

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE TECNOLOGIA EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL
TECNOLOGIA EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL**

AILTON DE SOUZA

**OTIMIZAÇÃO DA EFICIÊNCIA LUMINOSA ATRAVÉS DA
SUBSTITUIÇÃO DE SISTEMA DE LÂMPADAS DE UMA UNIDADE
FABRIL DO NORTE DO PARANÁ**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CORNÉLIO PROCÓPIO

2014

AILTON DE SOUZA

**OTIMIZAÇÃO DA EFICIÊNCIA LUMINOSA ATRAVÉS DA
SUBSTITUIÇÃO DE SISTEMA DE LÂMPADAS DE UMA UNIDADE
FABRIL DO NORTE DO PARANÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Automação Industrial, da Coordenação de Tecnologia em Automação Industrial, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Carlos Alberto Paschoalino

CORNÉLIO PROCÓPIO

2014

AILTON DE SOUZA

OTIMIZAÇÃO DA EFICIÊNCIA LUMINOSA ATRAVÉS DA SUBSTITUIÇÃO DE SISTEMA DE LÂMPADAS DE UMA UNIDADE FABRIL DO NORTE DO PARANÁ

Trabalho de conclusão de curso apresentado às 20h do dia 04 de NOVEMBRO de 2014 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Automação Industrial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Carlos Alberto Paschoalino
Professor Orientador
UTFPR/ Campus Cornélio Procopio

Prof. Me. Marco Antônio Ferreira Finocchio
Professor Convidado
UTFPR/ Campus Cornélio Procopio

Prof. Edmar Piacentini Júnior
Professor Convidado
UTFPR/ Campus Cornélio Procopio

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

Dedico esta Monografia ao criador do universo e da vida, aos meus mestres, professores e familiares pelo apoio e orientação nessa etapa da minha vida, em especial a minha esposa que sempre me incentivou a ir até o fim e ao meu filho João Victor, mostrando-lhe que esforçar-se vale a pena!

AGRADECIMENTOS

Hoje tenho a oportunidade de concluir, com muito esforço pessoal e após passar valiosos anos adquirindo experiência na vida acadêmica, mais esta etapa de minha vida, superando vários e difíceis desafios.

Agradeço primeiramente à Deus, ao qual recorri sempre que pensei em desistir, a minha esposa que sempre esteve ao meu lado em momentos bons e difíceis, ao meu filho, que chegou no meio desta empreitada motivando-me a concluir esta etapa.

Agradeço ainda aos amigos – alguns ficaram pelo caminho, outros caminharam a passos mais largos, mas todos tornaram esta caminhada mais prazerosa. Por fim e não menos importante em minha vida, agradeço aos meus professores e principalmente a meu orientador que me forneceu horizontes técnicos para esse trabalho.

RESUMO

Este trabalho apresenta uma proposta estratégica na área energética referente ao consumo de energia elétrica em uma empresa do norte do Paraná, que possui galpões de estoque com alto consumo tarifário, apresentando como carga instalada em sua maioria, iluminação com lâmpadas fluorescentes tipo HO (*High Output*). Fez-se um estudo de aplicabilidade da substituição do sistema de iluminação atual por lâmpadas de LED'S mostrando os benefícios desse sistema de iluminação em comparação aos sistemas existentes, abordando custo benefício, eficiência energética, sistema tarifário e um resumo da tecnologia utilizada nas lâmpadas. Este trabalho mostra um galpão modelo que foi utilizado como protótipo da proposta, evidenciando os benefícios do sistema de iluminação quando utilizado lâmpadas de LED'S.

Palavras Chaves: sistema tarifário, eficiência energética, lâmpadas, LED'S, iluminação, luminosidade, efeito luminoso.

ABSTRACT

This paper presents a strategic proposal in the energy area regarding the consumption of electrical energy in a company located in northern Paraná, which owns warehouses in stock with high tariff consumption, presenting as filler installed mostly lighting type HO fluorescent lamps ("High output "). There was a study of applicability of replacing current lighting system with LED lamps showing the benefits of this lighting system compared to existing systems, addressing cost benefit, energy efficiency, tariff system and a summary of the technology used in lamps. This paper shows a model shed that was used as a prototype of the proposal, showing the benefits of lighting when used LED lamps.

Keywords: tariff system, energetic efficiency, lamps, LED's, lighting, luminosity, luminous effect.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Consumo livre por classe no BrasilFonte – EPE (Empresa pública de pesquisa energética ligada ao Ministério de Minas e Energia)	14
Figura 2 – Consumo energético industrial da região sul em 2012	15
Figura 3 – Rendimentos luminosos de diversas lâmpadas	17
Figura 4 – Tipos de lâmpadas incandescentes	18
Figura 5 – Tipos de lâmpadas halógenas	19
Figura 6 – Tipos de lâmpadas de descarga	21
Figura 7 – Tipos de lâmpadas LED.....	22
Figura 8 – Exemplos de lâmpadas de neón.....	23
Figura 9 - Lâmpadas instaladas no teto com todo pé direito de raio luminoso..	24
Figura 10 – Lâmpadas instaladas nas laterais da parede reduzindo o feixe luminoso ao ponto a ser iluminado.....	24
Figura 11 – Lâmpadas instaladas direcionadas ao ponto a ser iluminado geralmente presas por pendentês mais reforço com iluminação convencional no teto	25
Figura 12 – Detalhes do consumo antes da substituição das lâmpadas Ho por lâmpadas LED.....	33
Figura 13: Lâmpada LED adquirida fornecedor Ambavi	35
Figura 14: Lâmpadas LED já instaladas e energizadas no primeiro galpão do grupo.....	36

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	OBJETIVOS	11
1.2	JUSTIFICATIVA	11
1.3	METODOLOGIA	11
2	ILUMINAÇÃO INDUSTRIAL	13
2.1	CONSUMO DA ILUMINAÇÃO INDUSTRIAL	13
3	CONCEITOS BÁSICOS DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO	17
3.1	TIPOS DE LÂMPADAS E RENDIMENTO LUMINOSO	17
4	DESENVOLVIMENTO.....	24
4.1	FATOR DE POTÊNCIA.....	26
4.2	THD – DISTORÇÃO HARMÔNICA TOTAL	26
4.3	FLUXO LUMINOSO	27
4.4	EFICIÊNCIA DE CADA LÂMPADA	27
4.5	IRC – ÍNDICE DE REPRODUÇÃO DE COR	28
5	ANÁLISE TÉCNICA	29
6	ANÁLISE ECONÔMICA.....	31
7	RESULTADOS OBTIDOS.....	33
8	CONCLUSÃO	37
	BIBLIOGRAFIA	38

1 INTRODUÇÃO

Uma das maiores preocupações do setor elétrico é que a utilização da energia elétrica seja cada vez mais racional e otimizada. Com o reconhecimento dessa dificuldade que o setor enfrenta para o crescimento e oferta de energia, uma vez que os recursos estão cada vez mais escassos, surge a necessidade de equipamentos e sistemas que colaborem com a eficiência energética de nosso sistema. Nesse cenário a iluminação de sistemas fabris, como galpões operacionais produtivos, de estoques e logística também podem contribuir com o setor elétrico no que tange a correta utilização de lâmpadas, que ofereçam em suas características construtivas opcionais e levem o consumidor fabril a projetar e dimensionar seu sistema de iluminação de uma forma eficiente e racional referente à luminosidade e consumo.

Este trabalho mostra o alto custo com energia elétrica do sistema de iluminação de uma empresa situada no norte do Paraná e propõe mudanças na instalação com uma análise técnica focada na eficiência energética.

