



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA
EDUARDO SALICH BRÜGGEMANN

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO RETROFIT:
UMA ABORDAGEM ESPECÍFICA NA ECONOMIA FINANCEIRA DE CONDOMÍNIOS
RESIDENCIAIS

Florianópolis

2017

EDUARDO SALICH BRÜGGEMANN

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO RETROFIT:
UMA ABORDAGEM ESPECÍFICA NA ECONOMIA FINANCEIRA DE CONDOMÍNIOS
RESIDENCIAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Pós-Graduação "lato sensu" em Energias Renováveis com Ênfase em Sustentabilidade da Universidade do Sul de Santa Catarina, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Energias Renováveis.

Orientador: Prof. Marcos Aurélio Izumida Martins, M.Eng.

Florianópolis

2017

EDUARDO SALICH BRÜGGEMANN

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO RETROFIT:
UMA ABORDAGEM ESPECÍFICA NA ECONOMIA FINANCEIRA DE CONDOMÍNIOS
RESIDENCIAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Pós-Graduação "lato sensu" em Energias Renováveis com Ênfase em Sustentabilidade da Universidade do Sul de Santa Catarina, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Energias Renováveis.

Florianópolis, 26 de agosto de 2017.

Professor e orientador Marcos Aurélio Izumida Martins, M.Eng.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Prof. Djan Rosário, M.Eng.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Cesare Quinteiro Pica, PhD.
Diretor do Centro de Energia Sustentável da Fundação CERTI

Dedico este trabalho à minha família, pelos momentos de ausência.

AGRADECIMENTOS

Certamente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Agradeço ao meu orientador Prof. Izumida, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória.

Aos meus colegas de sala.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento à minha família, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta monografia.

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.” (ARTHUR SCHOPENHAUER).

RESUMO

Com uma economia em crise, reduzir custos com energia não é mais uma escolha e sim uma necessidade. Para condomínios residenciais e comerciais, há uma alternativa: investir em eficiência energética. O que a maioria dos consumidores não sabe é que, por trás de um planejamento de eficiência energética, há um grande potencial de redução de custos. Há necessidade de identificar oportunidades, com estimativa da economia possível e investimentos necessários, além de possíveis alternativas para financiamento. E as soluções podem ser implantadas dispensando a necessidade de cotas extras na fatura do condomínio.

A redução do consumo de energia elétrica é um assunto presente cada vez mais em diversos setores de consumo da sociedade brasileira. Prédios públicos, empreendimentos comerciais e industriais já executam a algum tempo políticas de economia de energia optando por equipamentos e sistemas mais eficientes energeticamente. Grande parte dos sistemas de iluminação de instalações elétricas antigas possui grande potencial de economia de energia, pois apresentam equipamentos de tecnologias obsoletas e com baixa eficiência energética.

Pensando sobre este prisma, este trabalho se propõe a levantar, analisar e desenvolver pequenas soluções que proporcionem uma real redução na fatura elétrica de condomínios residenciais. Pois há muito interesse por parte dos condomínios residenciais em diminuir os custos com energia elétrica, mas o desconhecimento ou falta de capacidade técnica de apresentar projetos em pleitos de recursos junto a órgãos financiadores ou programas de custeio para eficiência energética, tem criado uma lacuna de oportunidades.

Para que possamos gerenciar os gastos de energia, precisamos conhecer a nossa estrutura, saber onde gastamos e o que influencia a demanda, a partir dessa análise poder-se-á buscar alternativas para a redução do consumo. Foram elencadas três fontes de consumo de energia elétrica dentro de condomínios residenciais, para análise de proposição de pequenos projetos de retrofit visando à redução da fatura elétrica. Os três pontos de demanda elétrica escolhidos foram: Sistemas de Elevadores, Motores elétricos e Iluminação. Sendo que os projetos de retrofit e análise de viabilidade financeira foram propostos apenas para iluminação.

Palavras-chave: Eficiência Energética. Consumo. Economia, Iluminação.

ABSTRACT

With an economy in crisis, reducing energy costs is no longer a choice but a necessity. For residential and commercial condominiums, there is an alternative: investing in energy efficiency. What most consumers do not know, behind energy efficiency planning, there is great potential for cost savings. There is a need to identify opportunities as well as alternative alternatives to financing. And how solutions can be deployed without the need for extra charges on the condominium bill. The reduction of the consumption of electric energy is increasingly in several sectors of consumption of the Brazilian society. Public buildings, commercial and industrial enterprises already executed in the market and energy saving by equipment and systems more energy efficient. Most of the lighting systems of old electrical installations have great potential for energy savings, come equipment of obsolete technologies and with low energy efficiency. Thinking about this prism, this work proposes to raise, analyze and develop small solutions that provide a real reduction in the electric bill of residential condominiums. Because there is a lot of interest on the part of residential condominiums in reducing electricity costs, but the lack of knowledge or lack of technical technique to present projects in resources of resources with financial agencies or costing programs for energy efficiency, has created a gap of opportunities. What is what is what is what is what you want? Three sources of electricity consumption were listed in residential condominiums, for analysis of small retrofit projects proposing to reduce the electric bill. The three points of electric demand chosen were: Lifts, Electric Motors and Lighting. Since the projects of adaptation and analysis of financial feasibility are proposed only for illumination.

Keywords: Energy Efficiency. Consumption. Economy, Lighting.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figure 1 - Padrão de Consumo Energético nas Edificações Brasileiras.....	16
Figure 2 - Consumo de Energia nas residências brasileiras	16
Figure 3 - Vida Útil de Equipamentos e Infraestrutura	28
Figure 4 - Equação para cálculo do Valor Presente Líquido	37
Figure 5 - Equação para cálculo do Taxa Interna de Retorno	38
Figure 6 - Equivalência lâmpadas lúmens fluorescentes compactas	47
Figure 7 - Equivalência lumens lâmpadas led	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Dados Iluminação.....	41
Tabela 2 - Dados Iluminação.....	42
Tabela 3 - Cálculos Consumo Iluminação – Res. Antônio Apóstolo.....	49
Tabela 4 - Cálculos Custo Iluminação – Res. Antônio Apóstolo.....	49
Tabela 5 - Cálculos Consumo Iluminação – Res. Edifício Domus	49
Tabela 6 - Cálculos Custo Iluminação – Res. Edifício Domus	50
Tabela 7 - Custo Inicial – Res. Antônio Apóstolo.....	51
Tabela 8 - Consumo Cenário Atual – Res. Antônio Apóstolo	52
Tabela 9 - Gastos Cenário Atual – Res. Antônio Apóstolo.....	52
Tabela 10 - Consumo Cenário Proposto – Res. Antônio Apóstolo	53
Tabela 11 - Gastos Cenário Proposto – Res. Antônio Apóstolo	53
Tabela 12 - Comparativo entre cenários Residencial Antônio Apóstolo	53
Tabela 13 - Custo Inicial – Res. Edifício Domus	54
Tabela 14- Consumo Cenário Atual – Res. Edifício Domus.....	54
Tabela 15 - Gastos Cenário Atual – Res. Edifício Domus	55
Tabela 16 - Consumo Cenário Proposto – Res. Edifício Domus	55
Tabela 17 - Gastos Cenário Proposto – Res. Edifício Domus.....	55
Tabela 18 - Comparativo entre cenários Residencial Edifício Domus	56

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	TEMA E PROBLEMA.....	14
1.2	OBJETIVO PRINCIPAL.....	17
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
1.4	JUSTIFICATIVA	18
1.5	METODOLOGIA DE PESQUISA	19
1.5.1	Procedimentos Metodológicos	21
1.6	DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	22
1.7	ESTRUTURA DO TRABALHO	22
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	24
2.1	O QUE É EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	24
2.2	RETROFIT ENERGÉTICO	26
2.2.1	Iluminação.....	28
2.2.2	Motores Elétricos	30
2.2.3	Elevadores	31
2.2.4	Aquecimento de água	32
2.2.5	Condicionamento de Ar.....	33
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	34
4	METODOLOGIAS PARA ANÁLISE DOS DADOS.....	34
4.1	TAXA MÍNIMA DE ATRATIVIDADE (TMA)	35
4.2	PAYBACK SIMPLES.....	35
4.3	VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL)	37
4.4	TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR)	38
4.5	RETORNO SOBRE O INVESTIMENTO (ROI)	38
5	COLETA DE DADOS E SUGESTÕES DE PROJETOS.....	39
5.1	CONDOMÍNIO RESIDENCIAL ANTÔNIO APÓSTOLO	40
5.2	CONDOMÍNIO EDIFÍCIO RESIDENCIAL DOMUS	41
5.3	INCENTIVOS E LINHAS DE FINANCIAMENTO	43
5.3.1	Linhas de financiamento	43
5.4	CUSTOS FIXOS INICIAIS	46
5.4.1	Cálculo de Consumo e Custo.....	48
5.4.2	Motores Elétricos	57
6	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	59
	REFERÊNCIAS	61
	APÊNDICES.....	63
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE PRÉ-DIAGNÓSTICO	64

1 INTRODUÇÃO

O País acordou para a questão energética, impulsionado pelas questões climáticas que afetaram o custo, já alto, da produção de energia. Com isto crescem as possibilidades, inclusive a de fomento para a adoção de soluções que ajudem a reduzir o consumo. A conta de luz, que pesa nas despesas condominiais, agora tem a seu favor algumas soluções.

A recente crise financeira global traz consigo efeitos como a redução da atividade econômica e, conseqüentemente, do consumo de energia. Essa pode ser uma importante oportunidade para reorganizar o sistema energético com bases mais sólidas e sustentáveis: a eficiência, a maior participação das fontes renováveis e a descentralização da produção de energia. O Brasil e outros países em desenvolvimento podem aproveitar a experiência dos países desenvolvidos em eficiência energética, complementando com um programa vigoroso em energias renováveis, particularmente as modernas (eólica, solar, biomassa e pequenas hidrelétricas).

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) aprovou recentemente, o reajuste da conta de luz dos consumidores de Santa Catarina. O reajuste médio que será aplicado pela Centrais Elétricas de Santa Catarina (CELESC) será de 7,85%. No caso dos grandes consumidores de energia, como as indústrias, a média será de 7,77%. No caso dos consumidores domésticos, o aumento médio será de 7,90%. Estes novos valores passam a vigorar a partir do dia 22 de agosto. (JORNAL DE SANTA CATARINA, 2017).

Programas e cartilhas da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) segue orientando para que os consumidores combatam desperdícios e, no final do ano 2015, aprovou mudanças permitindo que o consumidor, inclusive condomínios, instale pequenos geradores (tais como painéis solares fotovoltaicos e microturbinas eólicas, entre outros) e troque energia com a distribuidora local com o objetivo de reduzir o valor da sua fatura de energia elétrica.

Para os consumidores residenciais atendidos em Baixa Tensão, o chamado Grupo B, que representa 79% dos consumidores da CELESC, o efeito médio percebido da Revisão será de 7,90%.. A maioria dos consumidores não sabe que, por trás de um planejamento de eficiência energética, há um grande potencial de redução de custos.

Um dos mecanismos disponíveis é o Programa de Eficiência Energética realizado pela concessionária de distribuição que atende ao condomínio. A legislação do setor obriga investimentos mensuráveis em eficiência energética, incluindo a troca de equipamentos e treinamento de pessoal.

O presente trabalho pretende tratar a eficiência energética e seus desdobramentos em condomínios residenciais sobre a ótica da inovação tecnológica na gestão do consumo energético destas estruturas. As inovações, tanto tecnológicas quanto organizacionais, serão tratadas em duas frentes, primeiramente será efetuado um relatório com informações sobre o consumo e custos da energia utilizados no condomínio. Na sequência, serão propostos vários pequenos projetos que priorizem a eficiência energética, com mitigação dos custos, sem detrimento de segurança, conforto e qualidade.

1.1 TEMA E PROBLEMA

O valor da taxa condominial é certamente o maior motivo de preocupação e de reclamação dos condôminos. Mas, muitas vezes, o valor pago mensalmente pelas despesas do condomínio apenas reflete o comportamento dos próprios condôminos. Os gastos com energia elétrica são um dos principais indicadores de que a conduta dos moradores ou frequentadores está sendo onerosa ou não para o condomínio. O uso inadequado e exagerado da energia elétrica nas áreas e equipamentos comuns a todos resultará em altas contas; enquanto que o uso racional refletirá na redução de custos.

Mas é possível reduzir despesas sem afetar o conforto e bem estar dos condôminos e a segurança do condomínio? Sim, asseguram os especialistas da área, segundo a analista de Eficiência Energética da Coelba, Virgínia Forte, é preciso criar estratégias para o uso racional de energia elétrica, A primeira delas seria a adoção de hábitos de gestão do consumo de energia..

