunicarte.
- CROITOR, E. P., & MELHADO, S. B. (2009). A gestão de projetos aplicada à reabilitação de edifícios: estudo da interface entre projeto e obra. *Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/529*.

- ENERGIA LIMPA. (30 de dezembro de 2009). *A reinvenção da luz. Revista Veja. Edição 2145 – ano 42 – n° 52.*, p. <<http://veja.abril.com.br/acervodigital/home.aspx>.
- Energias, M. d. (2015). Cartilha O que fazer para tornar mais eficiente o uso de energia elétrica em prédios públicos. <http://www.mme.gov.br/documents/10584/1985241/cartilha+ENERGIA+op1.pdf>
- FONSECA, J. (2002). *Metodologia da Pesquisa Científica*. Fortaleza: UEC.
- GIL, A. (2007). *Como elaborar projeto de pesquisa*. São Paulo: Atlas, 4ª Edição.
- GUIMARÃES, L. (2014). O retrofit e a modelagem de informações como ferramenta na análise de projetos. *Universidade Federal do rio de Janeiro*.
- Hong, T., Lin, H.-W., Chang, W.-K., Wang, L., Turner, W., Yan, D., . . . Ren, X. (2013). Building Performance Simulation. *Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory*.
- Houser, T. (2009). The Economics of Energy Efficiency in Buildings. *Peterson Institute for International Economics*.
- IHM, P., & Krarti, M. (2012). Design optimization of energy efficient residential buildings in Tunisia. *Building and Environment*.
- INMETRO. (2010). Acesso em 31 de 05 de 2016, disponível em http://www.inmetro.gov.br/noticias/verNoticia.asp?seq_noticia=3151
- IWASHITA, J. (2009). Retrofit de sistemas de iluminação. *PORTAL - O SETOR ELÉTRICO*.
- Jaber, S., & Ajib, S. (2011). Optimum, technical and energy efficiency design of residential building in Mediterranean region. *Energy and Buildings*.
- Korolija, I., Marjanovic-Halburd, L., Zhang, Y., & I.Hanby, V. (2011). Influence of building parameters and HVAC systems coupling on building energy performance. *Energy and Buildings*.
- Laboratório de eficiencia energética em edificações*. (s.d.). Acesso em 07 de 06 de 2016, disponível em LABEEE: <http://www.labeee.ufsc.br/projetos/s3e/metodos-de-etiquetagem>
- Manual de Gerenciamento para controladores de consumo de água*. (s.d.). São Paulo: http://site.sabesp.com.br/uploads/file/asabesp_doctos/Manual%20do%20controlador.pdf.
- MARINOSKI, D. L., SALAMONI, I., & RUTER, R. (2004). Pré-dimensionamento de sistema solar fotovoltaico: Estudo de caso do edifício sede do CREA - SC. *I CONFERÊNCIA LATINO AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO*. SÃO PAULO: ISBN 85-89478-08-04.

- MELO, A. P. (2012). DESENVOLVIMENTO DE UM MÉTODO PARA ESTIMAR O. *Universidade Federal de Santa Catarina*, http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/teses/TESE_AnaPaulaMelo.pdf.
- MORAES, V. T., & QUELHAS, O. L. (2011). A METODOLOGIA DO PROCESSO DO RETROFIT E OS LIMITES DA INTERVENÇÃO. *VII CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO*, http://www.inovarse.org/sites/default/files/T11_0356_1498.pdf.
- Morrissey, J., & Horne, R. E. (2010). Life cycle cost implications of energy efficiency measures in residential buildings. *Energy and Buildings*.
- NETO, A. P. (2015). A Manutenção Predial nas Edificações Públicas, um Estudo sobre a Legislação. *Araújo, E&S - Engineering and Science 2015*, 1:3.
- PINI, M. S. (2011). Manutenção Predial. *São Paulo*.
- Planeta Sustentável*. (2016). Acesso em 01 de 06 de 2016, disponível em <http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/desenvolvimento/selo-producao-edificios-sustentabilidade-brasil-627973.shtml?func=2>
- POSSANI, E., & DEMOLINER, C. A. (2013). DESEMPENHO, DURABILIDADE E VIDA ÚTIL DAS EDIFICAÇÕES:. *Revista Técnico-Científica do CREA-PR - ISSN 2358-5420 - 1ª edição.*, 1 a 14.
- ROCHA, H. F. (2007). IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO PREDIAL PREVENTIVA. *Holos, Ano 23, Vol. 2 - 2007*, 77.
- RODRÍGUEZ, C. R. (2002). Mecanismos regulatórios, tarifários e econômicos na geração distribuída: o caso dos sistemas fotovoltaicos conectados à rede. *Universidade Estadual de Campinas*.
- SANTOS, T. S., BATISTA, M. C., POZZA, S. A., & ROSSI, L. S. (2015). Análise da eficiência energética,. *Eng Sanit Ambient | v.20 n.4 |*, 595-602.
- SILVA, S. A., & PINTO, J. (1996). *Metodologia das ciências sociais*. Porto: Afrontamento.
- SKF - SERVICE MANAGEMENT SERVICE. (s.d.). Acesso em 07 de 06 de 2016, disponível em SKF - SERVICE MANAGEMENT SERVICE: <http://www.skf.com/br/services/asset-management-services/asset-efficiency-optimisation/optimize/live-cycle-costing/index.html>
- TROLLER, E. (2015). Eficiência energética em elevadorres . *Universidade Federal do Rio Grande do Sul*, 59.
- Virgínia Tambasco Freire Moraesa, O. L. (2012). O desenvolvimento da metodologia e os processos de um retrofit arquitetônico. *Sistemas & Gestão*, 7, 448-461 .
- ZHENJUN, M., COOPER, P., DALY, D., & ILEDO, L. (2012). Existing building retrofits: Methodology and state-of-art. *Energy and Buildings*, 891.