Dentro de sistemas fabris uma das cargas instaladas que geralmente é banalizada é o sistema de iluminação. Geralmente não é levado em conta fatores construtivos das lâmpadas que podem atender de forma eficaz a execução de atividades operacionais em qualquer cenário fabril, favorecendo o consumo, a luminosidade e a eficiência energética, como fatores harmônicos e fator de potência. Sendo instaladas de forma superficial lâmpadas somente focadas em custo imediato, que por sua vez mascara ao longo do tempo custos com manutenção, substituições, e principalmente consumo.

A empresa em estudo se enquadra diretamente nesse contexto, pois possui atualmente em sua carga instalada luminárias com duas lâmpadas HO (*“High Output”*), conhecida pelo seu alto fluxo luminoso e acionadas por reatores, que se consideradas de uma forma macro dentro dos galpões da empresa tem uma contribuição negativa para qualidade e consumo da energia.

1.1 OBJETIVOS

Expor as vantagens da utilização de lâmpadas mais eficientes e fornecer informações relevantes de forma comparativa entre o sistema de iluminação atual com sistema de iluminação mais eficiente, que levem os gestores da empresa a investir em lâmpadas de LED, substituindo as lâmpadas atuais fluorescentes tipo HO acionadas por reatores. Ressaltar a importância do consumo consciente com estudo mais apurado da iluminação a ser instalada dentro da correlação custo benefício com investimento imediato, porém com redução de consumo em curto prazo. Apresentar diferenças significativas entre lâmpadas fluorescentes HO e lâmpadas de LED. Fazer um histórico da evolução das lâmpadas ao longo do tempo e a contribuição da tecnologia para lâmpadas mais eficientes. Afirmar as características construtivas da lâmpada de LED que apoiam a redução de consumo, qualidade de energia e rendimento luminoso.

Os ambientes industriais são um grande desafio para os projetistas e responsáveis pelas instalações, quando desejam proporcionar uma iluminação adequada de custos baixos e que seja de fácil manutenção. (Julian Vilela Padilha, 2011).

1.2 JUSTIFICATIVA

Este trabalho poderá servir de ferramenta para os gestores da empresa, pois viabilizará base decisória para investimento em lâmpadas mais eficientes com relação ao consumo e qualidade de energia, reduzindo de forma considerável os custos de energia e otimizando custos com manutenção, e eficiência luminosa, agindo diretamente em maior conforto operacional nas atividades fabris tanto com aumento da luminosidade como também redução nas faturas de energia elétrica dos galpões da empresa.

1.3 METODOLOGIA

Foi preciso uma pesquisa bibliográfica para o embasamento teórico pertinente ao tema proposto ao qual consistiu na busca de informações existentes sobre sistemas de iluminação, tipos de lâmpadas, características técnicas, consumo de

energia e sistema de tarifação resultando assim conceitos teóricos sobre eficiência energética.

Num segundo momento levantou-se a carga instalada atual da empresa estudada, a quantidade de lâmpadas fluorescentes tipo HO e o histórico de consumo. Podendo assim fazer uma previsão da redução de consumo, qualidade de energia e mensurar os resultados obtidos após a substituição das lâmpadas atuais em um galpão da empresa.

2 ILUMINAÇÃO INDUSTRIAL

No dia a dia de uma indústria a iluminação é um fator preponderante na produtividade e qualidade do insumo fabril do processo, facilitando ou dificultando a execução de atividades operacionais onde o colaborador precise ter um ambiente com boa luminosidade para garantir a eficácia de seu trabalho. Um bom exemplo disso são ambientes industriais que executam processo de pintura onde o pintor industrial, através de sua capacidade visual, precisa identificar com clareza áreas a serem pintadas e o estudo do produto final. Nesse sentido os projetos de iluminação devem contemplar o bem estar do usuário aliado à eficácia exercida como desconforto, ofuscamento e sombras.

No setor industrial geralmente os galpões possuem um elevado pé direito, sendo esse um fator negativo, pois conforme o conceito luminotécnico quanto maior for a distância entre a fonte luminosa e o plano de trabalho haverá mais pontos de iluminação e conseqüentemente maior a potência instalada e consumo.

Outras características industriais também são levadas em conta para uma boa eficiência luminosa em galpões: o tipo de produto que são fabricados, o tamanho do produto, grau de precisão necessária para manufatura do produto na tarefa executada pelos funcionários e necessidade de reprodução de cores.

Atualmente a ABNT NBR SO 8995-1 define parâmetros iniciais de níveis de fluxo luminoso em relação à área a ser iluminada, expondo em valores tabelados para diversos locais e tipos de indústria. Porém, mesmo definido essa referência após instalação das lâmpadas é prudente mensurar o nível de iluminância com o luxímetro, pois nos valores normativos para área industrial existe muita subjetividade, pois depende da percepção de uma boa iluminação das várias pessoas que compõem esse processo.

2.1 CONSUMO DA ILUMINAÇÃO INDUSTRIAL

Hoje, a eficiência energética é um compromisso assumido a nível nacional em todo âmbito de consumo, especialmente por parte da indústria. A quantidade de fabricantes que correm atrás de selos de eficiência energética é notória, principalmente referente ao custo de energia que por sua vez tem proporcionalmente maior peso na conta final do produto, com isso nasce a necessidade de busca por

soluções que proporcionem maior eficiência e práticas ambientalmente corretas.

De uma forma geral, o peso da energia nos processos produtivos varia entre 15% e 20%, podendo atingir 60% no segmento petroquímico, nos chamados eletro intensivo. Só o gasto com iluminação é responsável por 20% do consumo mundial de eletricidade e cerca de 6% das emissões globais de gases de efeito estufa. (Valor econômico, Rosângela Capozoli)

Em escritórios e departamentos gerenciais e administrativos, o consumo da indústria somente com iluminação salta para 35% e 40%. Porém como já dito, nem sempre os projetos de iluminação contemplam toda gama envolvida na escolha correta das lâmpadas, na disposição das mesmas, efeito luminoso, conforto, grau de precisão, etc. Atualmente em nosso país estima-se que metade da iluminação pública e residencial não é eficaz. (CAPOZOLI, 2012).

Na figura 1 é possível observar o histórico de consumo energético, destacando o consumo industrial com crescimento de 20% entre 2008 e 2012, saltando de 95.395 GWh em 2008 para 113.535 GWh 2012.

	2008	2009	2010	2011	2012	$\Delta\%(2012/11)$	Part.%(2012)
Total	99.262	89.012	105.315	112.664	120.690	7.1	100.0
Residencial	0	0	0	0	0	0	0.0
Industrial	95.395	84.693	100.688	106.998	113.535	6,1	94.1
Comercial	1.750	1.857	2.540	3.217	4.531	40.8	3.8
Rural	3	0	3	95	221	132.7	0.2
Poder público	62	62	62	66	74	11.2	0.1
Iluminação pública	0	0	0	0	0	0	0.0
Serviço público	2.023	1.994	2.019	2.125	2.170	2.1	1.8
Próprio	31	137	3	162	158	-2,4	0.1

Figura 1 – Consumo livre por classe no Brasil

Fonte – EPE (Empresa pública de pesquisa energética ligada ao Ministério de Minas e Energia)

A figura 2 apresenta um percentual da região sul desmembrando somente o setor industrial que contribuiu para essa estatística de consumo.