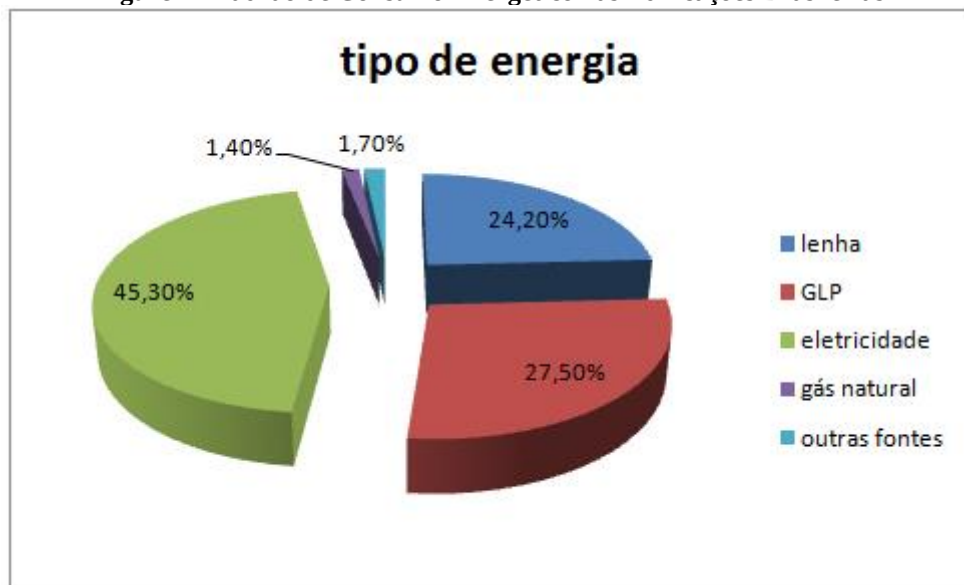
Segundo especialistas em eficiência energética, em condomínios, o maior vilão da conta de luz é a iluminação, representando entre 15% e 30% da despesa total com o item. Depois vêm as bombas, com 30% em média, e o terceiro são os elevadores. Para cada um destes elementos consumidores, existem diferentes soluções que proporcionam significativas reduções no valor mensal pago em termos de gastos de eletricidade. É nessa seara que serão propostas mudanças dos conceitos da gestão e com projetos energéticos sustentáveis e flexíveis, com possibilidades de readequações para futuras mudanças de uso e atendimento de novas necessidades. Através desta ação haverá a redução dos custos nas faturas de energia elétrica, objetivando a busca de soluções que potencializem o uso racional de energia ou de energias renováveis.

Eficiência energética é uma atividade que busca melhorar o uso das fontes de energia. A utilização racional de energia chamada também de eficiência energética, consiste em usar de modo eficiente a energia para se obter um determinado resultado.

Por definição, a eficiência energética consiste da relação entre a quantidade de energia empregada em uma atividade e aquela disponibilizada para sua realização.

Conforme o gráfico ilustrado pela Figura 2, podemos observar o padrão brasileiro geral de consumo nas edificações (sendo que a lenha é de zonas rurais).

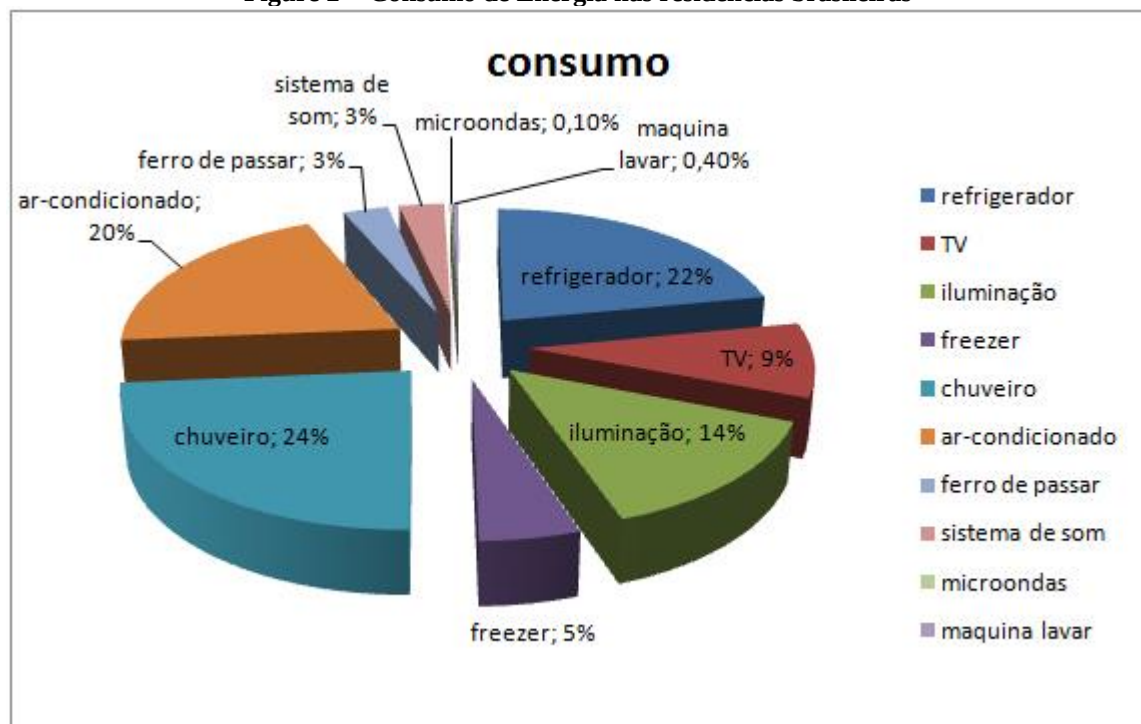
Figure 1 - Padrão de Consumo Energético nas Edificações Brasileiras



Fonte: Ministério das Minas e Energia

A dependência da eletricidade é muito grande, o que se reproduz internamente, dentro do padrão de consumo de cada família. Observa-se no Gráfico 02 que, no geral, chuveiro e refrigerador constituem os itens que mais consomem energia.

Figure 2 - Consumo de Energia nas residências brasileiras



Fonte: Ministério das Minas e Energia

Observando os gráficos 01 e 02, podemos perceber que no primeiro gráfico temos como a maior fonte de energia utilizada em residências ou condomínios residências é a fonte elétrica. O segundo gráfico nos traz informações a respeito de quais equipamentos utilizados nas residências consomem mais essa energia elétrica, e temos, numa sequência decrescente, o chuveiro, o refrigerador, o ar-condicionado, a iluminação e outros.

Como o objeto deste estudo se limita a condomínios residenciais, ficam fora deste contexto, os chuveiros e os refrigeradores, pois para estes já existem políticas de substituição pelas concessionárias em seus programas de eficiência energética.

1.2 OBJETIVO PRINCIPAL

Analisar o valor do custo financeiro proveniente do consumo energético de um condomínio residencial e determinar procedimentos de eficiência energética de iluminação das áreas comuns do condomínio visando diminuir o valor final da fatura elétrica.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para tanto, é preciso pormenorizar as ações que devem ser efetuadas a fim de garantir sucesso da aplicação. Alguns objetivos específicos deverão ser atendidos, para uma completa satisfação do objetivo principal definido.

- Realizar um diagnóstico atualizado da estrutura elétrica instalada no condomínio, assim como o consumo elétrico;
- Identificar os pontos críticos de consumo de energia;
- Reconhecer as prioridades destes pontos consumidores;

- Analisar possíveis mudanças pontuais que vislumbrem menor consumo e maior eficiência;
- Apresentar pequenos projetos de retrofit elétrico e seus impactos na direção de uma melhor eficiência energética e, conseqüentemente, menores custos com a fatura elétrica.

1.4 JUSTIFICATIVA

A necessidade de racionalizar o uso dos recursos naturais no Brasil atinge hoje também o setor energético. Juntamente com a água, a eletricidade tornou-se bem nobre, demandando valorização e economia. O passo inicial de muitos condomínios para atingir a meta de redução do consumo é providenciar o retrofit de suas instalações, evitando, por exemplo, a fuga de energia.

Somente nos Estados Unidos, donos de prédios comerciais investiram mais de \$14 bilhões de dólares, em 2014, com projetos para melhorar sua eficiência energética. O valor desses investimentos vem aumentando de lá pra cá. Isto ocorre porque se trata de um investimento de baixo risco, que aumenta o fluxo de caixa operacional e o valor do edifício em questão.

No Brasil, o setor residencial foi o que mais contribuiu para o crescimento do consumo de energia, no período de janeiro de 2015 em comparação com o mesmo período de 2014. De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), a elevação ficou em 6,1%, se comparado ao mesmo mês de 2014. O consumo no setor residencial registrado em janeiro de 2015 foi de 12.501 gigawatts-hora (GWh).

Mesmo que a princípio o principal fator motivador para uma melhor eficiência energética em condomínios se apresente como um conjunto de medidas que amenizem os efeitos nefastos das mudanças climáticas, o primeiro item a ser avaliado para tornar esse investimento possível não é a redução da emissão de carbono ou uma tentativa de salvar o meio ambiente. Pelo contrário, o primeiro item a ser avaliado é o retorno do investimento. Esta constatação pode até parecer uma insensibilidade por parte dos empreendedores, mas é assim que funciona a dinâmica das empresas.

Após a implantação de um projeto de eficiência energética, a maior parte das melhorias alcançadas é resultado de um investimento estratégico, bem diferente das conquistas alcançadas por uma simples reposição de um equipamento quebrado, por exemplo.

A eficiência energética resulta em economia de energia. Porém, já estão comprovados outros benefícios não tão óbvios. Benefícios extras ou múltiplos como são comumente chamados, que vão desde o aumento da valorização do imóvel, qualidade e custo/benefício dos serviços, assim como maior confiança no produto.

1.5 METODOLOGIA DE PESQUISA

Esta monografia adota uma metodologia própria que se baseia, no primeiro momento, apresentar alguns conceitos sobre retrofit elétrico e eficiência energética. Estes dados teóricos servirão para pautar a análise dos dados recolhidos através de um questionário que aplicado a um condomínio residencial real e, com alguns anos de uso, municiarão os miniprojetos de retrofit.

Essa metodologia permitirá determinar e analisar os usos finais de eletricidade no condomínio. A avaliação dos dados atuais colhidos pela aplicação do questionário, determinará a aplicação de um determinado retrofit, assim será possível estabelecer o potencial ganho econômico mantendo a qualidade do serviço, provando ou não uma melhora na eficiência.

Para a iluminação, foco deste trabalho, é necessário traçar uma metodologia ou sequência de procedimentos com o intuito de garantir o conforto luminoso, assim como, obter uma maior eficiência energética com a troca de lâmpadas, caso diagnosticada a necessidade. Assim a substituição e a modernização do sistema de iluminação ou retrofit do sistema, como também é conhecido, e a análise do potencial de economia de energia serão explicadas pelas etapas descritas abaixo:

1ª Etapa

Realização de um diagnóstico energético do sistema de iluminação. Levantamento dos equipamentos utilizados (tipos de luminárias, lâmpadas e reatores) e das cargas de iluminação: potência instalada e tempo de uso de cada ambiente da instalação para estimativa da demanda e consumo de energia elétrica, respectivamente.

2ª Etapa

Análise da densidade de potência de cada ambiente (W/m^2). Ambientes com densidades de potência elevadas possuem maior potencial de economia de energia. Para uma referência de valores eficientes podem ser considerados os valores recomendados pela ASHRAE Standard 90.1 (Tabela. 9.6.1 – Lighting Power Densities using the Space-by-Space Method).

3ª Etapa

Estimar os níveis de iluminância dos ambientes e comparação com os níveis recomendados pela norma NBR 5413 – Iluminância de interiores.

4ª Etapa

Projeto do novo sistema de iluminação, considerando-se a possibilidade de substituição dos equipamentos existentes por equipamentos mais eficientes, como a substituição de lâmpadas fluorescentes compactas por lâmpadas de tecnologia LED. Nesta nova proposta, devem ser adequados os níveis de iluminância do ambiente de acordo com a norma NBR 5413. Deve-se verificar a necessidade de redução ou aumento da quantidade de pontos de luz ou potências instaladas por ponto, para adequação dos níveis de iluminância.

5ª Etapa

Análise dos sistemas de controle existentes e previsão de sistemas mais eficientes, caso seja possível, como maior segmentação do controle por meio de interruptores, aproveitamento da iluminação natural, utilização de sensores de presença e/ou luminosidade e sistemas de automação.

6ª Etapa

Elaboração de um plano de manutenção do novo sistema de iluminação, incluindo periodicidade de limpeza dos equipamentos e substituição programada de lâmpadas conforme vida útil determinada em horas pelo fabricante. Tal passo é importante para garantir que o nível de iluminância recomendado para o ambiente continue sendo atingido.

7ª Etapa

Análise da nova potência instalada do sistema proposto versus a potência instalada originalmente.

