

Eixo Temático: Inovação e Sustentabilidade

**A ILUMINAÇÃO NATURAL COMO FATOR DE DESEMPENHO EM
AMBIENTES INDUSTRIAIS**

**NATURAL LIGHTING AS A FACTOR IN PERFORMANCE
INDUSTRIAL ENVIRONMENTS**

Eliane Garlet, Lucas Almeida dos Santos, Larissa Desconzi Perufo, Luciana Figuera
Marzall e Leoni Pentiado Godoy

RESUMO

A busca por novas alternativas que maximize seu desempenho no mercado econômico têm levado muitas empresas a investirem altos valores em produtos tecnológicos que lhes permitam reduzir custos, aumentar sua lucratividade e garantir cada vez mais o eficaz desempenho de seus colaboradores nos processos produtivos. O presente artigo de caráter exploratório, o qual fará uso de levantamento bibliográfico baseado na literatura pertinente para estruturar o tema proposto, caracteriza-se também como um estudo de caso realizado numa empresa de grande porte do setor metal mecânico, tem como objetivo a implementação de um sistema de iluminação natural, integrado ao sistema de iluminação artificial em suas instalações industriais, especificamente no Pavilhão A. Como principais resultados, foi possível verificar as vantagens que uma iluminação adequada pode oferecer, melhorando a produtividade de seus colaboradores, além da redução de custos operacionais da empresa ao usar de forma sustentável a iluminação natural atrelada à iluminação artificial, reduzindo também, futuros problemas de saúde dos funcionários.

Palavras-chave: tecnologias, iluminação, benefícios, redução de custos, ambientes industriais.

ABSTRACT

The search for new alternatives that maximize your performance in the economic market have led many companies to invest in high value technology products that enable them to reduce costs, increase profitability and make increasingly effective performance of its employees in production processes. This exploratory paper, which will use a literature based on relevant literature to structure the proposed theme, also characterized as a case study in a large company mechanic metal sector, aims to implement a system of natural

lighting, integrated with artificial lighting system in their plants, specifically in Hall A. the main results, we could verify the advantages that can provide adequate lighting, improving the productivity of their employees, in addition to reducing costs operating company to sustainably use the artificial lighting linked to natural lighting as well as reducing future health problems of employees.

Keywords: technologies, lighting, benefits, cost reduction, industrial environments.

1. INTRODUÇÃO

No mercado competitivo as empresas procuram opções para permanecer inseridas no mesmo, para isso, muitas delas investem em novas tecnologias dentro de suas instalações industriais, garantindo qualidade nos produtos, reduzindo acidentes de trabalho, além de reduzir custos.

Ao longo da história, o homem sempre planejou e construiu seus ambientes de atividades, moradia, produção, lazer ou repouso, de modo que pudessem favorecer suas necessidades vivenciais e sociais, influenciando as pessoas e seu comportamento dentro das organizações, através de Okamoto (2002).

Atualmente, a maioria da população passa em média 80 a 90% do seu tempo dentro de edifícios, desta forma, é necessário ter condições adequadas visuais. Reitera-se que ambiente visual, interior adequado é aquele que assegura ao trabalhador conforto visual e a execução de diferentes tarefas visuais, assegurando que estes possam desempenhar suas atividades e melhorar seu estado de alerta e bem estar. Neste contexto, as recomendações e normas de iluminação devem ser baseadas não apenas nas necessidades físicas dos trabalhadores, mas também nas necessidades biológicas dos mesmos, (CASTANHEIRA, 2012).

Num ambiente de trabalho, uma boa iluminação precisa seguir uma gama de regras para satisfazer as necessidades visuais, como o nível de iluminação, uniformidade, ofuscamento entre outros, além, de acordo com os últimos estudos, de atingir diversos parâmetros para a manutenção da saúde dos trabalhadores e assim, a elevação do nível de desempenho (KOVALECHEN, 2012).