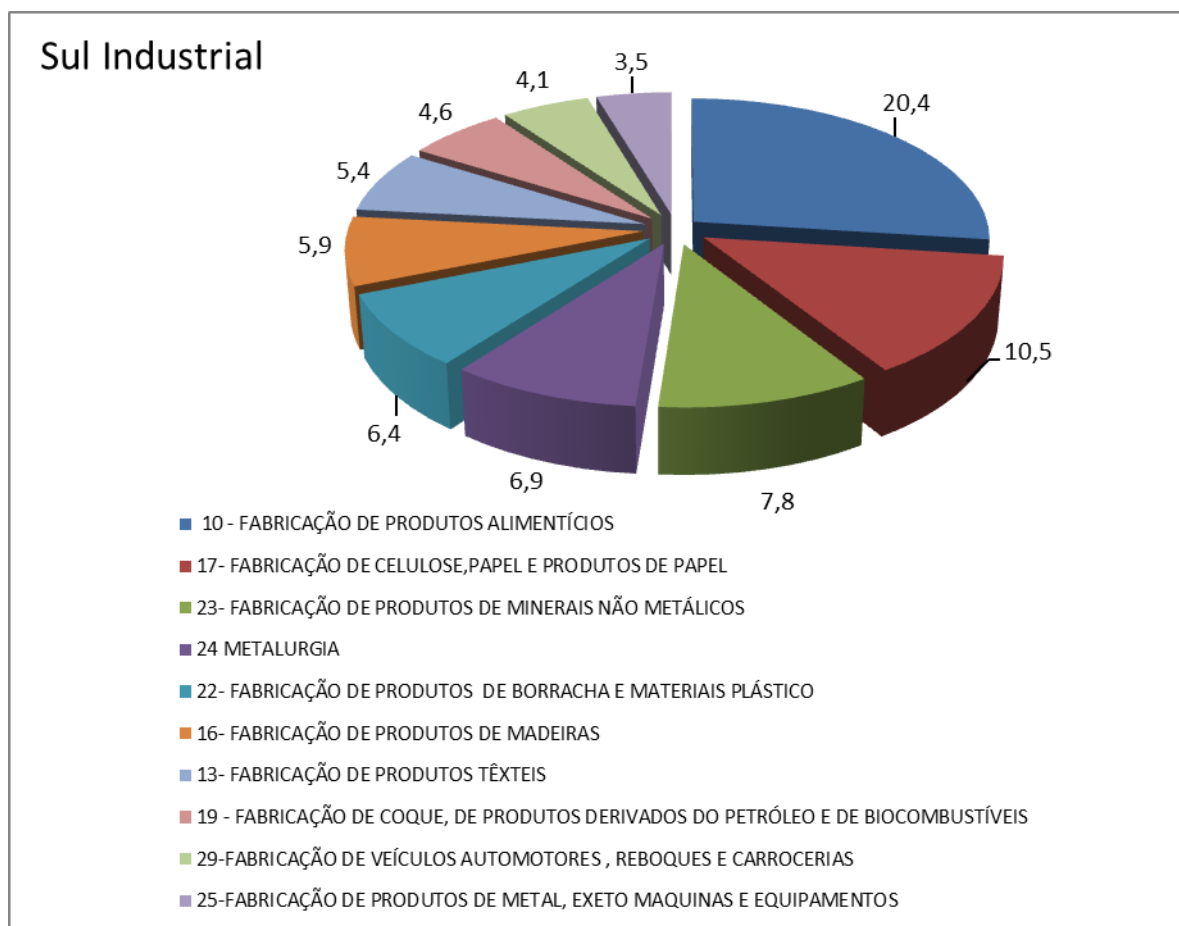


Figura 2 – Consumo energético industrial da região sul em 2012

Fonte: Anuário de consumo 2013

Isso leva a indústria a buscar soluções na área da eficiência energética que levem à redução de custo e consumo. A eficiência energética quando bem implementada deve atender a dois requisitos básicos: o técnico e o comportamental. O técnico é a substituição de equipamentos obsoletos por equipamentos mais eficientes que executam a mesma tarefa já o comportamental é o uso consciente e racional da energia ofertada. Para tal os projetos de eficiência energética precisam de especificações que utilizem sistemas mais eficientes e modernos em detrimento dos sistemas ineficientes e obsoletos. Hoje pode-se encontrar projetos e instalações que não levaram em consideração a eficiência do conjunto da luminária, lâmpada, reator, sendo projetados e instalados equipamentos ineficientes e até lâmpadas

com baixa eficiência luminosa. Isso é explicável uma vez que não se leva em conta levantamentos técnico-econômicos de soluções alternativas.

Esse trabalho tem como foco sugerir soluções nesse sentido. Propondo a substituição de um sistema de iluminação ineficaz e obsoleto com altos custos operacionais, de manutenção e consumo energético, por um sistema novo que possibilite a redução do consumo energético e baixos custos com manutenção, pois esse setor industrial representa 45,3% do total de consumo do Brasil e a iluminação representa 5,8% desse consumo, sendo o terceiro uso final do setor industrial, ficando atrás somente da força motriz com 68,3% e da eletrotermia com 22,8%(PNE, 2007).

3 CONCEITOS BÁSICOS DE LUMINOTÉCNICA

Em luminotécnica existem três métodos de cálculo para determinar os quantitativos necessários de lâmpadas e luminárias partir de um nível de iluminância desejado no ambiente a ser iluminado :

- Método dos lúmens (mais simples e menos preciso).
- Método das cavidades zonais (mais criterioso e confiável nos resultados).
- Método ponto por ponto (mais rigoroso e muito preciso nos resultados).

3.1 TIPOS DE LÂMPADAS E RENDIMENTO LUMINOSO

O rendimento luminoso lm/W é variável conforme o tipo de lâmpada escolhida para uma instalação. A figura 3 apresenta dados que evidenciam o *ranking* energético de cada lâmpada hoje existente no mercado.

Tipo de Lâmpada	Rendimento Luminoso
Incandescente	10 a 15 lm/W
Halógenas	15 a 25 lm/W
Mista	20 a 35 lm/W
Vapor de Mercúrio	45 a 55 lm/W
LED	35 a 70 lm/W
Fluorescente comum	55 a 75 lm/W
Fluorescente compacta	50 a 80 lm/W
Multivapores Metálicos	65 a 90 lm/W
Fluorescentes Econômicos	75 a 90 lm/W
Vapor de Sódio	80 a 140 lm/W

Figura 3 – Rendimentos luminosos de diversas lâmpadas
Fonte – Revista Lumier

Lâmpadas Incandescentes: são as lâmpadas mais antigas que se tem notícia, muito utilizada em residências. Por possuírem baixa eficiência (gastam muita energia para produzir muito calor e pouca luz, apenas 5% da energia elétrica consumida é transformada em luz, o restante é transformado em calor), estão sendo substituídas pelas Lâmpadas Fluorescentes.

Essas lâmpadas são mais utilizadas em residências e espaços comerciais, para iluminação em geral (em pendentes, plafons, lustres), iluminação decorativa ou

de efeito (abajures, arandelas, luminárias de piso). Os modelos de lâmpadas espelhadas são para o uso em spots, para que a luz não seja desperdiçada, mas sim focada, também estão presentes na iluminação interna de fogões e geladeiras. Na figura 4 temos alguns exemplos de lâmpadas incandescentes mais comercializadas hoje.



Figura 4 – Tipos de lâmpadas incandescentes
Fonte: Manual de Luminotécnica

Lâmpada Halógenas- também são consideradas lâmpadas incandescentes, mas por possuírem halogênio bromo ou iodo em sua constituição, são chamadas de lâmpadas halógenas. Elas são divididas em 2 grupos: para serem utilizadas em tensão de rede 127V ou 220V, consideradas de baixa eficiência, mas superiores às lâmpadas incandescentes comuns e para serem utilizadas em redes de baixa tensão 12V, com uso obrigatório de transformador, apresentando alta eficiência.

Lâmpadas do primeiro grupo – tensão de rede 127V ou 220V.

- Halógena Palito ou Lapiseira
- Halógena halopar (20,30 e 38)
- Halógena Halopin
- Halógena Bipino

Lâmpadas do segundo grupo – baixa tensão de rede 12V.