8ª Etapa

Cálculo da economia de energia do sistema considerando o consumo mensal ou anual dos sistemas novo e antigo e cálculo do retorno do investimento.

1.5.1 Procedimentos Metodológicos

Na concepção formal mais adotada para o termo retrofit, é a de conservação da estrutura física da construção, procurando efetuar intervenções que visem a eficiência energética e mantendo ou melhorando os níveis de conforto e satisfação dos usuários. Nesse sentido, é preciso antes de alterar ou substituir os componentes, equipamentos e costumes que geram consumo excessivo ou desperdiçam energia, seja aplicado um volume de questões a fim de levantar informações atualizadas sobre o real consumo de cada sistema analisado.

Primeiramente, será aplicado um pré-diagnóstico, através de um questionário específico sobre as características da edificação, assim como seus principais pontos consumidores, seguido de uma entrevista com a pessoa do síndico, ampliando as informações, a fim de gerar um prontuário do que já foi ou não feito na busca por economia (quanto ao gasto com energia) ou eficiência energética, no condomínio analisado.

Este questionário, elaborado pelo autor deste trabalho, visa coletar informações importantes a cerca da estrutura atual do condomínio no que diz respeito às instalações elétricas, equipamentos elétricos e como este consumo compõe a fatura elétrica. O questionário está disponível para consulta no Apêndice A deste documento.

1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa está focada na discussão e implantação de pontuais projetos de retrofit energético com a finalidade de uma maior eficiência energética e, conseqüentemente, uma substancial redução financeira nos gastos com energia elétrica.

O objeto deste estudo está limitado à análise do consumo elétrico e custo financeiro gerado pela iluminação em condomínios residenciais urbanos, localizados em Florianópolis – Santa Catarina.

1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO

Com esse objetivo, no Capítulo 1 aborda-se o atual cenário consumidor/gerador de energia elétrica no Brasil, o crescimento da demanda de energia elétrica frente a oferta de energia e o advento da eficiência energética no mercado como solução para atendimento desse crescimento da demanda.

No Capítulo 2 aborda-se o conceito de retrofit dentro de um cenário específico de consumo elétrico, fundamentado nos conceitos de eficiência energética, através do estudo e simulação de miniprojetos de retrofit que demandem economia de energia e, assim, menores gastos financeiros ao final de um período.

A experiência de um estudo de campo na busca da eficiência energética é apresentada no Capítulo 3, com enfoque em dados coletados e analisados para um determinado condomínio residencial.

As políticas de eficiência energética disponibilizadas pela concessionária elétrica, neste caso, a Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A (CELESC) são tratadas no Capítulo 4, levando-se em conta o enquadramento energético consumidor adequado a um condomínio residencial.

O Capítulo 5 destaca os miniprojetos propostos de efficientização energética visando economia com os gastos mensais com pagamento da fatura elétrica, tendo em vista que estes dados serão objetos resultantes de simulações, as quais pretendem expor a ideia da aceitação generalizada da efficientização energética como uma das principais ferramentas, para um consumo energético sustentável e menos oneroso.

Por fim, o Capítulo 6 apresentará as conclusões obtidas pelos cálculos e análises efetuadas no Capítulo 5. Mostra também proposta para estudos futuros, no sentido de aperfeiçoar as metodologias e projetos, visando eficiência elétrica em outros pontos de consumo de um condomínio.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O QUE É EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

“Adotando-se uma política integrada de eficiência energética englobando construção, reforma e operação de edificações, sem grandes investimentos e ótimas taxas de retorno, conseguiríamos devolver ao país UMA usina de Itaipu por ano operando em sua capacidade máxima de geração de energia.” (GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL, 2015)

Quando falamos sobre Eficiência Energética, imaginamos uma perspectiva de obter, para um mesmo nível de conforto, um consumo inferior de energia, isto aliado igualmente a uma utilização mais racional. Eficiência energética pode ser definida como a possibilidade de aperfeiçoar o consumo de energia, ou seja, a utilização racional da energia gerada.

A eficiência energética atrelada a uma maior sustentabilidade é uma tendência cada vez mais forte entre os condomínios, sejam eles comerciais ou residenciais. Várias são as possibilidades para empreender um projeto de eficiência energética, desde medidas relativamente simples, como substituir lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes compactas em áreas como hall e corredores do edifício, ou até mesmo medidas mais complexas, como instalação de programas computacionais que gerenciem e otimizem o consumo de energia elétrica.

A conta de energia elétrica pode representar de 12 a 30% das despesas de um condomínio residencial. É preciso também levar em consideração fatores como o tamanho da propriedade, o número de equipamentos elétricos e, sobretudo, a maneira como as instalações são utilizadas pelos condôminos, tais fatores interferem diretamente nesse percentual.

Ações de economia resultam em diminuição de consumo e interferem diretamente nas despesas, sem contudo, diminuir o conforto e os benefícios. Eliminar desperdícios e melhorar a eficiência no uso da energia são os meios necessários para alcançar economia. Sensibilizar os condôminos, substituir alguns equipamentos e instalar dispositivos de controle são algumas das ações práticas para o uso eficiente da energia elétrica:

- Equipamentos de uso comum: iluminação, elevadores, bombeamento d'água e aquecimento central de água, são exemplos de uso compartilhado pelos condôminos cujo consumo é mais significativo.

- Elevadores: segundo dados das empresas do ramo de elevadores, estes respondem por até 10% do consumo global de um edifício. E com as novas tecnologias disponíveis podem reduzir esse impacto em 27% ou em 50%, em caso de modernização de equipamentos antigos. Somado às adesões de novas tecnologias, para tornar os sistemas de elevação vertical mais eficiente, é preciso alterar velhos costumes e criar outros novos entre os usuários, para o melhor aproveitamento destes equipamentos, tais como, usar escadas entre dois andares, evitar prender a porta, chamar apenas um elevador, em horário de menor fluxo de usuários, se possível, desligar um dos elevadores.

- Aquecimento central de água: efetuar e manter revisões periódicas no sistema de isolamento térmico do aquecedor e da canalização que conduz a água quente, efetuar diferentes regulagens da temperatura da água para as diferentes estações do ano. Optar por geradores mais modernos com certificação de eficiência energética, e por formas de alimentação mais rentável. Na atualidade painéis de geração solar fotovoltaica estão entre as melhores opções.

- Condicionadores de Ar: como já citado anteriormente, condomínios residenciais possuem vários ambientes de uso comum (salões de festa, de jogos, cinema), que necessitam de equipamentos de climatização. É importante garantir o conforto térmico destes ambientes, e para isso se deve procurar opções de renovação e aquisição de equipamentos com melhores rendimentos, ou seja, produzir a climatização desejada com o menor consumo elétrico.

Conforme afirma Alberto Hernandez Neto, professor do Departamento de Engenharia Mecânica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP) e especialista em climatização, modelagem e simulação de sistemas de refrigeração e ar-condicionado: “O sistema de ar-condicionado ideal exige que em todas essas fases as boas práticas sejam exercidas”.

2.2 RETROFIT ENERGÉTICO

O termo “retrofit” é utilizado na sua forma natural para expressar qualquer tipo de reforma. No entanto, num cenário de pesquisadores e profissionais da área de eficiência energética, será tratado como “retrofit” todo e qualquer projeto ou procedimento visando à redução do consumo energético mantendo os padrões de conforto e confiabilidade nos sistemas consumidores de energia elétrica.

Para que se consiga mitigar os gastos com energia, precisa-se conhecer a estrutura, saber onde se gasta e o que influencia a demanda. A partir desta análise poder-se-á buscar alternativas para a redução do consumo.

A chave para buscar oportunidades de redução é partir de onde se identifica o consumo, e traçar objetivos intermediários a fim de verificar se houve ou não uma significativa redução dos gastos com energia, tornando assim o projeto mais eficiente.

Sendo os condomínios residenciais, nosso recorte espacial, será necessário incrementar novos sub-recortes para realizar-se as avaliações e alterações, caso seja identificada a necessidade.

Primeiramente, é necessário identificar e entender onde a energia é consumida, pois a eletricidade deve ser tratada como qualquer outro produto, inventariando as cargas, consumos, localização, condições de uso entre outros. Desta maneira pode-se dimensionar e saber quais são e onde estão os maiores pontos de consumo de energia.

No caso de condomínios residenciais, são notórios como pontos de alto consumo de energia, a iluminação das áreas comuns, elevadores, bombas d’água e aquecimento elétrico de piscinas.

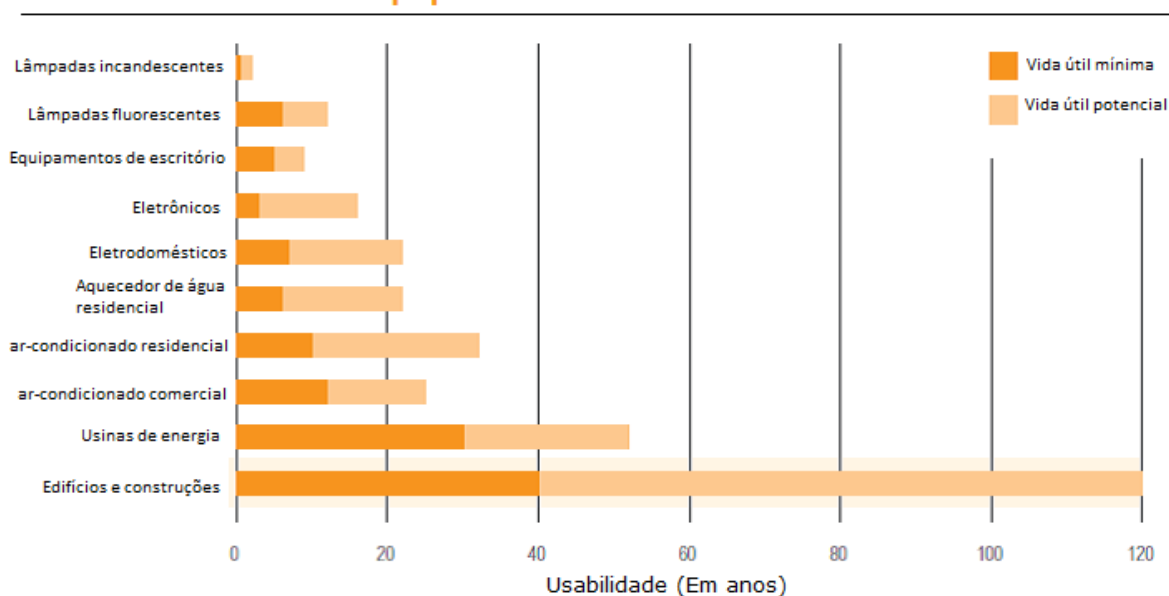
É preciso adequar o consumo às exigências, pois todo sistema elétrico é projetado para atender uma função específica, seja a simples iluminação de ambientes até um sistema de bombeamento pressurizado ou conjunto de elevadores. Atender à exigência é ser eficiente, deve-se cumprir aquilo a que se propôs. A maximização da eficiência de um sistema está também estreitamente relacionada à utilização da energia elétrica somente quando ela é necessária.

Após conhecer todo o sistema elétrico, identificar as cargas, onde estão os gastos, maximizar a eficiência e deixar de desperdiçar energia. É chegado o momento da decisão da implementação dos miniprojetos que garantirão a otimização do consumo de energia.

Uma recente pesquisa do WRI Ross Center for Sustainable Cities examinou o papel vital que a eficiência energética de prédios e edifícios pode desempenhar na transformação de cidades sustentáveis no futuro, e as possibilidades que tomadores de decisão têm de acelerar esse processo nas suas comunidades. São citados nesta pesquisa quatro oportunidades econômicas, sociais e ambientais que as construções eficientes em energia proporcionam:

Edifícios são grandes e duradouros investimentos. Prédios eficientes dão melhor retorno financeiro e social. O setor da construção civil representa 10% do PIB mundial, 10% da força de trabalho e, nos mercados emergentes, provavelmente chegará a 16,7% do PIB, em 2025. Afinal, eles são bons investimentos de longo prazo, especialmente porque duram 40 anos ou mais e, sua construção cria mais empregos do que outros investimentos setoriais. No entanto, investimentos nesse setor são menos arriscados e dão melhor retorno quando direcionados para a eficiência energética. Pelo mundo, edifícios e construções são responsáveis por 60% do uso de eletricidade, 12% do uso de água, 40% do lixo e 40% dos recursos materiais. Pela Figura 01, abaixo, pode-se verificar uma comparação entre a vida útil de equipamentos comuns às residências frente a vida útil das infraestruturas (construções).

Figure 3 - Vida Útil de Equipamentos e Infraestrutura
Vida útil de equipamentos e infraestrutura



Fonte: International Energy Agency, 2013

2.2.1 Iluminação

Segundo a arquiteta e especialista em iluminação, Marina Makowiecky, boa parte das despesas de um condomínio decorre do consumo de energia em setores e equipamentos comuns a todos os moradores de edifícios de apartamentos. Em condomínios residenciais, cerca de 19% desse consumo, corresponde à energia consumida por equipamentos de iluminação e podem chegar aos 39%, se considerarmos edifícios comerciais.