O ambiente térmico pode ser definido como o conjunto das variáveis térmicas que influenciam o organismo do trabalhador, sendo um fator que interfere de forma direta ou indireta, na saúde e bem estar do mesmo e na realização das tarefas que lhe estão atribuídas (LOPES, 2007).

Diante do exposto, apresenta-se o presente artigo como um estudo de caso, realizado numa empresa de grande porte atuante no ramo setor metal mecânico localizada na região Noroeste do Rio Grande do Sul, tendo como objetivo geral, a implementação de um sistema de iluminação artificial, bem como o reaproveitamento da iluminação natural.

Assim, justifica-se a presente pesquisa devido às organizações procurarem meios para reduzir gastos e conseqüentemente melhorar o desempenho produtivo de seus colaboradores, uma vez que o uso de novos métodos, como a utilização de iluminação artificial trás um maior conforto térmico e luminosidade, gerando desta forma, maior produtividade e satisfação dos colaboradores no ambiente de trabalho.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Com o objetivo de identificar as questões relativas ao tema do estudo, o referencial teórico torna-se importante para o delineamento e encaminhamento do trabalho.

2.1. Sistemas de iluminação natural e artificial

O projeto de iluminação natural deve ser planejado sob o aspecto da sustentabilidade e estudado na concepção do empreendimento, minimizando custos e gastos com recursos, criando ambientes mais humanos, sustentáveis e de desempenho econômico. A iluminação natural e a radiação solar constituem aspectos para o conforto ambiental no interior dos edifícios. O papel da iluminação natural é proporcionar ambiente visual adequado (OLIVEIRA *et al* 2009).

De acordo com Van Bommel (2010), o mesmo pesquisou as lâmpadas fluorescentes compactas (LFC) e lâmpadas LED, que substituirão as lâmpadas incandescentes, para elucidar se estas lâmpadas podem alterar os ritmos naturais e o metabolismo hormonal do corpo humano, e também se produzem conseqüências negativas à saúde, por conterem um significativo componente azul em seu espectro. Uma maneira para reduzir o consumo de energia elétrica é melhorar a eficiência de alguns produtos amplamente utilizados no dia-a-dia, como por exemplo, as lâmpadas (VALENTIM; FERREIRA e COLETTI, 2010).

O uso de lâmpadas com tecnologia avançada, reatores, luminárias e tecnologias *light pipe* pode reduzir significativamente o consumo de energia e os gastos com manutenção associados à iluminação de instalações industriais. Além de sua maior durabilidade, os novos sistemas de iluminação proporcionam redução de calor nas áreas internas, resultando em menor carga

de refrigeração, melhoria da segurança pela eliminação de fiação elétrica, possibilidade de utilização de outras fontes de luz não convencionais mais eficientes, mais específicas e esteticamente agradáveis, além de instalações e custos de manutenção reduzidos (CNI, 2013).

2.2. A iluminação em ambientes produtivos

A iluminação num ambiente produtivo deve ser distribuída uniformemente pelo ambiente, evitando ofuscamentos, sombras, cantos escuros, reflexos fortes e contrastes excessivos. Deve incidir numa direção que não prejudique os movimentos nem a visão dos colaboradores, proporcionando a visualização de forma que as atividades sejam realizadas sem comprometer as atividades desempenhadas pelos usuários.

De acordo com Van Bommel (2011), os níveis de iluminação em interiores sem a contribuição de luz natural estão entre 100 e 500 lux apenas e são geralmente determinados pelas normas. Em muitos casos, a luz natural adentra o ambiente produtivo por pelo menos algumas horas no dia, aumentando os níveis de iluminação substancialmente. Nesse sentido, outra diferença entre a iluminação natural e a artificial é a dinâmica na intensidade luminosa e na temperatura de cor que a luz natural apresenta. De maneira geral, aceita-se que estas alterações da iluminação natural tenha uma influência positiva no humor e estimulação, além de existirem evidências que indicam que estas influências positivas podem ser duplicadas com iluminação artificial dinâmica.