- Halógena Dicroica e Mini Dicroica

- Halógena PAR 16 ou Gz 10
- Halógena AR (48, 70 e 111)

São utilizadas para destacar objetos ou uma determinada área, pois apresentam alto controle do fecho de luz. Indicadas para residências e comércios, podem ser utilizadas em pendentes, lustres e em spots embutidos. Alguns modelos estão disponíveis em diferentes cores. A figura 5 mostra alguns tipos de lâmpadas halógenas mais comercializadas.



Figura 5 – Tipos de lâmpadas halógenas
Fonte: Manual de luminotécnica

Lâmpadas Fluorescentes: hoje em dia são as mais conhecidas e indicadas para o uso residencial e comercial, pois apresentam alta eficiência e baixo consumo de energia.

São comercializados 3 modelos:

- Tubular: as mais comuns e mais antigas das fluorescentes, é necessário o uso de reatores eletrônicos externos.

- Compacta eletrônica: seu acendimento é automático devido ao reator que já faz parte da lâmpada.
- Compacta não integrada: não apresenta o reator acoplado à lâmpada.

Estas substituem as lâmpadas incandescentes e podem ser utilizadas na iluminação geral de residências e comércio, em pendentes, plafons, lustres, iluminação decorativa ou de efeito em abajures, arandelas, luminárias de piso.

Os fabricantes têm investido bastante nas lâmpadas fluorescentes, existem diversas cores e até mesmo a luz negra, tanto nos modelos compactos como nos tubulares. A maioria das pessoas conhece as lâmpadas fluorescentes de cor branca ou azulada, mas também pode-se encontrar modelos com temperaturas de cor baixa, que apresentam cor amarelada, semelhante à luz da lâmpada incandescente comum.

Lâmpadas de Descarga (HID) - Uma descarga (de alta pressão) elétrica entre os eletrodos leva os componentes internos (gases sódio, xenon, mercúrio – cada modelo de lâmpada de descarga apresenta um tipo de gás) do tubo de descarga a produzirem luz. Este tipo de lâmpada leva de 2 a 15 minutos para acender por completo e necessitam de reatores eletrônicos para sua ignição e operação. Possui baixo consumo de energia e a luz produzida é extremamente brilhante, possibilitando a iluminação de grandes áreas, além de serem compactas.

Há 4 modelos de lâmpadas de descarga:

- Multivapores Metálicos,
- Vapor de Sódio:
- Vapor de Mercúrio e
- Lâmpadas Mistas

São utilizadas principalmente na iluminação interna de grandes lojas, galpões, fábricas, em vitrines e na iluminação de áreas externas como postes de ruas. Abaixo na figura 6 alguns tipos de lâmpadas de descarga mais comercializadas.



Figura 6 – Tipos de lâmpadas de descarga
Fonte: Manual de luminotécnica

LED's - Lighting Emitted Diodes - Consideradas as lâmpadas mais modernas – produto de última tecnologia. Convertem energia elétrica diretamente em energia luminosa, através de pequenos chips. É um produto ecologicamente correto, pois seu consumo de energia é muito baixo e apresenta uma vida extremamente longa; utilizam baixa tensão de rede (10V ou 24V), logo necessitam de transformadores para converterem a energia. Devido a alta eficiência e ao baixo consumo estão substituindo as lâmpadas fluorescentes no uso residencial.

São utilizadas em iluminação de destaque em ambientes residenciais e comerciais. Podem ser utilizadas em spots (sobre bancadas, objetos decorativos), arandelas (criar efeitos na parede), balizadores (iluminação de corredores e escadas) e na iluminação de fachadas. Na figura 7 encontra-se alguns exemplos de lâmpadas de led mais comercializadas.



Figura 7 – Tipos de lâmpadas LED
Fonte: Manual de Luminotécnia

Fibra Óptica - é um filamento de vidro ou de elementos poliméricos utilizados para transmitir a luz. Isto é, ao lançar um feixe de luz em uma das extremidades do filamento de fibra, esta parte de luz percorre toda a fibra por meio de reflexões sucessivas até “sair” pela outra extremidade, isto em uma velocidade altíssima. É necessária apenas uma fonte geradora de luz para que esta possa percorrer o(s) cabo(s) de fibra óptica e assim iluminar vários outros pontos. Por isso, a iluminação com fibra óptica é considerada econômica, de baixa manutenção e segura - os filamentos transmitem a luz e não a energia elétrica.

Modelos existentes:

- Filamentos: 0,5 a 1,5 milímetros.
- Cabos: de 8 a 17 milímetros (com luz pontual e lateral).

Seu uso é ideal para iluminação de efeito, em detalhes arquitetônicos, forro de gesso, painéis, móveis / nichos, jardins, piscinas e em vitrines de lojas. Garante maior liberdade na criação de efeitos luminotécnicos.

Lâmpadas de Neón - a lâmpada de neón é composta por um tubo com gás neón em seu interior (este tubo pode ter diferentes formatos). Quando submetida à eletricidade, a lâmpada de neón emite uma luz vermelha (diferentes gases produzem

diferentes cores). A tensão necessária para o funcionamento do tubo dependerá das dimensões deste e do gás utilizado, pode ser direto da rede ou com transformador.

É mais utilizada para iluminação decorativa, principalmente comercial, seu inconveniente é o ruído emitido pelo reator. A figura 8 mostra alguns exemplos de lâmpadas de neón.

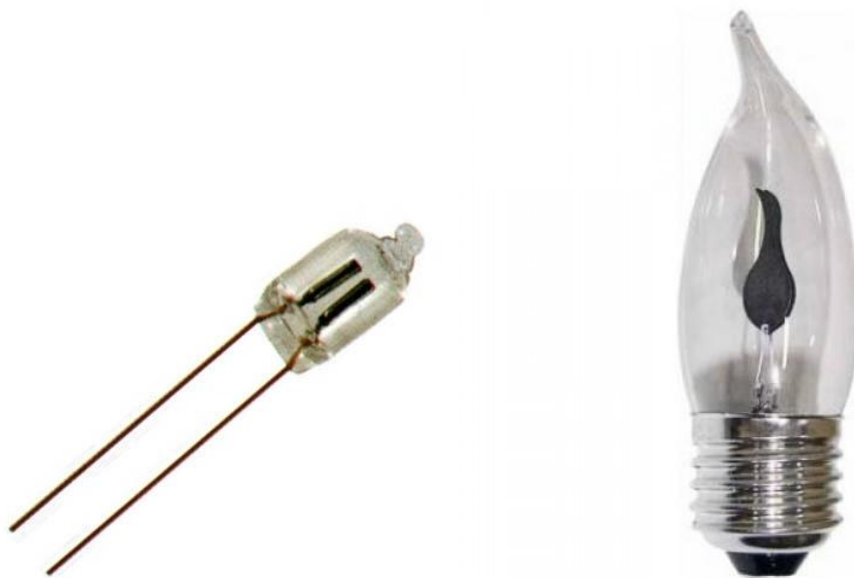


Figura 8 – Exemplos de lâmpadas de neón.
Fonte: Manual de Luminotécnica.

4 DESENVOLVIMENTO

Uma breve ilustração de disposição de lâmpadas deve ser considerada, pois o galpão está com as instalações todas prontas e somente serão substituídas as lâmpadas convencionais existentes por lâmpadas de LED, porém devido ao posicionamento existe o risco de efeito luminoso não ser o esperado.

Abaixo alguns exemplos do efeito e eficiência da localização com um mesmo tipo de lâmpada.