O sistema de iluminação dos edifícios residenciais e comerciais compõe, com a envoltória (fachada e cobertura) e o sistema de ar-condicionado, o tripé etiquetagem PROCEL EDIFICA de eficiência energética dos edifícios, com pesos de 30%, 30% e 40% respectivamente. O mesmo ocorre com as certificações de impacto ambiental como o LEED, emitido pelo GBC – Green Building Council – e o AQUA da Fundação Vanzolini.

“Os processos de certificação adotam, em sua maioria, como forma de premiar o desempenho energético mais eficiente de um edifício, uma metodologia de comparação entre um caso de referência e o projeto proposto”, lembra o consultor David Douek, diretor da OTEC – Otimização Energética para a Construção. Segundo ele, a principal diferença entre essas certificações está na referência utilizada, uma vez que as estratégias de redução de consumo de energia para a iluminação artificial podem ser utilizadas para todas.

Objetivando eficiência energética em condomínios é fundamental a determinação do uso final de energia elétrica, ou seja, o percentual do consumo total relativo aos sistemas de iluminação, ar-condicionado, bombas d’água, elevadores e demais equipamentos de uso comum ao condomínio. A necessidade de retrofit visando uma eficiência energética mais alta, não só deve levar em consideração os níveis de luminância indicados pela NBR 5413, mas também a necessidade no uso da iluminação, isto é, considerar a necessidade da iluminação em todos os períodos do dia, a ativação da totalidade dos pontos luminosos e a possibilidade de iluminação natural.

Segundo Jean Bazeto, então gerente-geral do Canal de Vendas da OSRAM, em entrevista ao site Condomínios Verdes (2013).

“Ainda que existam indicações de lâmpadas para cada ambiente, é preciso priorizar as escolhas de acordo com as necessidades de cada espaço e gosto das pessoas que os frequentam/proprietários. Com a iluminação correta, que produz contraste, brilho, sombra e destaque em objetos, é possível deixar ambientes mais aconchegantes, garagens mais seguras e ambientes de trabalho mais estimulantes. É importante ter ajuda de um profissional especializado em iluminação, que saberá informar as características dos produtos, como durabilidade, temperatura de cor, tecnologia e se elas se adaptam ao ambiente em questão.”

A previsão da EPE (Empresa de Pesquisa Energética) para os domicílios é uma redução de 8,8% no consumo de eletricidade, correspondente a 12,9 TWh. Para 2019, a expectativa é de 4,5% ou 7,4 TWh. Para as lâmpadas, a perspectiva de crescimento anual e de eficiência é de 5,2%. Já a previsão para o chuveiro elétrico, é que haja uma redução anual de 0,5% na eficiência pela tendência de aquisição de equipamentos com maior potência.

Quando é falado na envoltória da iluminação não podem ser excluídas as áreas externas de um condomínio, pois muitos condomínios residenciais, atualmente, possuem uma grande e diversificada área de lazer e entretenimento externa comum aos usuários. Estão presentes salões de festas, salas de jogos e cinemas, espaços gourmet, academias e piscinas, todos demandando uma considerável carga de energia elétrica.

2.2.2 Motores Elétricos

A maioria das casas e indústrias do mundo possuem equipamentos movidos a motores elétricos. Por isso, a eficiência energética desses equipamentos é de suma importância e requer estudos, materiais e manutenção de alta qualidade para que o desperdício de energia seja reduzido ao mínimo.

O motor elétrico é um componente que, a longo prazo, é responsável pelo maior custo sobre os bens de consumo a que ele compõe, pois o custo com a energia elétrica é muitas vezes bem maior que o próprio valor do equipamento. Para se ter uma ideia, na indústria, os motores elétricos são responsáveis por quase 70% de toda energia elétrica consumida dentro de seus processos (fonte: Eletrobrás/PROCEL). Portanto, ao aprimorar a eficiência energética, a redução do consumo direto de energia elétrica é considerável.

Estima-se que, no mundo, existam mais de 300 milhões de motores, que consomem anualmente cerca de 7.400 TWh (Terawatts/hora). Isso equivale a cerca de 40% da produção mundial de energia elétrica. Dá para imaginar a quantidade de energia poupada se apenas 1% desse consumo fosse reduzido.

Em um condomínio residencial temos o emprego de motores elétricos em bombas de dreno, recalque, entre outras aplicações. Para se calcular o consumo de um motor elétrico para um determinado período de operação (um mês, por exemplo), primeiramente deve-se calcular o consumo do motor para uma hora de operação. Esse consumo é dado em kWh/h (kilowatt-hora por hora) e é calculado conforme a equação abaixo:

$$C \text{ (kWh/h)} = \frac{P \text{ (cv)} \times 0,736}{\text{Rend. \%}} \times 100\%$$

Onde:

C – Consumo do motor em uma hora de operação

P (cv) – Potência mecânica fornecida pelo motor

Rend. % - Rendimento percentual do motor

De acordo com Ministério de Minas e Energia, o setor industrial consome 43,7% da energia do país, dos quais, 68% com a força motriz, sendo 30% por motores elétricos. A substituição destes equipamentos por motores de alta eficiência, com maior presença de cobre, pode ser uma alternativa de economia e aumento da produtividade.

2.2.3 Elevadores

“A necessidade de uma urbanização sustentável é algo que não podemos mais ignorar e o debate gira em torno de como fazer edifícios altos operarem de forma mais inteligente, minimizando o consumo e reduzindo a estrutura da energia urbana”. (Andreas Schierenbeck, CEO da ThyssenKrupp Elevator, 2016)

Até 2030, o consumo de energia nas cidades brasileiras crescerá mais rápido do que o aumento da população. Até essa data, a população urbana atingirá 22 milhões de pessoas, um aumento de 12%, mas o consumo de eletricidade nos edifícios crescerá 33% até 2030, alcançando 410 TWh, segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Mesmo considerando que o Brasil possua uma das matrizes energéticas mais verdes, em nível mundial (significativa participação de energia hidroelétrica), o país vem registrando sucessivos aumentos de preços de eletricidade.

Segundo dados da Agência Internacional de Energia (IEA), os edifícios estão no foco dos debates a cerca de eficiência energética, pois numa projeção recente, estes representarão aproximadamente 31% do consumo total de energia, a frente da indústria (30%) e dos transportes (28%).

Nas cidades e nos grandes centros urbanos temos a situação de um histórico crescente constante do crescimento demográfico, elevando continuamente o consumo energético. Entretanto, a geração dessa energia está cada vez mais distante destes centros urbanos por inúmeras razões. O que ilustra a atual necessidade de renovação e possível microgeração de energia nos edifícios tanto comercial quanto residencial para suprir e aperfeiçoar o uso desta energia.

Em um cenário futuro com projeção entre 15 a 20 anos, o elevador terá um papel ainda mais importante na equação do consumo versus eficiência energética. Segundo dados apurados pela empresa ThyssenKrupp, atualmente os elevadores respondem por aproximadamente 10% em média da energia consumida pelos edifícios.

Com as novas tecnologias esse consumo tende a registrar economias de até 27%, quando comparados às soluções convencionais, e ainda reduzir o pico de potência elétrica em 50%. A indústria voltada ao transporte vertical de passageiros tem passado por uma verdadeira transformação para atender a um mercado cada vez mais exigente, sobretudo aquele que busca suprir o setor de arquitetura sustentável. Para isso, faz uso de sistemas de gerenciamento, extinção das casas de máquinas e métodos que antecipam as chamadas e “recuperam” a energia elétrica, aumentando a velocidade com o uso de controles regenerativos de velocidade e frequência variáveis (VVVF).

2.2.4 Aquecimento de água

Quando analisa-se e detalha-se o consumo elétrico de um condomínio residencial, pode-se observar onde estão os pontos com maior consumo de energia, assim gerando maiores custos financeiros. Energia solar nos edifícios residenciais, para aquecer a água ou alimentar rede elétrica já é uma realidade em edifícios residenciais novos em todo o Brasil.

Prédios novos, mesmo os residenciais, já têm sido entregues com sistema de aquecimento da água por energia solar. Além disso, Resolução da ANEEL libera centrais térmicas de produção de energia nas edificações.

Condomínios antigos podem se adaptar. Atualmente há dois caminhos, em termos de energia renováveis, para aplicação em condomínios. Quais são os benefícios e as vantagens de adquirir um sistema de aquecimento de água a partir da energia solar ou de um sistema fotovoltaico de energia?

A energia solar pode ser considerada uma fonte renovável e inesgotável de energia, uma vez que é gerada a partir de uma fonte natural, o sol. No Brasil, que está situado em zona tropical e dispõe de alta incidência de radiação solar, este potencial deve ser ainda mais aproveitado para garantir uma redução no consumo. Estudos mostram que é possível reduzir as contas de luz/gás em até 50% com a utilização de energia solar.

A energia solar pode ser dividida em solar térmica e fotovoltaica. O sistema solar térmico usa a energia solar para aquecer água e é formado basicamente pelo coletor solar e o reservatório térmico. A água fria é aquecida pelo sol no coletor solar e retorna ao reservatório térmico, de onde sai a tubulação para abastecer os pontos de consumo. Caso não haja sol, o sistema térmico prevê um aquecedor auxiliar para que sempre tenha água quente disponível. Também existem sistemas solares térmicos que transformam a energia do sol em ar frio e assim podem acionar um sistema de ar condicionado.

2.2.5 Condicionamento de Ar

Já existem no Brasil alguns edifícios construídos com foco na eficiência energética, mas também há os prédios mais antigos e consolidados que poderão contar com esse recurso através de processos de retrofit em suas instalações.

Nesse sentido, existem várias vertentes de mudanças que podem ser aplicadas para alcançar uma melhor eficiência no uso da energia elétrica, através de alterações construtivas (janelas, telhados, fachadas, etc.), que ajudem a compensar as temperaturas internas da construção e, conseqüentemente, a diminuição do uso de sistemas de condicionamento de ar.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Na concepção formal, o termo mais adotado para retrofit é o de conservação da estrutura física da construção, procurando efetuar intervenções que visem a eficiência energética e mantendo ou melhorando os níveis de conforto e satisfação dos usuários. Nesse sentido, é preciso antes de alterar ou substituir os componentes, equipamentos e costumes, os quais geram consumo excessivo ou desperdiçam energia, aplicar um volume de questões a fim de levantar informações atualizadas sobre o real consumo de cada sistema analisado.

Primeiramente, será aplicado um pré-diagnóstico, através de um questionário específico sobre as características da edificação, seus principais pontos consumidores, seguido de uma entrevista com a pessoa do síndico, com o objetivo de proporcionar uma maior gama de informações, capaz de gerar um prontuário do que já foi ou não feito na busca por economia (quanto ao gasto com energia) ou eficiência energética no condomínio analisado.

Este questionário, elaborado pelo autor deste trabalho, visa coletar informações importantes acerca da estrutura atual do condomínio no que diz respeito às instalações elétricas, equipamentos elétricos e como seus consumos compõem a fatura elétrica. O questionário está disponível para consulta no Apêndice A deste documento.

4 METODOLOGIAS PARA ANÁLISE DOS DADOS

Com base nas informações obtidas, via questionário, serão elaboradas possíveis propostas de retrofit elétrico para cada ponto pertinente, visando a maior eficiência energética e com custos calculados através de uma análise econômica. Essa avaliação levará em conta o tempo necessário para o retorno financeiro do investimento empenhado no retrofit do sistema de iluminação, por exemplo, ou em qualquer outro sistema, e comparando qual apresenta o menor tempo relativo, assim podendo escalonar uma sequencia das implantações dos projetos de retrofit.

A análise econômica pode ser realizada através dos seguintes métodos:

- método do valor presente líquido (VPL);
- taxa interna de retorno (TIR);
- taxa mínima de atratividade (TMA);
- retorno sobre investimento (ROI);
- payback simples.

Dispondo destas ferramentas é possível avaliar a viabilidade da execução do retrofit desejado no melhor momento para as finanças do condomínio.

4.1 TAXA MÍNIMA DE ATRATIVIDADE (TMA)

A taxa mínima de atratividade (TMA) é a taxa que representa o mínimo que um investimento deve remunerar para que seja considerado viável economicamente. A TMA também pode representar a taxa máxima a ser aceita em um empréstimo ou financiamento, apesar do seu uso ser mais comum na primeira situação.

Considerando o cenário de um condomínio residencial, um projeto de retrofit é atrativo econômica e financeiramente quando traz reduções consideráveis para às faturas de consumo elétrico.