Atualmente as pessoas permanecem a maior parte do tempo em ambientes iluminados pela luz natural, porém, a iluminação predominante é a artificial. Na concepção de Filho e Regis (2004), a visão é responsável por 75% da informação sensorial percebida do cérebro, portanto quando a iluminação não é adequada para um determinado ambiente esta pode causar danos graves aos trabalhadores inclusive acidentes.

Segundo Manav (2007), a presença de condições de conforto visual e psicológico assegura o bem-estar e aumenta a motivação do indivíduo, o que conduz a um maior desempenho e incremento na produtividade. Dessa forma a iluminação deve ser adequada conforme a tarefa a ser executada, ou seja, na quantidade e qualidade apropriada, proporcionando ao colaborador um melhor conforto visual (PAIS, 2011).

Uma iluminação adequada é imprescindível em um ambiente de trabalho, caso contrário, pode comprometer a segurança do colaborador, e acarretar em tensões psíquicas e fisiológicas, resultando em problemas de concentração na execução do trabalho, nervosismo, dores de cabeça, fadiga (LAMBERTS; PERREIRA e DUTRA, 1997). Uma vez que a Consolidação

das Leis do Trabalho (CLT), no Capítulo V onde menciona sobre a Segurança e Medicina do Trabalho, Seção VII, art. 175, cita que “em todos os locais de trabalho deverá haver iluminação adequada, natural ou artificial, apropriada à natureza da atividade” (SANTOS; LETA e VELLOSO, 2005).

Nesse sentido, a iluminância média recomendada para um ambiente de trabalho depende de vários fatores, das quais se pode citar: velocidade, precisão e tipo de atividade que é realizada neste ambiente, impacta também a idade do colaborador que desenvolve suas atividades nesta área e regulamentações específicas exigidas para tal ambiente (FILHO et al, 2004).

Outro item bastante relevante é quanto ao conforto térmico advindo de um ambiente bem iluminado, onde Ruas (1999) elucida que deve ser entendido como o sentimento de bem estar manifestado pelas pessoas, considerando fatores como temperatura do ambiente, umidade relativa, velocidade relativa do ar, bem como, o tipo de atividade que se desenvolve no ambiente, com vestimentas e equipamentos individuais necessários.

Acredita-se que, as pessoas podem se adaptar ao ambiente térmico e as condições de conforto variam conforme o clima exterior no local. Os padrões internacionais de conforto térmico se baseiam praticamente nas análises teóricas de calor humano e de dados obtidos em ambiente climatizados (OROSA; OLIVEIRA, 2011).

As condições de trabalho devem ser adaptadas de acordo com as características psicofisiológicas dos colaboradores, que proporcionem o máximo de conforto, segurança e desempenho de suas atividades (KUHN, OLIVEIRA, TAKEDA, 2010).

A Figura 1 mostra os efeitos da variação de temperatura no desempenho dos colaboradores, pelos estudos desenvolvidos pelos autores (Kroemer e Grandjean, 2005), demonstrando a importância que os ambientes produtivos devem dar atenção pelos efeitos danosos tanto físicos e psíquicos.

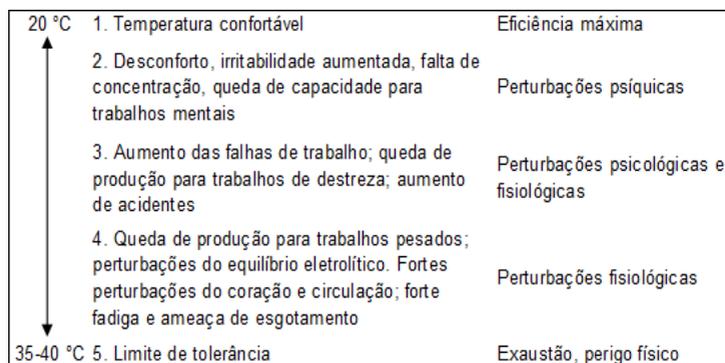


Figura 1: Efeitos dos desvios de temperatura de trabalho confortável
 Fonte: Kroemer e Grandjean, 2005.