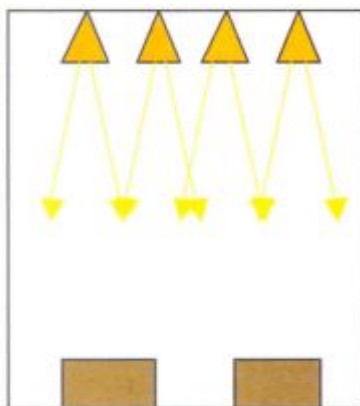


Figura 09 - Lâmpadas instaladas no teto com todo pé direito de raio luminoso
Fonte: Revista Lumier

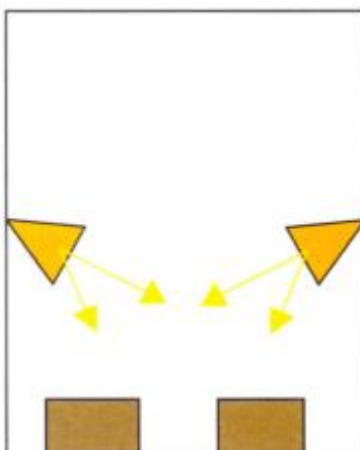


Figura 10 – Lâmpadas instaladas nas laterais da parede reduzindo o feixe luminoso ao ponto a ser iluminado
Fonte: Revista Lumier

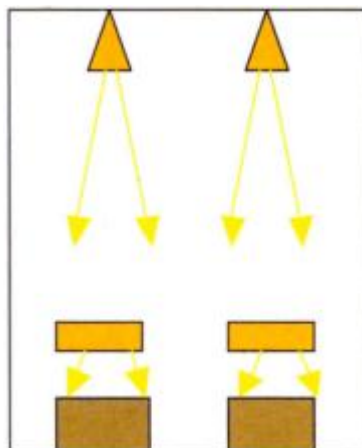


Figura 11 – Lâmpadas instaladas direcionadas ao ponto a ser iluminado geralmente presas por pendentes mais reforço com iluminação convencional no teto

Fonte: Revista Lumier

O sistema do galpão de estudo nesse projeto é o sistema da figura 8, onde as luminárias atuais estão instaladas todas no teto, sendo reposicionadas por lâmpadas LED. Atualmente o sistema utilizado em sua maioria é constituído por:

- 2 lâmpadas HO de 2400mm com potência de 110W cada.
- 1 Reator para as lâmpadas de 110W com potência estimada em 15% do consumo das lâmpadas 33W.
- Hoje o sistema tem potência média de 253W por conjunto de luminária.

O retrofit visa as seguintes vantagens:

- Reduzir os custos de manutenção, devido a vida útil do LED ser bem maior que as lâmpadas fluorescentes 7.500 horas para 40.000 horas LED.
- Reduzir o consumo de energia elétrica da fábrica.

Para tal, o sistema proposto para substituição ao atual utilizado terá a seguinte configuração:

- 2 lâmpadas LED de 2400mm com potência de 36W cada.
- O sistema passará a ter potência média de 72W por conjunto de luminária.

No entanto, foi preciso para apresentação ao grupo diretor um estudo de custos onde fez-se uma análise técnica e econômica, avaliando primeiramente o conteúdo técnico para os seguintes requisitos:

- Fator de Potência,
- THD (Distorção Harmônica Total);
- Fluxo Luminoso;
- Eficiência de cada lâmpada;
- IRC (Índice de Reprodução de Cor);
- Temperatura de Cor,
- Potência (W).

4.1 FATOR DE POTÊNCIA

Em circuitos de corrente alternada (CA) puramente resistivos, as ondas de tensão e de corrente elétrica estão em fase, ou seja, mudando a sua polaridade no mesmo instante em cada ciclo. Quando cargas reativas estão presentes, tais como capacitores ou condensadores e indutores, o armazenamento de energia nessas cargas resulta em uma diferença de fase entre as ondas de tensão e corrente. Uma vez que essa energia armazenada retorna para a fonte e não produz trabalho útil, um circuito com baixo fator de potência terá correntes elétricas maiores para realizar o mesmo trabalho do que um circuito com alto fator de potência.

4.2 THD – DISTORÇÃO HARMÔNICA TOTAL

Uma distorção de forma de onda é dita harmônica quando a deformação se apresenta de forma similar em cada ciclo da frequência fundamental. Neste caso, seu espectro contém apenas frequências múltiplas inteiras da fundamental. Esse tipo de deformação periódica geralmente é imposto pela relação não linear tensão e corrente característica de determinados componentes da rede, como por exemplo, transformadores e motores, cujos núcleos ferromagnéticos são sujeitos à saturação. Outra causa de não linearidades são as descontinuidades devido ao chaveamento

das correntes em conversores eletrônicos, pontes retificadoras e compensadores estáticos.

O grau com que harmônicas podem ser toleradas em um sistema de alimentação depende da suscetibilidade da carga (ou da fonte de potência). Os equipamentos menos sensíveis, geralmente, são os de aquecimento (carga resistiva), para os quais a forma de onda não é relevante. Os mais sensíveis são aqueles que, em seu projeto, assumem a existência de uma alimentação senoidal como, por exemplo, equipamentos de comunicação e processamento de dados. No entanto, mesmo para as cargas de baixa suscetibilidade, a presença de harmônicas podem ser prejudiciais, produzindo maiores esforços nos componentes e isolantes.

4.3 FLUXO LUMINOSO

É a potência de radiação total emitida por uma fonte de luz, ou é a potência de energia luminosa de uma fonte percebida pelo olho humano. O lúmen pode ser definido como o fluxo luminoso emitido segundo um ângulo sólido de um esterradiano, por uma fonte puntiforme de intensidade invariável em todas as direções e igual a 1 candela. As lâmpadas conforme seu tipo e potência apresentam fluxos luminosos diversos, na avaliação técnica econômica estudada temos:

- lâmpada incandescente de 100 W: 1000 lm;
- lâmpada fluorescente de 40 W: 1700 a 3250 lm;
- lâmpada vapor de mercúrio 250W: 12.700 lm;
- lâmpada multi-vapor metálico de 250W: 17.000 lm;
- lâmpada LED de 36 W: 2600 lm à 4140 lm.

4.4 EFICIÊNCIA DE CADA LÂMPADA

É a relação entre o fluxo luminoso emitido por uma lâmpada e a potência elétrica desta lâmpada, sendo as estudadas na avaliação técnica econômica:

- lâmpada incandescente de 100W: 10 lm/W,
- lâmpada fluorescente de 40 W: 42,5 lm/W a 81,5 lm/W;

- lâmpada vapor de mercúrio de 250W: 50 lm/W,
- lâmpada LED de 36 W: 76 lm/W a 115 lm/W.

4.5 IRC – INDICE DE REPRODUÇÃO DE COR

Um dos pontos mais importantes na decoração de um ambiente é a harmonia e combinação das cores, porém isto pode ser prejudicado se as lâmpadas escolhidas não forem adequadas. A reprodução de cores de uma lâmpada é medida por uma escala chamada IRC (Índice de Reprodução de Cores). Quanto mais próximo este índice for ao RC100 (dado à luz solar), mais fielmente as cores serão vistas na decoração. Isto ocorre porque, na verdade, o que enxergamos é o reflexo da luz que ilumina os objetos, já que no escuro não vemos as cores.

A luz é composta pelas sete cores do arco-íris e os pigmentos contidos nos objetos têm a capacidade de absorver determinadas cores e refletir outras. Portanto, a qualidade de reprodução das cores da lâmpada utilizada vai influir diretamente nas cores da decoração, alterando ou mantendo as cores escolhidas. Um exemplo claro disso é quando um objeto fica muito tempo exposto a iluminação de uma loja. Ao colocar esse mesmo objeto em outro ambiente com iluminação diferente, percebe-se a sensação de alterações de cores.