4.2 PAYBACK SIMPLES

A análise do payback é o cálculo do tempo que levará para retornar o valor investido, seja este investimento na aquisição de novas luminárias a led com a economia que a mesma irá resultar em relação as luminárias convencionais, ou em qualquer outro sistema relevante em termos de eficiência energética.

Para calcular o payback de um projeto qualquer, neste caso em particular de eficiência energética em iluminação, comparando luminárias convencionais com led, você irá precisar levantar os seguintes dados:

- Luminárias Existentes

- Quantidade de luminárias convencionais existentes;
- Tipo de lâmpada existente em cada luminária;
- Tipo de reator existente em cada luminária;
- Potência de cada lâmpada existente;
- Fator de potência de cada reator.

- Tempo de Uso

- Horas de uso diária da luminária - fora de ponta;
- Horas de uso diária da luminária - na ponta;
- Dias de uso mensal;
- Frequência de troca de uma lâmpada;
- Frequência de troca de um reator

- Custos e Tarifas

- Tarifa da companhia elétrica - na ponta;
- Tarifa da companhia elétrica - fora da ponta;
- Estimativa de custo de manutenção (mão-de-obra) mensal ou anual;
- Valor da lâmpada utilizada;
- Valor do reator utilizado;
- Custo de descarte da lâmpada.

4.3 VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL)

O método do valor presente líquido (VPL) tem por finalidade calcular, em termos de valor presente, o impacto de eventos futuros associados a uma alternativa de investimento, ou seja, ele mede o valor presente dos fluxos de caixa gerados pelo projeto ao longo de sua vida útil. (SAMANEZ, 2006)

O VPL é definido pela seguinte expressão:

Figure 4 - Equação para cálculo do Valor Presente Líquido

$$\text{VPL} = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1 + K)^t}$$

Fonte: Samanez (2006, pg. 180)

Na equação demonstrada na figura 4, temos que o VPL, onde I é o investimento de capital na data zero; FC, representa o retorno na data t do fluxo de caixa; n é o prazo para análise do projeto; e, k é a taxa mínima para realizar o investimento, também chamado de custo de capital do projeto de investimento. O critério de decisão quando da aplicação do VPL, é viável quando o VPL for positivo, ou seja, $\text{VPL} > 0$.

Para o cenário escolhido, um condomínio residencial, será considerado como capital de investimento (I) o saldo montante disponível em reais (R\$), o prazo de análise do projeto (n) será determinado pelo valor da vida útil do equipamento substituído, dado pelo fabricante. Para o valor da taxa mínima, para a efetivação do investimento, será considerando a correção gerada, como se o dinheiro estivesse na poupança, no momento da vigência do projeto. Enquanto o (FC), retorno na geração de fluxos, é o valor expresso em reais (R\$), da economia financeira obtida a partir da troca de um equipamento ou sistema, na busca da eficiência energética.

4.4 TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR)

O método da taxa interna retorno (TIR) é a taxa de retorno do projeto de investimento. Este método não tem como objetivo a avaliação da rentabilidade absoluta a determinada custo do capital, taxa mínima de atratividade.

Figure 5 - Equação para cálculo do Taxa Interna de Retorno

$$VPL = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1 + i^*)^t} = 0$$

Fonte: Samanez (2006, pg. 180)

4.5 RETORNO SOBRE O INVESTIMENTO (ROI)

O termo ROI é uma sigla para a expressão em inglês “Return of Investment”, ou Retorno sobre o Investimento. Por meio deste indicador, é possível saber quanto dinheiro a empresa está ganhando (ou perdendo) com cada investimento realizado.

Isso inclui tudo que for efetuado visando algum lucro futuro, como projetos de eficiência luminosa, a substituição de equipamentos antigos ou desatualizados por modelos com mais tecnologia que permitam serem mais eficientes.

Para o caso dos condomínios residenciais, objeto deste trabalho, o retorno sobre o investimento será dado pela economia financeira gerada dentro de um certo período de tempo. Assim, também será possível verificar qual dos projetos de retrofit trará retorno financeiro maior e mais rápido para os caixas do condomínio.

Calcular o retorno sobre o investimento não é difícil, existem vários métodos para calcular o ROI. O mais usado é bem simples. Para descobrir o ROI tudo que você precisa fazer é subtrair seu investimento inicial dos lucros ou economia gerada depois do investimento e dividir tudo isso pelo mesmo investimento inicial.

Assim, basta multiplicar por 100 para obter o mesmo valor em porcentagem. Conforme podemos observar pela equação abaixo:

$$ROI = (\text{lucro} - \text{investimento} / \text{investimento}) \times 100$$

5 COLETA DE DADOS E SUGESTÕES DE PROJETOS

Para a elaboração dos projetos de retrofit, foram efetuadas visitas em dois condomínios residenciais distintos na cidade de Florianópolis, com o objetivo de levantar o maior número possível de informações a respeito das instalações elétricas, equipamentos, bem como a idade dos mesmos, assim como as condições atuais de uso.

Durante as visitas, foi aplicado o questionário (questionário disponível nos anexo) sobre a situação das instalações elétricas atuais, consumo e gastos com energia elétrica. As informações relevantes foram repassadas pelos síndicos juntamente com e uma vistoria realizada nas áreas do condomínio (garagens, corredores/hall, salão de festas e demais áreas comuns).

As questões aplicadas via questionário foram elaboradas no intuito de traçar um perfil das atuais configurações das instalações elétricas e estruturas consumidoras de eletricidade que possam ser atualização ou substituídas por modelos energeticamente mais eficazes. Informações como idade da edificação, porte, espaços que compõem o conjunto do condomínio são importantes pois possibilitam verificar onde estão e quais são os pontos de consumo elétrico que geram maior custo financeiro.

Dentro desta visão é preciso refinar a coleta de informações a níveis quantitativos e qualitativos, exemplo, quantidade de elevadores e idade destes sistemas, tipo de iluminação utilizada em hall de entrada, corredores e garagens. Assim é possível verificar se já houve alguma tentativa de diminuição da fatura elétrica, através da substituição de algum tipo de lâmpada, ou modernização do sistema de elevadores.

Substituição ou reposição de alguns equipamentos elétricos, tais como motores de bombas de água e aquecimento para piscinas, são exemplos de onde projetos de eficiência energética podem ser implantados com o uso de painéis solares e ou trocadores de calor.

5.1 CONDOMÍNIO RESIDENCIAL ANTÔNIO APÓSTOLO

O primeiro condomínio visitado e analisado foi o Residencial Antônio Apóstolo, com quinze andares, localizado á Rua Padre Roma, no Centro de Florianópolis, onde o síndico Sr. Jair e a funcionária Sra. Vânia (trabalha há vinte e dois anos neste condomínio), forneceram todas as informações solicitadas a respeito da parte elétrica do edifício.

A construção do edifício citado, datado de junho de 1987, o que representa dizer que quando o prédio foi projetado e construído, não havia muita ou nenhuma preocupação em relação a eficiência energética de suas instalações. Por este mesmo motivo, conforme apurado junto ao síndico e a funcionária, a construção já passou por algumas reformas estruturais e corretivas a fim de proporcionar melhorias tanto funcionais quanto estéticas.

No parte das instalações elétricas estas reformas são pontuais e mediante situações corretivas e pequenas atualizações na parte de iluminação. Foi verificado que já ocorre um movimento de substituição de lâmpadas incandescentes por novas fluorescentes compactas e led. Segundo relatado pelos entrevistados, esta substituição das lâmpadas ocorre pela queima da lâmpada antiga, sem nenhum critério ou análise das vantagens econômicas, cálculos de luminosidade necessária.

Outro ponto de consumo elétrico verificado foi os sistemas elevadores. Neste ponto, segundo informações do síndico, o sistema de elevadores (máquina, quadro de comando, cabinas), passou por atualizações há cinco anos (05 anos). Assim, dispensando uma análise para nova substituição em curto prazo.

Na análise dos motores para bomba d'agua (recalque) e de dreno, foi verificado a utilização de motores antigos com baixa eficiência e alta manutenção. Esta manutenção é realizada por empresa especializada via contrato anual de manutenção preditiva e corretiva. Para esta situação será proposto uma nova solução que une o motor elétrico e sistema com painéis fotovoltaicos na geração de energia.

Quanto à situação da iluminação das áreas comuns do condomínio foi verificado a presença de vários tipos de lâmpadas e sistemas e acionamento destas. A tabela abaixo ilustra o cenário luminoso atual das áreas comuns do edifício.

Tabela 1- Dados Iluminação

Resumo Iluminação – Edifício Res. Antônio Apóstolo			
Tipo (lâmpada)	Potência (W)	Quantidade	Potência Total p/ tipo (W)
LED	12	30	360
Incandescente	60	10	600
Fluorescente Compacta	15	120	1800

Fonte: Questionário aplicado Condomínio Residencial Antônio Apóstolo

Em relação à forma de acionamento dos pontos de iluminação, foi verificado que os pontos de luz (fluorescentes compactas) instalados nas garagens do piso térreo, onde há maior incidência luminosa durante o dia, são acionados via relé fotoelétrico. Já as lâmpadas (led) das garagens do subsolo, são na sua maioria acionadas por sensores de presença. Sendo apenas os pontos (fluorescentes compactas) mais próximos à entrada de acesso às garagens acionadas via relé fotoelétrico. Os pontos de iluminação nos corredores de acesso aos apartamentos possuem sensor de presença, e as demais áreas como hall de entrada e salas/depósitos possui acionamento via interruptor manual.

5.2 CONDOMÍNIO EDIFÍCIO RESIDENCIAL DOMUS

Um segundo condomínio a servir como gerador de dados a análise do retrofit elétrico sobre a óptica da eficiência energética, foi o Edifício Residencial Domus com onze andares, também localizado no Centro de Florianópolis, à Rua Germano Wendhausen. Sua projeto e construção datam do final da década de 1980, mais precisamente o ano de 1989. Portanto, assim como o condomínio anteriormente relatado, foi edificado numa época onde a eficiência energética não era um fator preponderante ou determinístico para as escolhas de materiais e equipamentos empregados em uma construção.

Também como o primeiro edifício analisado, foi sendo atualizando e modernizando seus sistemas de iluminação, motores elétricos das bombas d'água, entre outras melhorias pontuais. Na ocasião da visita ao condomínio, a responsável por fornecer as informações e acompanhar a vistoria às áreas comuns foi a atual síndica, Sra. Sônia.

Conforme as informações dadas pela Sra. Sônia e verificado *in loco*, as lâmpadas que compõem a iluminação do hall de entradas, corredores e acessos aos apartamentos são todas do tipo fluorescentes compactas, trocadas recentemente como parte das reformas programadas que o prédio está passando. Sendo que as lâmpadas utilizadas nas garagens também são do tipo fluorescente compacta, com acionamento via sensor relé fotoelétrico, assim como a iluminação das áreas externas, (guarita de entrada, pátios, e acessos às garagens). Nos corredores de acesso aos apartamentos o acionamento luminoso é feito por sensores de presença.

Tabela 2 - Dados Iluminação

Resumo Iluminação – Edifício Residencial Domus			
Tipo (lâmpada)	Potência (W)	Quantidade	Potência Total p/ tipo (W)
LED	12	28	336
Incandescente	0	0	0
Fluorescente Compacta	15	144	2160

Fonte: Questionário aplicado Condomínio Residencial Domus

Para o sistema de bombeamento de água entre a cisterna e a caixa d'água, o condomínio possui dois motores (um de reserva), com aproximadamente dez anos de uso, o que demanda um projeto com novos motores mais eficientes energeticamente. Uma opção a ser estudada é um sistema com alimentação que gera energia elétrica via placas fotovoltaicas.

O sistema de elevador é antigo e data da entrega do edifício, o que nos leva a mais um projeto de retrofit deste sistema, propondo a troca por um sistema mais moderno e eficaz em terno de consumo energético.

5.3 INCENTIVOS E LINHAS DE FINANCIAMENTO

5.3.1 Linhas de financiamento

A implementação de projetos de eficiência energética requer, além da contratação de empresas especializadas na prestação de serviço, a utilização de equipamentos e sistemas de controle e gerenciamento. Para atender a essa demanda, um aspecto importante é o financeiro que ampara a realização de todas as etapas de um projeto.

Os bancos privados possuem linhas de crédito comuns no mercado financeiro como capital de giro, conta garantida, dentre outras, mas esses produtos são considerados empréstimos ainda que em alguns casos, tenham uma finalidade socioambiental. Para projetos de eficiência energética o ideal é utilizarmos linhas de financiamento, pois possuem finalidades específicas, com prazos mais longos, taxas e condições mais atrativas.

Atualmente, o mercado financeiro (bancos privados, agências de fomento, bancos de desenvolvimento, etc.), disponibiliza diversas linhas de financiamento para diversos objetivos, como por exemplo: promover a inovação tecnológica, reduzir as perdas na produção e transmissão de energia elétrica. Com elas também são realizados o isolamento de tubulações, sistemas de recuperação de calor; instalação de equipamentos que reduzam o consumo energético, melhoria de sistema de iluminação e refrigeração, bem como o financiamento da elaboração de diagnósticos energéticos para micros, pequenas, e médias empresas.