Tanto o trabalho sujeito à altas temperaturas, quanto à baixas temperaturas tem consequências e impactam de uma ou outra forma no rendimento dos colaboradores. Para se ter uma condição de conforto térmico é necessário que se tenha equilíbrio térmico, onde a quantidade de calor que o organismo recebe deve ser igual à quantidade de calor liberado para o meio externo.

3. METODOLOGIA

A presente pesquisa foi realizada numa empresa de grande porte da região Noroeste do Rio Grande do Sul, atuante do setor metal mecânico, onde se caracteriza como um estudo de caso, uma vez que os pesquisadores coletaram as informações pertinentes, em uma instalação industrial de grande porte, onde foram realizadas análises diante do objetivo proposto do estudo (CAUCHICK, 2012). Este ainda se apresenta como exploratório, pois primeiramente foi necessário entender todo o projeto de instalação, fazendo uma pesquisa bibliográfica e reuniões com as pessoas envolvidas no processo, a fim de poder analisar e posteriormente descrever os benefícios.

Por fim, o estudo realizado apresenta-se como qualitativo, pois, a coleta dos dados foi em ambiente real, tornando possível a descrição das atividades bem como os resultados alcançados com o uso das tecnologias, onde a pesquisa qualitativa, na concepção de Cauchick (2012), é definida por obter informações sobre a perspectiva dos indivíduos, bem como interpretar o ambiente em que a problemática acontece. Como forma de complementaridade, utilizou-se de técnicas de observação e descrição do ambiente pesquisado, a fim de que todos os acontecimentos pudessem ser inclusos no presente estudo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme proposto, apresentar-se-á a implantação de um sistema de iluminação artificial, além do reaproveitamento da iluminação natural, como forma de melhorar o desempenho dos colaboradores, oferecendo melhores condições de trabalho num ambiente apropriado para desenvolvimento de suas atividades.

Nesse sentido, no que tange a questão do conforto térmico, que a empresa procura para melhorar as condições de trabalho dos colaboradores, a mesma optou, alternativamente, em utilizar um conceito diferenciado na engenharia civil do prédio, utilizando novos métodos de construção, a fim de permitir trocas naturais de ar no ambiente produtivo.

Para isso, a empresa buscou novas alternativas de telhas, onde primeiramente foi feito um comparativo entre os vários tipos que poderiam ser

utilizadas e melhor se adaptassem a realidade esperada. Após as análises feitas foi escolhida a telha zenital prismática Medabil, pois apresentou melhores benefícios perante os interesses da empresa. Desta forma, foram utilizadas telhas zenitais em 5% da área coberta, para que não houvesse impactos no conforto térmico interno do pavilhão, uma vez que as telhas zenitais permitem a incidência da luz natural no ambiente produtivo.

Quanto ao aquecimento do ar, foi utilizado um sistema de ventilação/exaustão natural, o qual garante um total de seis trocas de ar por hora, naturalmente, em uma área de 7.500 m², ou seja, a cada 10 minutos, todo o ar que está dentro do pavilhão se renova. Nessa renovação, o ar que está do lado de dentro do pavilhão, que se encontra mais aquecido, saturado e com impurezas é substituído pelo ar de fora do pavilhão. Isso faz com que a sensação térmica no local permaneça agradável, fato que se comprova pelas medições de temperatura efetuadas em outros pavilhões da mesma empresa, tendo em vista que a temperatura do pavilhão em estudo é inferior às temperaturas nos outros pavilhões considerando um mesmo momento.

Assim, a empresa buscou uma solução para nivelar e controlar o uso da energia artificial dentro do ambiente produtivo. Para isto, foram analisadas três opções de iluminação artificial, conforme consta no Quadro 1.