A capacidade das lâmpadas reproduzirem bem as cores (IRC) independe de sua temperatura de cor ($^{\circ}\text{K}$). Existem tipos de lâmpadas com três temperaturas de cor diferentes e o mesmo IRC. Em uma residência deve-se utilizar lâmpadas com boa reprodução de cores (IRC acima de 80), pois a cor é fundamental para o conforto e beleza do ambiente.

Existem aplicações em que a fidelidade de cores é fundamental, como por exemplo para escolas, consultórios odontológicos, clínicas de medicina em diversas áreas, laboratórios em que a correta interpretação da cor pode influenciar no resultado, salões de beleza e etc. Também existem lugares em que o índice de reprodução de cor pouco importa, como por exemplo em estacionamentos ou iluminação pública em que o motorista não precisa saber a cor correta da camisa do pedestre, e sim saber que tem um pedestre.

5 ANÁLISE TÉCNICA

Realizou-se uma pesquisa de mercado com as empresas citadas abaixo levantando em tabelas cada dado técnico dos conceitos já definidos. No mercado de fabricação de lâmpadas LEDs foi escolhido as marcas:

- Ambavi;
- Industrial Leds;
- Liteman; e
- Enesco

Para cada fabricante foi elaborado uma tabela com as informações abaixo para posterior análise da diretoria.

Tabela 01: Modelo de lâmpada e dados técnicos do fabricante Ambavi

	Potencia W	Driver	F.P.	THD	Fluxo Lum	Policarbonato	Eficiencia	IRC	Temperatura de cor	Angulo do Feixe Luminoso
BVHKI T8 36W-TRANSP-CE 2415mm	40	INTERNO OU EXTERNO*2 80~265VAC	0,98	<10%	3800lm	TRANSPARENTE	95 lm/W	73	6000K	120
BVHKI T8 36W-MILKY-CE 2415mm	40	INTERNO OU EXTERNO*2 80~265VAC	0,98	<10%	3200lm	LEITOSO	80 lm/W	73	6000K	120
BVHKI T8 36W-TRANSP-CE/RA 2415mm	36	INTERNO OU EXTERNO*2 80~265VAC	0,98	<10%	4140lm	TRANSPARENTE	115 lm/W	80	6000K	120
BVHKI T8 36W-MILKY-CE/RA 2415mm	36	INTERNO OU EXTERNO*2 80~265VAC	0,98	<10%	3420lm	LEITOSO	95 lm/W	80	6000K	120

Fonte: Catalogo do fornecedor Ambavi

Tabela 2: Modelo de lâmpada e dados técnicos do fabricante Industrial LED'S

	Potencia W	Driver	F.P.	THD	Fluxo Lum	Policarbonato	Eficiencia	IRC	Temperatura de cor	Angulo do Feixe Luminoso
BVHKI T8 36W-TRANSP-CE 2415mm	40	INTERNO OU EXTERNO*2 80~265VAC	0,98	<10%	3800lm	TRANSPARENTE	95 lm/W	73	6000K	120
BVHKI T8 36W-MILKY-CE 2415mm	40	INTERNO OU EXTERNO*2 80~265VAC	0,98	<10%	3200lm	LEITOSO	80 lm/W	73	6000K	120
BVHKI T8 36W-TRANSP-CE/RA 2415mm	36	INTERNO OU EXTERNO*2 80~265VAC	0,98	<10%	4140lm	TRANSPARENTE	115 lm/W	80	6000K	120
BVHKI T8 36W-MILKY-CE/RA 2415mm	36	INTERNO OU EXTERNO*2 80~265VAC	0,98	<10%	3420lm	LEITOSO	95 lm/W	80	6000K	120

Fonte: Catalogo do fornecedor Industrial Leds

Tabela 3: Modelo de lâmpada e dados técnicos do fabricante Industrial Liteman - Nortel

	Potencia W	Driver	F.P.	THD	Fluxo Lum	Policarbonato	Eficiencia	IRC	Temperatura de cor	Angulo do Feixe Luminoso
LIT T8 240 – 34 W	34	INTERNO 90~265VAC	0,92	38%	2600lm	LEITOSO, TRANSPARENTE	76 lm/W	80	6500k	150

Fonte: Catalogo do fornecedor Industrial Leds - Liteman - Nortel

Nas tabelas acima pode-se observar de forma comparativa o fator de potência, eficiência, temperatura de cor, feixe luminoso e potência de cada fabricante dos quatro analisados, o modelo que mais se enquadra nas características do projeto, focando na redução de consumo e eficiência luminosa, é o modelo BVHKI T8 36W-TRANSP-CE/RA 2415mm da Ambavi.

Comparando estes modelo com os outros modelos de sua fabricação e com os modelos dos outros fornecedores concluiu-se que o modelo - BVHKI T8 36W-TRANSP-CE/RA 2415mm da Ambavi - é o que mais atende as necessidades de eficiência energética e consumo.

6 ANÁLISE ECONÔMICA

Além da análise técnica foi realizado uma análise econômica para expor à diretoria os custos envolvidos na aquisição das lâmpadas de cada fabricante selecionado e chegando as informações abaixo:

Tabela 4: Custo de cada fabricante estudado e modelos de lâmpadas

	Fabricante	Valor
BVHKI T8 36W-TRANSP-CE 2415mm	AMBAVI	R\$ 220,00
BVHKI T8 36W-MILKY-CE 2415mm	AMBAVI	R\$ 220,00
BVHKI T8 36W-TRANSP-CE/RA 2415mm	AMBAVI	R\$ 280,00
BVHKI T8 36W-MILKY-CE/RA 2415mm	AMBAVI	R\$ 280,00
ENE TB 2400-CW-L120-ND-85-220VAC-3Y	ENESCO	R\$ 374,85
TUBULAR LED HO 2400mm	INDUSTRIAL LEDS	R\$ 285,00
LIT T8 240 – 34 W	LITEMAN (NORTEL)	R\$ 254,89

Fonte: Catalogo técnico e catalogo de preços dos fornecedores

O Fabricante Ambavi teve o melhor preço com dois modelos de lâmpadas, ficando o fabricante Enesco com o valor mais oneroso para o retrofit, sendo descartado os demais, não somente pelo custo pois na análise técnica o fabricante Ambavi também mostrou entre os itens avaliados uma eficiência energética mais aplicada ao projeto e às necessidades do galpão.

Com isso fez-se necessário filtrar as informações técnicas com as econômicas chegando a melhor proposta para o retrofit. Na tabela 5 fica evidente a escolha do fabricante Ambavi.

Tabela 5: Relação custo benefício dos fabricantes de lâmpadas leds estudados

	Fabricante	Potencia W	Driver	F.P.	THD	Fluxo Lum	Policarbonato	Eficiencia	IRC	Temperatura de cor	Angulo do Feixe Luminoso	Valor
BVHKI T8 36W-TRANSP-CE 2415mm	AMBAVI	40	INTERNO OU EXTERNO*2 80~265VAC	0,98	<10%	3800lm	TRANSPARENTE	95lm/W	73	6000K	120	R\$ 220,00
BVHKI T8 36W-MILKY-CE 2415mm	AMBAVI	40	INTERNO OU EXTERNO*2 80~265VAC	0,98	<10%	3200lm	LEITOSO	80lm/W	73	6000K	120	R\$ 220,00
BVHKI T8 36W-TRANSP-CE/RA 2415mm	AMBAVI	36	INTERNO OU EXTERNO*2 80~265VAC	0,98	<10%	4140lm	TRANSPARENTE	115lm/W	80	6000K	120	R\$ 280,00
BVHKI T8 36W-MILKY-CE/RA 2415mm	AMBAVI	36	INTERNO OU EXTERNO*2 80~265VAC	0,98	<10%	3420lm	LEITOSO	95lm/W	80	6000K	120	R\$ 280,00
ENE TB 2400-CW-L120-ND-85-220VAC-3Y	ENESCO	37	FONTE AC 85-265V 50/60HZ EMBUTIDA	0,92	<14%	3400lm	LEITOSO, RAIADA e TRANSPARENTE	92lm/w	75	6000K	120	R\$ 374,85
TUBULAR LED HO 2400mm	INDUSTRIAL LEDS	38	INTERNO 220~265VAC	0,90		3400lm	TRANSPARENTE	89,5lm/W		6000K	120	R\$ 285,00
LIT T8 240 – 34 W	LITEMAN (NORTEL)	34	INTERNO 90~265VAC	0,92	38%	2600lm	LEITOSO, TRANSPARENTE	76lm/W	80	6500k	150	R\$ 254,89