Abaixo seguem informações de algumas dessas linhas:

- Banco Santander Financiamentos

Uma das melhores maneiras de um Banco contribuir para o desenvolvimento sustentável é direcionando recursos financeiros para que pessoas, empresas e governos façam a transição para uma economia inclusiva e de baixo carbono. Desde 2002 o Banco Santander disponibiliza linhas específicas de financiamento que viabilizam soluções para sustentabilidade. Abaixo temos alguns exemplos de soluções financiáveis pelo Banco Santander.

CDC Sustentável: Financia máquinas e equipamentos que promovam a eficiência no consumo de energia e/ou água e tratamento de resíduos.

Água:

- estações de tratamento de água e esgoto (ETA e ETE);
- cisterna para captação de água de chuva;
- equipamentos de controle de vazão;
- troca de válvulas para caixa de descarga, sistemas de acionamento à vácuo, torneiras e mictórios com acionamento de pressão.

Resíduos:

- estação de tratamento de efluentes;
- máquinas e equipamentos para separar/reciclar resíduos.

Energia:

- aquecedor solar;
- painel fotovoltaico;
- lâmpadas mais eficientes (LED, LFT, LFC.);
- equipamentos de ventilação e condicionamento com menor consumo de energia;
- equipamentos de refrigeração e resfriamento com selo Procel A.

Capital de Giro Sustentabilidade: Crédito para obras, projetos, consultorias e certificações que busquem a eficiência no consumo de energia e/ou água, tratamento de resíduos, acessibilidade, governança e gestão.

- Governança e gestão: implantação de sistema de gestão ambiental e certificações (como ISO 14000, LEED, etc.); apoio em processos de licenciamento ambiental; projetos para engajamento de clientes e fornecedores.
- Acessibilidade, Saúde e Segurança: reforma para acessibilidade (acessos a cadeirantes, sinalização tátil em pisos, etc.); reforma para melhoria no ambiente (ergonomia, qualidade do ar, etc.); consultoria e treinamento para melhoria nas condições de saúde e segurança (ex. Equipamentos de Proteção Individual).
- Energia: reformas ou construções para eficiência energética (troca de lâmpadas, iluminação natural, etc.); substituição de motores ou equipamentos antigos por outros mais eco eficientes.
- Água: instalação de estações de captação e tratamento de água e esgoto; reforma para melhoria nos sistemas hidráulicos (instalação de arejadores, torneiras e descargas eficientes, etc.).
- Resíduos: consultoria e projetos para melhorias de processos produtivos envolvendo redução de matéria-prima e resíduos; adaptação das instalações à separação, armazenamento e destinação de resíduos.
- Banco Bradesco – Soluções para Condomínios

CDC (Crédito Direto ao Consumidor) para Financiamento de Serviços e Condôminos: Modalidade de crédito para financiar reformas em condomínios residenciais e comerciais, inclusive as classificadas como Retrofit, um processo de revitalização das áreas dos condomínios, de suas instalações elétricas, hidráulicas e demais elementos do edifício, bem como, Armazenamento e/ou Reuso de Água, devidamente autorizados e registrados pelos órgãos reguladores, destinadas aos correntistas Bradesco representados legalmente pelo síndico e que mantenham no Banco a cobrança das taxas condominiais.

- Banco do Brasil – Eficiência Energética e Hídrica

O Banco do Brasil financia equipamentos e instalação para eficiência energética (iluminação, motores, climatização, placas solares, energia eólica, outros) e para eficiência hídrica (captação, reúso e tratamento de água, hidrômetro, reguladores, outros), gerando redução de custos e economia.

5.4 CUSTOS FIXOS INICIAIS

Todo processo de substituição dos equipamentos sejam eles por tempo de uso ou por modelos com maior eficiência energética, foco deste trabalho, demandará um custo inicial fixo referente à aquisição dos novos elementos e os custos de instalação dos mesmos.

O projeto de substituição das antigas lâmpadas por lâmpadas modernas e mais eficientes de LED levará em consideração as normas da luminotécnica quanto à quantidade de lumens necessários.

A lâmpada LED equivale e até supera as antigas com muito mais qualidade. Com a saída das lâmpadas incandescentes do mercado, a partir do dia 30 de junho, as lâmpadas incandescentes saem de circulação no País. A regra vale para importação e comercialização das lâmpadas incandescentes de uso geral em território brasileiro e visa elevar o comércio de modelos mais eficientes.

A troca das lâmpadas incandescentes no Brasil foi feita de forma gradativa e de acordo com a potência das unidades. As mudanças começaram em 2012, com as lâmpadas de potência igual ou superior a 150W. Depois, em 2013, houve a eliminação das lâmpadas de potência acima de 60W até 100W. Em 2014, foi a vez das lâmpadas de 40W até 60W. O processo de substituição se encerrará em 30 junho de 2016 e abrange unidades com potência inferior a 40W.(Portal Brasil, 2016)

Com isso a busca por novas alternativas se tornou essencial, mas também trouxe uma preocupação ao consumidor: como substituir a iluminação antiga corretamente?

As especificações técnicas podem assustar, mas são bastante simples. O primeiro passo da troca é definir qual lâmpada será utilizada. Os tipos de lâmpadas mais comuns atualmente são a fluorescente e a LED, cada uma com características diferentes. Juntamente com suas particularidades, elas carregam uma informação bastante importante que deve ser observada na hora da compra: a sua potência.

Segundo Tabelas comparativas PROCEL, com fabricantes e modelos diversos, temos uma boa seleção de lâmpadas LED comerciais homologadas para uso no Brasil. Analisando ambas as Tabelas 2 e 3, e baseados na informação do fluxo luminoso produzido para cada tecnologia de iluminação, percebe-se que uma o fluxo luminoso de uma lâmpada incandescente de potência igual a 60W, uma fluorescente compactada de 15W comparam-se a uma lâmpada LED com 8W.

Assim, como ambos os condomínios por este trabalho analisados, possuem ou lâmpadas incandescentes (já descontinuadas) de 60W e lâmpadas do tipo fluorescentes compactas com potência elétrica de 15W será ventilado um projeto de retrofit luminoso com a escolha de lâmpadas de LED de 9W.

Figure 6 - Equivalência lâmpadas lúmens fluorescentes compactas

FORNECEDOR	MARCA	TIPO	MODELO	CÓDIGO DE BARRA	Nº REGISTRO	POTÊNCIA DECLARADA (W)	FLUXO LUMINOSO (lm)	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (lm/W)	EQUIV. LÂMP. INCANDESCENTE (W)	VIDA (h)	TEMP. DE COR (K)
DYNASTY	MAXMIDIA	ESPIRAL	T3 HESP 15W 220V	7899454418249	002976/2014	15	915	61	75	8000	6400(BF)
DYNASTY	MAXMIDIA	ESPIRAL	T3 HESP 20W 220V	7899454418256	002977/2014	20	1280	64	90	8000	6400(BF)
DYNASTY	MAXMIDIA	ESPIRAL	T3 HESP 25W 220V	7899454418263	002977/2014	25	1600	64	110	8000	6400(BF)
GE	GE	2U	15 DUPLA 6500K 220V	7501011853072	000952/2015	15	910	61	75	6000	6500(BF)
LEROY MERLIN	LEXMAN	3U	ETS-30 15W27E27 220V	7898012654044	002633/2015	15	840	56	70	6000	2700(BM)
LEROY MERLIN	LEXMAN	3U	ETS-50 15W65E27 220V	7898012654020	002630/2015	15	840	56	70	6000	6500(BF)
LEROY MERLIN	LEXMAN	3U	ET-12 20W27E27 220V	7898012654082	002632/2015	20	1180	59	90	6000	2700(BM)
LEROY MERLIN	LEXMAN	3U	ET-12 20W65E27 220V	7898012654068	002629/2015	20	1180	59	90	6000	6500(BF)
LEROY MERLIN	LEXMAN	3U	ET-12 25W27E27 220V	7898012654129	002631/2015	25	1500	60	100	6000	2700(BM)

Fonte: Selo Procel – Lâmpadas Fluorescentes Compactas 220v (2017)

Figure 7 - Equivalência lumens lâmpadas led*Fonte: Selo Procel – Lâmpadas Fluorescentes Compactas 220v (2017)***LÂMPADAS LED**

Bulbo

Fornecedores: 9

Produtos: 32

Atualização: 10/07/2017



Selo Procel

FORNECEDOR	MARCA	MODELO	TENSÃO (V)	FLUXO LUMINOSO (lm)	POTÊNCIA (w)	EQUIV. LÂMP. INCANDESCENTE (w)	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (lm/w)	IRC	TEMP. DE COR (K)	VIDA (h)	CÓDIGO DE BARRA
SOUTH AMERICAN LIGHTING	FLC	LAMPLED A65 9.5W BIV 6500K	100 - 240	1018	9,5	75	107	80	6500(BF)	30000	7899433607404
SOUTH AMERICAN LIGHTING	FLC	LAMPLED A65 12W BIV 3000K	100 - 240	1311	12	90	109	80	3000(BM)	30000	7899433607411
SOUTH AMERICAN LIGHTING	FLC	LAMPLED A65 12W BIV 6500K	100 - 240	1311	12	90	109	80	6500(BF)	30000	7899433607428
ULTRALUZ	ULTRALUZ	LED BULBO 7W 3000K 127-220V	127 - 220	650	7	40	93	80	3000(BM)	25000	7898568232697
ULTRALUZ	ULTRALUZ	LED BULBO 9W 3000K 127-220V	127 - 220	880	9	60	98	80	3000(BM)	25000	7898568232321
ULTRALUZ	ULTRALUZ	LED BULBO 7W 6500K 127-220V	127 - 220	560	7	35	80	80	6500(BF)	25000	7898568232529
ULTRALUZ	ULTRALUZ	LED BULBO 9W 6500K 127-220V	127 - 220	925	9	60	103	80	6500(BF)	25000	7898568232536

*Fonte: Selo Procel – Lâmpadas LED Bulbo 220v (2017)***5.4.1 Cálculo de Consumo e Custo**

Para um melhor entendimento da proposição de substituição de lâmpadas incandescentes e fluorescentes compactas (nos cenários analisados), será apresentado uma série de cálculos de consumo energético e custo financeiro, considerando o uso das diferentes tecnologias de iluminação para cada um dos casos, ou seja, o cenário atual verificado em cada condomínio e um cenário com a substituição por lâmpadas de LED.

Entretanto, é preciso levar em consideração que para a obtenção de uma boa relação custo/benefício do projeto de retrofit de iluminação deverão ser considerados os custos de aquisição, substituição das próprias lâmpadas, dos receptáculos e/ou fiação e da mão de obra necessária para efetuar os serviços. Assim como a qualidade das novas lâmpadas no que tange a durabilidade e fluxo luminoso adequado ao ambiente.

Para determinar o consumo de energia e subsequentemente o custo monetário deste consumo, alguns parâmetros foram colhidos durante as entrevistas com os síndicos dos edifícios já mencionados no momento da aplicação do questionário. Dados como valor médio da fatura de energia elétrica junto a CELESC, valor da tarifa do

kWh, percentual correspondente da fatura elétrica nos gastos totais do condomínio, entre outros.

O Edifício Residencial Antônio Apóstolo, apresenta um cenário de consumo energético atual no campo da iluminação, ilustrado abaixo:

Tabela 3 - Cálculos Consumo Iluminação – Res. Antônio Apóstolo

Tipo	Quant.	Consumo (W)	Horas/Dia	Dias/Mês	Dias/Ano	Consumo Mensal (W)	Consumo Anual (W)
LED	30	12	16	30	360	172,8	2.073,6
Florescente Compacta	120	15	16	30	360	864,0	10.368,0
Incandescente	10	60	16	30	360	288,0	3.456,0

Fonte: Questionário aplicado Condomínio Residencial Antônio Apóstolo

Tabela 4 - Cálculos Custo Iluminação – Res. Antônio Apóstolo

Tipo	Quant.	Consumo (W)	Horas/Dia	Dias/Mês	Dias/Ano	Tarifa kwh	Gasto/Ano R\$
LED	30	12	16	30	360	0,43	891,65
Florescente Compacta	120	15	16	30	360	0,43	3.566,59
Incandescente	10	60	16	30	360	0,43	1.486,08

Fonte: Questionário aplicado Condomínio Residencial Antônio Apóstolo

Tabela 5 - Cálculos Consumo Iluminação – Res. Edifício Domus

Tipo	Quant.	Consumo (W)	Horas/Dia	Dias/Mês	Dias/Ano	Consumo Mensal (W)	Consumo Anual (W)
LED	28	12	16	30	360	161,28	1.935,36
Florescente Compacta	144	15	16	30	360	1.036,80	12.441,60

Fonte: Questionário aplicado Condomínio Residencial Domus

Tabela 6 - Cálculos Custo Iluminação – Res. Edifício Domus

Tipo	Quant.	Consumo (W)	Horas/Dia	Dias/Mês	Dias/Ano	Tarifa kwh	Gasto/Ano R\$
LED	28	12	16	30	360	0,43	832,21
Florescente Compacta	144	15	16	30	360	0,43	5.349,89

Fonte: Questionário aplicado Condomínio Residencial Domus

Percebe-se já pela Tabela 6 acima que o consumo das lâmpadas LED é bem inferior às outras duas tecnologias utilizadas e, considerando o uso médio das lâmpadas de 16 horas diárias, nota-se que a vida útil da lâmpada LED seria em torno de 25.000 horas (segundo diversos fabricantes), o que equivale a aproximadamente 10,2 anos. Já a lâmpada fluorescente tem uma vida útil de 8.000 horas, algo em torno de 2,7 anos e, mesmo em desuso, ainda são comercializadas, portanto, consideradas para este comparativo, sua vida útil fica em 1.200 horas, ou seja, apenas 5 meses.