APÊNDICE 1 - PLANILHA DE DETALHAMENTO DE MANUTENÇÃO 2012

Objeto	Tipo	2012											
		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Outros	Outros	981,74	1526,69	1345,25	1440,85	384,93	54,8	943,25	1428,69	1224,85	980,79	992,37	1366,33
Material de limpeza	Outros	555,55	417,19	65,75	670,85	384,93	50,8	249	295,22	292	282,08	329	535,08
Seguro	Outros	426,19						663,4	663,37	663,37	663,37	663,37	663,37
Chaveiro	Outros						4		242,6				
Uniformes	Outros								227,5				
Água Mineral	Outros							27		36	27		
Cesta de Natal	Outros												167,88
Recarga de Gás	Outros							3,85		5,98	8,34		
Extintores	Outros		1109,5	1109,5									
Ponto Biométrico	Outros												
Lixeira	Outros				770								
Transporte/ Coleta de resíduos	Outros			170									
Manutenção Geral	Manutenção Geral	12204,25	11163,38	7207,16	5009,31	6941,01	3980,28	6013,99	5744,4	8876,26	6078,51	5291,16	4113,36
Manutenção dos Elevadores	Manutenção Geral	951,4	1193,4	1193,4	1507,23	2046,73	994,7	951,4	1183,4	2183,53	951,4	2236,06	2336,06
Manutenção e conservação	Manutenção Geral	1758,13	2678	2257				15				100	
Tintas/Material/Mão de Obra	Manutenção Geral	5456,97	4597,1	2393,03	3303,2	1783,5	1000	1799,59	2391	1078,4	2358,4	1130,1	100
Serviços / Reparos	Manutenção Geral	119,87	174,88			230,78	100			1500	33	195	745
Serviços/ Reparos Elétricos	Manutenção Geral	3817,88	2300	913,73	198,88	360	85,08						82,3
Sistemas de segurança	Manutenção Geral										195,71		
Bombas de água	Manutenção Geral									430	430		690
Cameras de segurança	Manutenção Geral									2547			
Ancoragem	Manutenção Geral												
Manutenção portão eletrônico	Manutenção Geral		220					220			680	540	160
Limpeza das caixas d'água	Manutenção Geral					560						560	
Vidraçaria	Manutenção Geral					60		1948	1535				
Manutenção da garagem	Manutenção Geral					1600	1800,5						
Hidráulica/Material	Manutenção Geral	100		450						137,33			
Antena coletiva	Manutenção Geral												
Dedetização/ Desratização	Manutenção Geral										530	530	
Bens de pequeno Valor	Manutenção Geral												
Vazamento da Prumada	Manutenção Geral					300					900		
Conserto de Vazamento	Manutenção Geral							445		1000			
Manutenção interfonos	Manutenção Geral												
Manutenção para Raio	Manutenção Geral							635	635				
Manutenção de Telefone	Manutenção Geral												
Manutenção de Calha	Manutenção Geral												
Serviços de Desentupimento	Manutenção Geral												
Revisão da Porta	Manutenção Geral												
Manutenção do Jardim	Manutenção Geral												
Benfeitoria	Benfeitoria	3990,28	3273,59	3123,34	8883,93	4310,6	3816,03	4822,67	6400,13	1647,75	1653,77	1959	5179
Fachada do prédio	Benfeitoria												
Reforma e Ampliações	Benfeitoria												
Móveis e Utensílios	Benfeitoria	3822	2200	600	2400	2400		1170	3570				3220
Modernização elevadores	Benfeitoria						1182,38	1182,38	1182,38		1653,77		
Saíão de festas	Benfeitoria			2131,81	6483,93	1910,6	2633,65	2221,65	1647,75	1647,75		1959	1959
Lampândas	Benfeitoria	168,28	1073,59	391,53				248,64					