Fonte: Catálogo técnico e de preços dos fornecedores

O fornecedor Ambavi superou seus concorrentes tanto nos requisitos técnicos avaliados quanto nos requisitos econômicos, com seu modelo BVHKI T8 36W-TRANSP-CE 2415mm e BVHKI T836W-MILK-CE2415mm, oferecendo uma potência útil de 40 W, fator de potência de 0,98, fluxo luminoso de 3800 lm, eficiência de 95 lm/W, índice de reprodução de cor de 73, temperatura da cor de 6000 K, ângulo de feixe de 120 e valor de R\$ 220,00 por lâmpada. No entanto o modelo BVHKI T836W-TRANSP-CE/RA 2415mm potência útil de 36 W, fator de potência de 0,98, fluxo luminoso de 4140 lm, eficiência de 115 lm/W, índice de reprodução de cor de 80, temperatura da cor de 6000 K, ângulo de feixe de 120 e valor de R\$ 280,00 por lâmpada, embora com custo um pouco mais elevado que o modelo 36W-TRANSP-CE 40 W foi o que mais atraiu a atenção da diretoria já que os galpões do processo onde será feito o retrofit precisa de uma iluminação eficiente.

Desta forma a direção aprovou o retrofit e optou pelo modelo BVHKI T836W-TRANSP-CE/RA 2415mm potência útil de 36 W onde iniciou o processo de aquisição das lâmpadas e o planejamento para a substituição.

7 RESULTADOS OBTIDOS

Ao analisar a carga instalada nos galpões da empresa em estudo, antes da execução do retrofit aprovado pela empresa e que contém em sua totalidade também uma parcela com lâmpadas de descarga, concluiu-se que a média de consumo mensal de energia elétrica da empresa nos últimos 3 meses fica na faixa de R\$ 30.000,00. Na figura abaixo é possível ver o reflexo do alto custo .

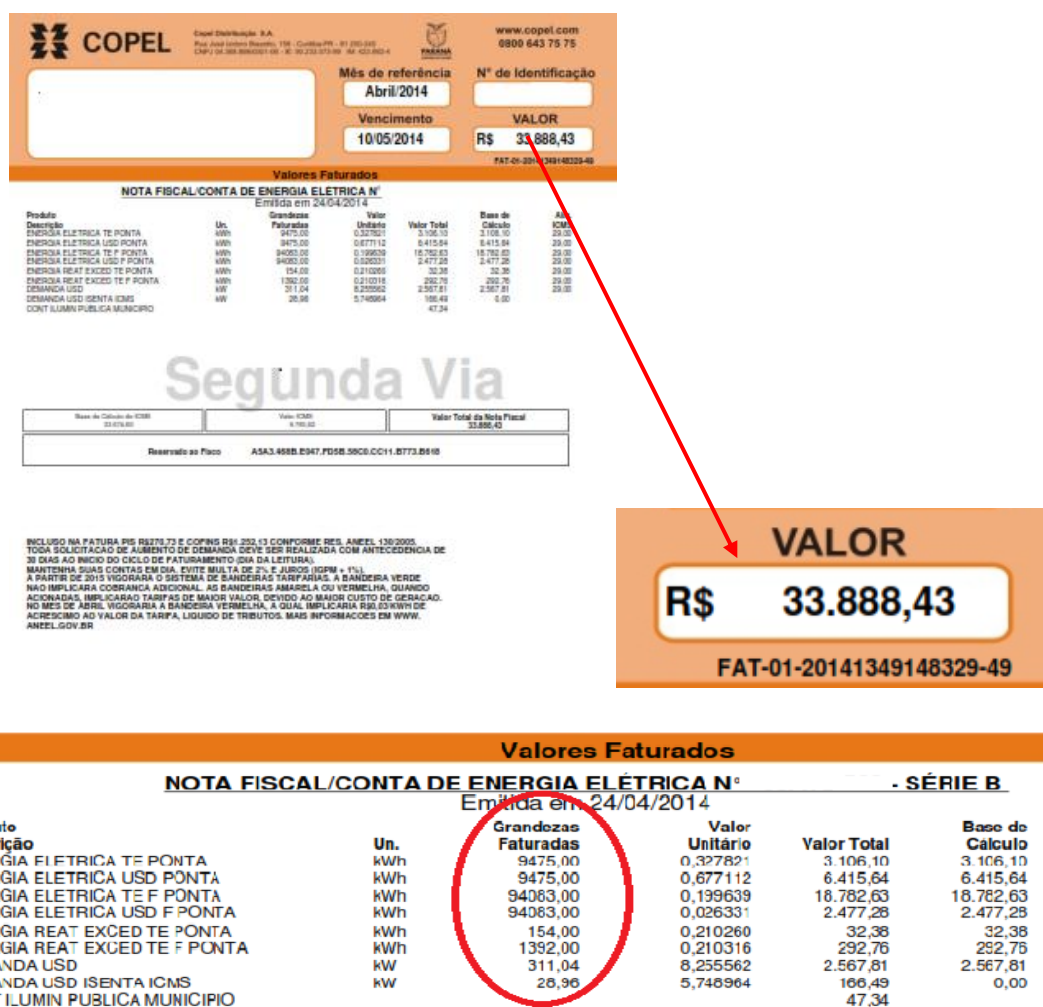


Figura 12 – Detalhes do consumo antes da substituição das lâmpadas fluorescente por lâmpadas led.

Fonte: Copel Distribuição S/A

Fica evidente o alto custo com energia elétrica no grupo, porém os resultados do retrofit com a substituição das lâmpadas podem gerar um impacto positivo no custo final com energia elétrica, pois atualmente a carga instalada somente com lâmpadas fluorescente HO fica em torno de 100kW, ou seja 20% do consumo. Na tabela 6 pode ser visto um detalhamento dos locais onde serão feitas as substituições das lâmpadas.

Tabela 6: Detalhamento dos locais onde será feito a substituição e a carga instalada em cada local

Local	Conjunto Luminaria 2x110w	Conjunto luminaria 1x110w	POTENCIA
SALA DE BATERIAS	12	0	2640
PLATAFORMA CDE	18	9	4950
ARMAZEM C	62	0	13640
ARMAZEM B	20	37	8470
ARMAZEM A	18	34	7700
ARMAZEM F	30	38	10780
PLATAFORMA ARM F	20	8	5280
ARMAZEM E	101	0	22220
ARMAZEM D	116	0	25520
			0
Potencia total em Watts			101200

Fonte: Empresa estudada no projeto

Nesses mesmos locais, avaliando ponto a ponto, porém agora instaladas as lâmpadas LED escolhidas a carga instalada ficará em torno de 33kW uma redução de aproximadamente de 67% na carga instalada, mantendo a mesma demanda de consumo em horas produtivas, pois a carga instalada também refletirá em uma redução no consumo final, considerando que com as lâmpadas fluorescentes HO contribuam em 20% do valor da fatura e com as instalações das lâmpadas LED a carga instalada diminua em 67 %, com uma regra simples de proporcionalidade o retrofit reduzirá a fatura final de R\$ 6.777,70 figura 12, para aproximadamente R\$ 2.237,00, essa é uma comparação superficial, pois o resultado final da fatura depende de vários fatores energéticos e contratuais como demanda contratada, demanda de pico e fator de potência final da instalação.