Assim, para efeitos comparativos para cada lâmpada de LED serão necessárias 3 lâmpadas fluorescentes e 20 lâmpadas incandescentes para cobrirem o mesmo tempo de uso. Outro dado referente às lâmpadas LED é que ninguém de fato sabe como definir a vida útil de uma lâmpada LED até agora. Isso porque LEDs não queimam como uma lâmpada incandescente; em vez disto, o brilho dela lentamente vai se dissipando. Assim, se a vida útil da sua LED é relacionada como 25 mil horas, este é o ponto quando sua lâmpada provavelmente estará brilhando a mais ou menos 70% da capacidade (a indústria assume que as pessoas de fato percebem uma redução no brilho neste ponto).

Financeiramente a adoção de lâmpadas LED em substituições às incandescentes e fluorescentes compactas neste edifício representa um aporte financeiro demonstrado no quadro a seguir:

Tabela 7 - Custo Inicial – Res. Antônio Apóstolo

Tipo Lâmpada	Quant.	Preço Médio Unit. (R\$)	Custo Lâmpadas (R\$)	Custo Instalação (R\$)
LED 9W	130	16,20	2.106,00	760,00

Fonte: Pesquisa de preços em lojas e empresas do ramo elétrico.

Para a obtenção dos valores dispostos na tabela 5, foi efetuada uma pesquisa de mercado a partir da escolha já citada anteriormente da lâmpada LED de 9W que supre as necessidade luminosas e mantém o mesmo padrão de soquete E27, já instalados nos pontos luminosos. Para essa pesquisa foi verificado o preço do modelo de lâmpada e potência (luz branca) em lojas do ramo de suprimentos elétricos da região da grande Florianópolis. Escolha essa, pautada no critério de escolha de uma loja local, dispensando a compra via sites de vendas com a dependência e acréscimo do frete e tempo.

Os preços obtidos estão entre R\$ 15,90 e R\$ 16,50, assim foi adotado um preço médio hipotético para o cálculo e posteriores conclusões. Mesmo considerando a escolha de uma lâmpada compatível com os atuais soquetes instalados, é importante a contratação de serviço especializado para a substituição das lâmpadas e verificação do correto funcionamento das mesmas.

Novamente foi realizada uma consulta à prestadores de serviços de instalação elétrica na região da grande Florianópolis e verificou-se para o serviço solicitado (substituição de lâmpadas) foi apresentado duas formas de cobrança, uma considerando o tempo necessário para o serviço, e a segunda a quantidade de pontos (lâmpadas) a serem substituídas. Ambos os orçamentos apresentados para o serviço oscilam entre os valores de R\$ 650,00 (pontos) e R\$ 870,00 (diária).

Como estes orçamentos são hipotéticos e apenas para dar mais base ao trabalho, será considerado um valor médio de custo dos serviços, de R\$ 760,00. Agora já temos todos os valores necessários para elaborar o projeto de retrofit da iluminação deste condomínio em particular, podendo assim também verificar o custo inicial e mensal da troca de lâmpadas, assim como, qual a forma mais viável para o condomínio custear o retrofit.

O mesmo procedimento e valores de produtos e serviços elencados acima para os cálculos referentes ao cenário de iluminação exposto no Residencial Antônio Apóstolo serve para os dados referentes ao segundo condomínio analisado, Residencial Domus, conforme detalha a Tabela 7.

Os gastos mensais estimados, para o Residencial Antônio Apóstolo, antes e após a substituição de todas as lâmpadas não LED por LED estão dispostos na tabela 7.

Tabela 8 - Consumo Cenário Atual – Res. Antônio Apóstolo

Tipo	Quant.	Consumo (W)	Horas/Dia	Dias/Mês	Dias/Ano	Consumo Mensal (W)	Consumo Anual (W)
LED	30	12	16	30	360	172,8	2.073,6
Florescente Compacta	120	15	16	30	360	864	10.368,0
Incandescente	10	60	16	30	360	288	3.456,0
Totais	160					1.324,8	15.897,6

Fonte: Questionário aplicado Condomínio Residencial Antônio Apóstolo

Na Tabela 9 teremos os valores em R\$ considerando uma tarifa (kWh) de R\$0,43.

Tabela 9 - Gastos Cenário Atual – Res. Antônio Apóstolo

Tipo	Quant.	Consumo (W)	Horas/Dia	Dias/Mês	Dias/Ano	Gasto/Mês R\$	Gasto/Ano R\$
LED	30	12	16	30	360	74,304	891,65
Florescente Compacta	120	15	16	30	360	371,52	3.566,59
Incandescente	10	60	16	30	360	123,84	1.486,08
Totais	160					569,66	5.944,32

Fonte: Questionário aplicado Condomínio Residencial Antônio Apóstolo

Cenário de consumo e gastos após retrofit iluminação é ilustrado na Tabela 10.

Tabela 10 - Consumo Cenário Proposto – Res. Antônio Apóstolo

Tipo	Quant.	Consumo (W)	Horas/Dia	Dias/Mês	Dias/Ano	Consumo Mensal (W)	Consumo Anual (W)
LED	30	12	16	30	360	172,8	2.073,6
LED	130	9	16	30	360	561,6	6.739,2
Total	160					734,4	8.812,8

Fonte: Tabelas 3 e 4

Novamente, considerando uma tarifa (kWh) de R\$0,43.

Tabela 11 - Gastos Cenário Proposto – Res. Antônio Apóstolo

Tipo	Quant.	Consumo (W)	Horas/Dia	Dias/Mês	Dias/Ano	Gasto/Mês R\$	Gasto/Ano R\$
LED	30	12	16	30	360	74,30	891,65
LED	130	9	16	30	360	241,49	2.897,86
Totais	160					315,79	3.789,50

Fonte: Tabela 3 e 5

Agora temos um quadro comparativo entre com os gastos estimados, ao longo de cinco anos, considerando manter o cenário atual ou adotar a mudança das lâmpadas para LED conforme já descrito como um cenário proposto.

Tabela 12 - Comparativo entre cenários Residencial Antônio Apóstolo

	Incandescentes	Fluorescentes	LED
Invest. Inicial (R\$)	-	-	2.866,00
Potência (W)	60	15	9
Consumo (Kwh)	17.280	51.840	33.696
Lâmpadas Trocadas	200	360	-
Gasto c/ Energia (R\$)	7.430,40	22.291,20	14.489,30
Gasto c/ Lâmpadas (R\$)	700,00	2.880,00	-
Gasto Total (R\$)	8.130,40	25.171,20	17.355,30

Fonte: Tabela 3, 4 e 5

Pelo exposto na tabela 11, conclui-se que mesmo desconsiderando a crescente queda nos preços das lâmpadas LED, as variações do valor do Kwh durante o período de 5 anos, e a não comercialização de lâmpadas incandescentes de 60W a partir de julho/2017, a substituição das lâmpadas incandescentes e fluorescentes compactas pela de tecnologia LED é vantajosa financeiramente além de ser mais eficiência no consumo de eletricidade.

Opção por realizar o projeto de retrofit elétrico, trocando as lâmpadas de outras tecnologias por LED, é hora de decidir qual a forma de captar recursos financeiros para a implementação das mudanças. Em um primeiro momento deve-se verificar o caixa do condomínio para eventuais reformas ou manutenções, não havendo capital suficiente ou não sendo de comum acordo entre os condôminos o uso deste dinheiro para o projeto, restam as opções de um financiamento bancário ou u tradicional rateio entre os moradores.

Para o segundo condomínio visitado, a proposta do retrofit na iluminação é a também substituição das lâmpadas fluorescentes compactas por lâmpadas LED, pois neste condomínio já não existem mais lâmpadas incandescente. A Tabela 13 apresenta o custo de aquisição de instalação das novas lâmpadas LED.

Tabela 13 - Custo Inicial – Res. Edifício Domus

Tipo Lâmpada	Quant.	Preço Médio Unit. (R\$)	Custo Lâmpadas (R\$)	Custo Instalação (R\$)
LED 9W	144	16,20	2.332,80	760,00

Fonte: Pesquisa de preços em lojas e empresas do ramo elétrico.

Tabela 14- Consumo Cenário Atual – Res. Edifício Domus

Tipo	Quant.	Consumo (W)	Horas/Dia	Dias/Mês	Dias/Ano	Consumo Mensal (W)	Consumo Anual (W)
LED	28	12	16	30	360	172,8	2.073,6
Florescente Compacta	144	15	16	30	360	864	10.368,0
Totais	172					1.324,8	15.897,6

Fonte: Questionário aplicado Condomínio Residencial Edifício Domus

Considerando uma tarifa (kWh) de R\$0,43.

Tabela 15 - Gastos Cenário Atual – Res. Edifício Domus

Tipo	Quant.	Consumo (W)	Horas/Dia	Dias/Mês	Dias/Ano	Gasto/Mês R\$	Gasto/Ano R\$
LED	28	12	16	30	360	69,35	832,21
Florescente Compacta	144	15	16	30	360	445,82	5.349,89
Totais	172					515,17	6.182,09

Fonte: Questionário aplicado Condomínio Residencial Edifícios Domus

O cenário de consumo e gastos após retrofit iluminação é apresentado na Tabela 16.

Tabela 16 - Consumo Cenário Proposto – Res. Edifício Domus

Tipo	Quant.	Consumo (W)	Horas/Dia	Dias/Mês	Dias/Ano	Consumo Mensal (W)	Consumo Anual (W)
LED	28	12	16	30	360	161,28	1.935,36
LED	144	9	16	30	360	622,10	7.464,96
Total	172					783,4	8.812,8

Fonte: Tabelas 13 e 14

Novamente, considerando uma tarifa (kWh) de R\$0,43.

Tabela 17 - Gastos Cenário Proposto – Res. Edifício Domus

Tipo	Quant.	Consumo (W)	Horas/Dia	Dias/Mês	Dias/Ano	Gasto/Mês R\$	Gasto/Ano R\$
LED	28	12	16	30	360	69,35	832,21
LED	144	9	16	30	360	267,49	3.209,93
Totais	172					336,85	4.042,14

Fonte: Tabela 13 e 15

Tabela 18 - Comparativo entre cenários Residencial Edifício Domus

	Incandescentes	Fluorescentes	LED
Invest. Inicial (R\$)	-	-	3.092,80
Potência (W)	-	15	9
Consumo (Kwh)	-	62.208	44.582
Lâmpadas Trocadas	-	432	-
Gasto c/ Energia (R\$)	-	26.749,40	19.170,40
Gasto c/ Lâmpadas (R\$)	-	3.456,00	-
Gasto Total (R\$)	-	30.205,40	22.263,20

Fonte: Tabela 13, 14 e 15

Existem no mercado uma vontade e dinheiro disponível para custeio de projetos relacionados à eficiência energética com foco em diversas frentes, como economia e reuso de água, troca de eletrodomésticos antigos por modelos com selo PROCEL de eficiência, incentivo a instalações de painéis fotovoltaicos e solares e novas tecnologias de iluminação.

Mas é necessário verificar a viabilidade economia de um empréstimo bancário é suficientemente atrativo ou não. Como exemplo tomamos os valores expostos na página web do Banco Bradesco.

CDC para Financiamento de Serviços e Condôminos: Modalidade de crédito para financiar reformas em condomínios residenciais e comerciais, inclusive as classificadas como Retrofit, um processo de revitalização das áreas dos condomínios, de suas instalações elétricas, hidráulicas e demais elementos do edifício, bem como, Armazenamento e/ou Reuso de Água, devidamente autorizados e registrados pelos órgãos reguladores, destinadas aos correntistas Bradesco representados legalmente pelo síndico e que mantenham no Banco a cobrança das taxas condominiais. Características:

Financiamento de até 70% do valor do bem

Até 48 meses para pagar

Taxa de juros:

5,01% ao mês

79,79% ao ano

De 15 a 59 dias para pagar a 1ª parcela

IOF e tarifa financiados e inclusos no valor das parcelas

Tarifa de R\$ 120,00

Tipo de garantia: aval ou nota promissória

Disponível para Correntista Bradesco Empresas e Negócios (BRADESCO, 2017).