Com uma análise dos resultados econômicos mais especificamente a longo prazo, o investimento se paga em aproximadamente 1 ano e 3 meses, pois o custo

de cada lâmpada de LED é de aproximadamente R\$ 280,00 com um total de redução da proposta no sistema LED do atual 126,5W para 36W, proporcionando uma redução de 90,5W/H por lâmpada, o que significa uma redução de 793 KW ano. O projeto prevê uma economia no valor de R\$ 222,04 por lâmpada/ano considerando o kWh a R\$ 0,28. A figura 13 mostra o exemplo de uma das lâmpadas adquiridas para essa substituição.

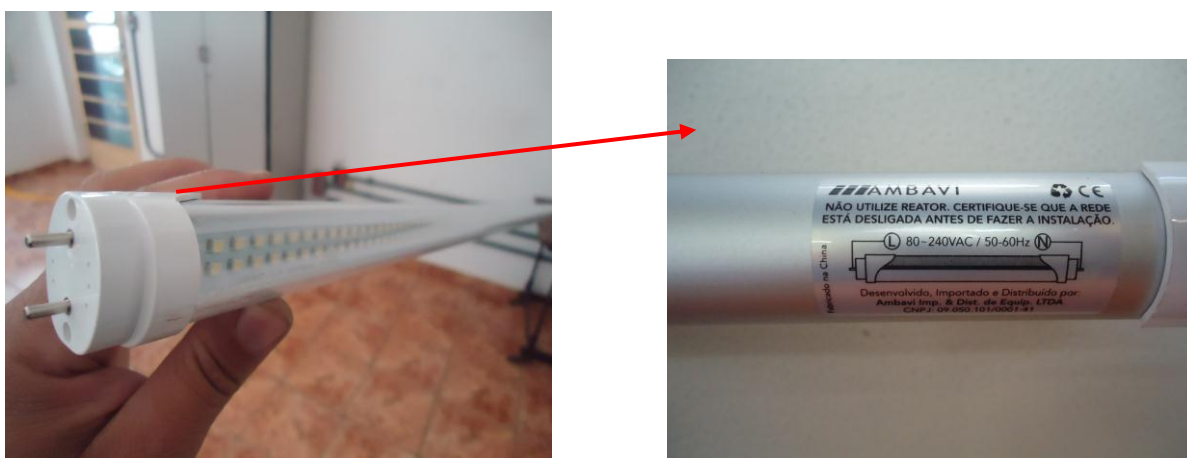


Figura 13: Lâmpada LED da marca Ambavi
Fonte: Empresa estudada do norte do Paraná

O retrofit do primeiro galpão da empresa com 100 unidades de lâmpadas LED obteve-se um efeito luminoso satisfatório para as atividades, atendendo ao processo produtivo referente a precisão e visibilidade necessária. Nota-se que o efeito gerado pelas lâmpadas LED foram superiores aos das lâmpadas fluorescentes HO. A figura 14 mostra uma imagem das lâmpadas LED já instaladas.



Figura 14: Lâmpadas LED já instaladas e energizadas no primeiro galpão do grupo
Fonte: Empresa estudada no norte do Paraná

Os resultado final das quantidades adquiridas nos mesmos locais definidos na tabela 06, foram um total de 397 conjuntos de luminárias de 2 lâmpadas de 36 W e 126 luminárias de 1 lâmpada de 36 W, com um total de 523 luminárias LED adquiridas. Na tabela 07 é demonstrado detalhadamente o planejamento que baseou a quantidade para a aquisição das lâmpadas conforme locais já definidos.

Tabela 07: resumo da quantidade de lâmpadas LED adquiridas e locais de instalação com potência

Local	Conjunto Luminaria 2x36w	Conjunto luminaria 1x36w	POTENCIA
SALA DE BATERIAS	12	0	864
PLATAFORMA CDE	18	9	1620
ARMAZEM C	62	0	4464
ARMAZEM B	20	37	2772
AMAZEM A	18	34	2520
ARMAZEM F	30	38	3528
PLATAFORMA ARM F	20	8	1728
ARMAZEM E	101	0	7272
ARMAZEM D	116	0	8352
			0
Potencia total em Watts			33120

Fonte: Empresa estudada no projeto

8 CONCLUSÃO

Vimos que a iluminação é um elemento importante no dia a dia social e principalmente na indústria. Projetos e instalações não contemplam de maneira eficiente a relação custo benefício aliado à eficiência energética aproveitando as tecnologias e produtos hoje disponíveis no mercado. Nesse sentido foi evidenciado nesse retrofit que a iluminação LED é uma alternativa de solução energética para indústria que cada vez mais acelera ações de redução de custos, atendimento as legislações e sustentabilidade. A substituição das lâmpadas convencionais nos galpões da empresa estudada localizada no norte do Paraná é um grande exemplo disso, pois além de reduzir o custo na fatura de energia em quase R\$ 2.000,00 mês, contribuirá com o meio ambiente, com a proposta no sistema LED do atual 126,5W com lâmpadas tipo HO para 36W com LED, estamos falando numa redução de 90,5W/H por lâmpada, o que significa uma redução de 793 kW ano. Ainda não é possível evidenciar o impacto de imediato pois estão sendo instaladas lâmpadas nos demais galpões interligados à medição de consumo, isso devido ao planejamento de substituição que não pode impactar no processo produtivo a troca acontece gradativamente. Estima-se que em mais 8 meses, ou seja, em meados de 2015 todos os galpões estarão com a tecnologia LED, onde poder-se à se mensurar mais precisamente os resultados finais que, estatisticamente, já são muito interessantes.

O retrofit aprovado pela empresa chegará em R\$ 200.000,00 na aquisição das lâmpadas, estima-se que o retorno financeiro após feita toda instalação, se dará em 1 ano e 3 meses.

BIBLIOGRAFIA

PHILIPS. Cálculo através do método dos lúmens. São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.luz.philips.com/latam/archives/metodo_lumens.htm>. Acesso em: Maio de 2014.

FREITAS, L. A era dos LEDs. Artigo publicado na Revista Lumière Electric - Instalações e materiais elétricos, edição 143, p. 72 a 79, março de 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ILUMINAÇÃO. (ABILUX, 2014) – São Paulo, 2014. Disponível em: <http://www.abilux.com.br/> Acesso em: Maio de 2014.

OSRAM. Catálogo Geral 2013/2014. São Paulo, 2014. Disponível em <http://www.osram.com.br> Acesso em: Maio de 2014.

OSRAM. Catálogo Geral 2013/2014. São Paulo, 2014. Disponível em <http://www.osram.com.br> Acesso em: Maio de 2014.

REVISTA LUMIERE. Iluminação industrial alternativa para melhorar sua eficiência energética e facilitar manutenção - Julian Villelia Padilha, publicada em maio 2012.

PADILHA, JULIAN VILLELIA. Como elaborar projetos de iluminação industrial visando à redução de consumo de eletricidade. Disponível em <http://www.osetoeletrico.com.br/>Acesso em: Maio de 2014.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE ENERGIA ELÉTRICA 2013. Disponível em <http://www.epe.gov.br/>Acesso em: Maio de 2014.

AMBAVI. Catálogo Geral 2014. Curitiba 2014 Disponível em <http://www.ambavi.com.br>. Acesso em: Maio de 2014.

CAPOZOLI, Rosangela. Redução de consumo é prioridade na indústria. Disponível em <http://www.akatu.org.br/>. Acesso em: Maio de 2014.