Para o projeto de retrofit de iluminação do Edifício Domus já exposto, são necessário aproximadamente R\$ 3.092,80 de capital para a execução do projeto, considerando 70% deste valor, temos no caso máximo o valor financiado de R\$ 2.164,96. Obedecendo as taxas impostas ao final do período de 48 meses o saldo devedor seria de R\$ 5.754,74, pagos em parcelas de R\$ 119,89.

Pelos cálculos efetuados os gastos com energia elétrica mais as parcelas do financiamento para novas lâmpadas atingiria o valor de R\$ 435,68, abaixo do atual custo mensal de R\$ 569,66. Contudo ainda faltaria os 30% restantes do capital para o projeto ser realizado.

5.4.2 Motores Elétricos

A maioria das casas e indústrias do mundo possuem equipamentos movidos a motores elétricos. Por isso, a eficiência energética desses equipamentos é de suma importância e requer estudos, materiais e manutenção de alta qualidade para que o desperdício de energia seja reduzido ao mínimo.

O motor elétrico é um componente que, a longo prazo, é responsável pelo maior custo sobre os bens de consumo a que ele compõe, pois o custo com a energia elétrica é muitas vezes bem maior que o próprio valor do equipamento. Para se ter uma ideia, na indústria, os motores elétricos são responsáveis por quase 70% de toda energia elétrica consumida dentro de seus processos (fonte: Eletrobrás/PROCEL). Portanto, ao aprimorar a eficiência energética, a redução do consumo direto de energia elétrica é considerável.

Estima-se que, no mundo, existam mais de 300 milhões de motores, que consomem anualmente cerca de 7.400 TWh (Terawatts/hora). Isso equivale a cerca de 40% da produção mundial de energia elétrica. Dá para imaginar a quantidade de energia poupada se apenas 1% desse consumo for reduzido.

Em um condomínio residencial temos o emprego de motores elétricos em bombas de dreno, recalque, entre outras aplicações. Para se calcular o consumo de um motor elétrico para um determinado período de operação (um mês, por exemplo), primeiramente deve-se calcular o consumo do motor para uma hora de operação. Esse consumo é dado em kWh/h (kilowatt-hora por hora) e é calculado conforme a equação abaixo:

$$C \text{ (kWh/h)} = \frac{P \text{ (cv)} \times 0,736}{\text{Rend. \%}} \times 100\%$$

Onde:

C – Consumo do motor em uma hora de operação

P (cv) – Potência mecânica fornecida pelo motor

Rend. % - Rendimento percentual do motor

Finalmente para calcular o consumo do motor em um mês de operação, basta multiplicar o consumo calculado para uma hora de operação pelo número de horas que o motor opera em um mês. Caso se queira calcular o consumo do motor para um ano de operação, procede-se da mesma maneira: multiplica-se o número de horas que o motor opera durante o ano pelo consumo em uma hora de operação.

Inicialmente percebemos que a proposta adotada para este trabalho, foi a de traçar um perfil de consumo energético de condomínios residenciais com certo tempo de uso, que remontem a uma época não muito distante onde a preocupação e as tecnologias que hoje produzem a eficiência energética em diversos aspectos dentro de um edifício não eram uma preocupação.

Assim, a busca por informações que permitissem verificar os pontos de consumo críticos dos condomínios, foi iniciada com dois empreendimentos na cidade de Florianópolis, cito: Condomínio Residencial Antônio Apóstolo e Condomínio Residencial Domus. Ambos os prédios foram construídos a mais de vinte anos, tendo algumas melhorias já implantadas, mesmo sem critério ou estudo prévio do efeito positivo ou não quanto a uma análise energética e financeira.

Mesmo com toda a informação veiculada em diversas mídias, e a existência de um pensamento mais sustentável quanto ao uso de energia e as reduções de custos que certas mudanças propiciam, ainda há por parte dos síndicos e condôminos uma certa desconfiança e desconhecimento dos impactos energéticos e financeiros a que um retrofit está relacionado.

Vários programas visando eficiência energética lançados por governos e empresas do ramo de energia ainda não atingiram os condomínios residenciais, seja pela dificuldade destes atenderem os requisitos exigidos ou até mesmo pela falta de uma assessoria técnica para elencar os pontos de consumo e elaborar projetos visando a economia de energia e monetária.

Quanto aos objetivos propostos inicialmente, foi possível conhecer e levantar o perfil de consumos dos condomínios citados no texto deste trabalho. Considerando que o foco de análise e proposta de alterações limitou a retrofit de iluminação, verificou-se que o uso da tecnologia de lâmpadas LED em relação as outras é dentro de um prazo de cinco anos ou menos uma forma viável de eficiência energética e redução nos custos com energia elétrica.

Ficaram de fora das análises outros dois pontos de consumo considerados críticos, os sistemas de elevadores, pois em ambos os condomínios estes já tinham passado por uma atualização recente (proposta pela própria empresa de elevadores),

visando a troca de equipamentos antigos e de alta manutenção e consumo por modelos mais modernos e mais eficientes.

O segundo ponto crítico de consumo energético que ficou de fora das análises, são os motores elétricos utilizados no acionamento de bombas de recalque, dreno e portões. Para estes há a intenção de análise futuras com a aplicação de motores mais eficientes energeticamente que possuem linhas de financiamento específicas para a substituição dos modelos antigos de alto consumo e baixo rendimento. Fica, também, para análise futura o estudo e introdução de sistema de motores elétricos alimentados por painéis solares.

REFERÊNCIAS

Condomínios Verdes - Disponível em:

<http://www.condominiosverdes.com.br/energia/> - Acesso em 02/03/2017

Condomínios Sustentáveis – Disponível em:

<https://condominiossustentaveis.com.br/tag/eficiencia/> - Acesso em 10/01/2017

Revista técnica Edição 173 Agosto/2011 – Disponível em:

<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/173/artigo285886-1.aspx> - Acesso em 10/01/2017

Administradora de Condomínios Grupo Light – Disponível em:

http://www.condominiolight.com.br/economia_de_energia.php - Acesso em 11/01/2017

Thyssen-Krupp Elevadores – Disponível em:

<http://www.thyssenkruppelevadores.com.br> – Acesso em 12/01/2017

Guia Casa Eficiente – Disponível em:

<http://www.guiacasaeficiente.com/> - Acesso em 12/01/2017

Banco Santander Sustentabilidade - Disponível em:

<https://sustentabilidade.santander.com.br/pt/paginas/default.aspx> - Acesso em 21/07/2017

Bradesco – Soluções para Condomínios – Disponível em :

<https://banco.bradesco/html/pessoajuridica/mais-perfis/solucoes-para-condominio.shtm> - Acesso em 21/07/2017

Banco do Brasil – Eficiência Energética e Hídrica – Disponível em:

<http://www.bb.com.br/pbb/pagina-inicial/voce/produtos-e-servicos/credito/eficiencia-energetica-e-hidrica#/> - Acesso em 20/07/2017

UNICAMP. Iluminância e cálculo luminotécnico. Disponível em:

<http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Arquitetural/tabelas/luminotecnica.pdf>
Acesso em 16/06/2017.

Desterro Eletricidade – Disponível em: <http://www.desterroeletricidade.com.br/>
Acesso e contato em 04/08/2017.

ZNeletrica – Disponível em: <http://www.zneletrica.com.br/index.html>

Acesso e contato em 04/08/2017.

Lojas Leroy Merlin – Disponível em: <http://www.leroymerlin.com.br/>

Acesso em 10/08/2017.

Lojas Balaroti – Disponível em: <http://www.balaroti.com.br/>
Acesso em 10/08/2017.

Leão Bombas – Disponível em: <http://www.leao.com.br/>
Acesso em 22/05/2017.

WEG – Eficiência Energética- Disponível em:
<http://www.weg.net/institutional/BR/pt/solutions/energy-efficiency>
Acesso em 25/05/2017.

Leonardo Energy Eficiência de Motores – Disponível em: <http://leonardo-energy.org.br/noticias/troca-de-motores-eletricos-oferece-ganho-de-eficiencia-energetica/>
Acesso em 15/06/2017.

Lâmpadas LED - PROCEL Info – Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/>
Acesso em 15/06/2017.

Eco Energias – Disponível em: <http://ecoenergias.ind.br/como-reduzir-as-contas-de-energia-do-condominio/>
Acesso em 16/06/2017.

SAMANEZ, Carlos Patrício. (2010) Matemática Financeira: aplicações à análise de investimentos. 5a ed. São Paulo: Prentice-Hall.

CUNHA, Eldis Camargo Neves; Reis, Lineu Belico dos. Energia Elétrica e Sustentabilidade - Coleção Ambiental. Editora: Manole.

PUCCINI, Ernesto Coutinho. Matemática financeira e análise de investimentos
Florianópolis : Departamento de Ciências da Administração / UFSC; UAB, 2011.

Manual de Iluminação PROCEL (2011) PROCEL EPP – Eficiência Energética em Prédios Públicos.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Questionário de Pré-diagnóstico

Questionário para Levantamento de Dados de Consumo Energético para Proposição de Projetos de Eficiência Energética

Importante: Todas as informações recolhidas neste documento serão apenas e somente utilizadas dentro da monografia do pesquisador abaixo citado, com intuito de a partir da análise dos dados, fomentar projetos visando a redução do consumo/gastos com energia elétrica.

Dados do pesquisador: Eng. Eletricista Eduardo Salich Brüggemann, projeto de monografia para Pós Graduação em Energias Renováveis e Sustentabilidade – Universidade do Sul de Santa Catarina.

Objetivos do Questionário:

- Oferecer ao pesquisador uma boa quantidade de informações para o mesmo diagnosticar as características do consumo energético do condomínio,
- Abranger um amplo espectro de opções de otimização nas análises energéticas,
- Levantar e atualizar os dados de consumo e medidas de economia de energia aplicava,
- Divulgar e popularizar o conhecimento a respeito da eficiência energética.

Principais focos a serem considerados:

- Análise do Contrato de Energia e de suas faturas mensais;
- Demanda no horário de ponta;
- Consumo no horário de ponta;
- Fator de potência;
- Ar Condicionado Central;
- Aquecedores de água;
- Bombas d'água;
- Motores Elétricos;
- Elevadores;
- Iluminação;

Dados do Condomínio:

1.1 Nome/Razão Social:

1.2 Endereço Completo:

1.3 Síndico/Responsável:

1.4 Idade da Construção: _____

Reformas ou Alterações:

2.1 O condomínio já sofreu alguma reforma? () Sim () Não

2.2 Esta reforma ocorreu visando? () Melhorias () Corretiva

2.3 A reforma foi de qual natureza? () Estrutural () Elétrica () Pintura () Outras

2.4 No caso de uma reforma elétrica, quais foram os pontos examinados?

() Iluminação áreas comuns () Motores elétricos(aquecimento/bombas)

() Elevadores () Ar Condicionando () Outros

2.5 O condomínio possui elevador? () Sim () Não

2.6 Quantos elevadores? () 01 () 02 () Mais de 02 elevadores.

2.7 Possui algum sistema de gerenciamento inteligente de tráfego? () Sim () Não

2.8 O condomínio possui piscina aquecida? () Sim () Não

2.9 O aquecimento da água da piscina é:

() elétrico () solar () gás () lenha () trocador de calor

2.10 Sobre a iluminação das áreas comuns internas do condomínio, qual tipo de lâmpada utilizada?

() incandescentes () fluorescentes e/ou fluorescente compacta () halógenas

() dicroicas () led () mistas

2.10 Quantitativo e potência das instalação luminosa.

() lâmpadas incandescentes _____W

() lâmpadas fluorescentes tubulares _____W

() lâmpadas fluorescentes compactas _____W

() lâmpadas dicroicas _____W

() outras lâmpadas _____W

2.11 Sobre a iluminação das áreas comuns externas do condomínio, qual tipo de lâmpada utilizada?

☐ vapor de mercúrio ☐ vapor de sódio baixa pressão ☐ vapor de sódio alta pressão ☐ led ☐ fluorescentes e/ou fluorescente compacta ☐ mistas

2.12 A iluminação das áreas como garagens possuem algum controle inteligente?

☐ Sim ☐ Não

2.13 Qual o tipo de controle?

☐ Relé fotoelétrico ☐ Sensores de presença ☐

2.14 Possui piscina aquecida?

☐ Sim ☐ Não

2.15. Qual o tipo de energia utilizada para aquecimento da água?

☐ Biomassa (lenha) ☐ gás ☐ elétrico ☐ solar