OPÇÕES DE ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL ANALISADOS	
Opção 1 - Alta Pressão Vapor metálico Iluminação sem controle automatizado.	
Opção 2 - Alta Pressão Vapor metálico de iluminação com controle automatizado.	
Opção 3 - Iluminação fluorescente com controle automatizado.	

Quadro 1: Opções de iluminação artificial.

Fonte: Empresa pesquisada.

Para que o projeto fosse implementado, fez-se necessário um investimento nessa nova tecnologia, sendo mensurados os custos versus benefícios para cada opção escolhida, apresentado no Quadro 2.

INVESTIMENTO INICIAL			
Descrição	OPÇÕES		
	1	2	3
Instalação	R\$ 66.465,00	R\$ 66.465,00	R\$ 183.867,00
Controle Automatizado	R\$ -	R\$ 15.000,00	R\$ 9.000,00
Clarabóias	R\$ 108.590,24	R\$ 108.590,24	R\$ 108.590,24
Cabos Adicionais	R\$ -	R\$ 5.000,00	R\$ 5.000,00
Trabalho Adicional	R\$ -	R\$ 5.000,00	R\$ 5.000,00
Total	R\$ 175.055,24	R\$ 200.055,24	R\$ 311.457,24
CUSTO OPERACIONAL			
Descrição	OPÇÕES		
	1	2	3
Substituição da Iluminação R\$/mês	R\$ 345,45	R\$ 164,09	R\$ 816,51
Consumo de Energia Elétrica R\$/mês	R\$ 5.998,18	R\$ 2.368,68	R\$ 2.009,04
Consumo de Energia Elétrica KWH/mês	23.952,72	10.554,72	8.036,16
Emissões m TCO 2 / mês	0,51	0,22	0,17
Descartes de Lâmpadas R\$/mês	R\$ 2,05	R\$ 0,97	R\$ 11,20
Total	6.335,68	2.803,64	2.836,75

Quadro 2: Investimento e Custo operacional do projeto
Fonte: empresa pesquisada.

Assim, como forma de verificar a viabilidade do projeto, foi realizada, levando em conta o investimento feito e os custos operacionais, uma análise econômica, comparando a opção 1, que apresentou maior custo operacional com as opções 2 e 3, que tiveram custos operacionais significativamente reduzidos, conforme destacado no Quadro 3.

ANÁLISE ECONÔMICA				
Descrição	Unidade	OPÇÕES		
		1	2	3
Economia (relação a opção 1)	Kwh/mês		13.398,00	15.916,56
Economia (relação a opção 1)	m TCO 2 / mês		0,29	0,34
Economia (relação a opção 1)	R\$/mês		3.531,94	3.498,93
Payback simples (investimento adicional)	Mês		7,08	38,99
Payback simples (investimento total)	Ano		4,72	7,42

Quadro 3 - Análise econômica do projeto.
Fonte: empresa pesquisada.

Analisando os dados, viavelmente a opção 2 é a que proporcionou maiores benefícios em termos de economia e vantagens perante as demais opções estudadas, composta por lâmpadas de alta pressão com vapor metálico e controle automatizado, conforme Quadro 1, sendo então escolhido pela empresa como o projeto mais viável para implantação.

Após escolha e viabilidade do projeto, foi utilizado, para fazer medições da iluminância dentro do ambiente, o controlador meteorológico, que se trata de um sistema que compara os dados que foram determinados como padrão no equipamento e faz uma espécie de cálculo para encontrar a luminância que falta no ambiente e aciona o circuito de energia elétrica da rede, para que ocorra uma compensação de luz. Para que isso seja possível, um controlador lógico programável (CLP) de porte médio coordena essa dinâmica, onde é programado para garantir que dentro do ambiente possa ter uma quantidade específica de luz que atenda as condições perfeitas para o desenvolvimento das atividades.

O nível de iluminância adequada para o pavilhão analisado varia de 250 a 1000 lux. Na Figura 2 pode-se observar uma medição realizada no pavilhão industrial, onde se tem uma iluminância projetada com uma média diária de cada mês no período de um ano.

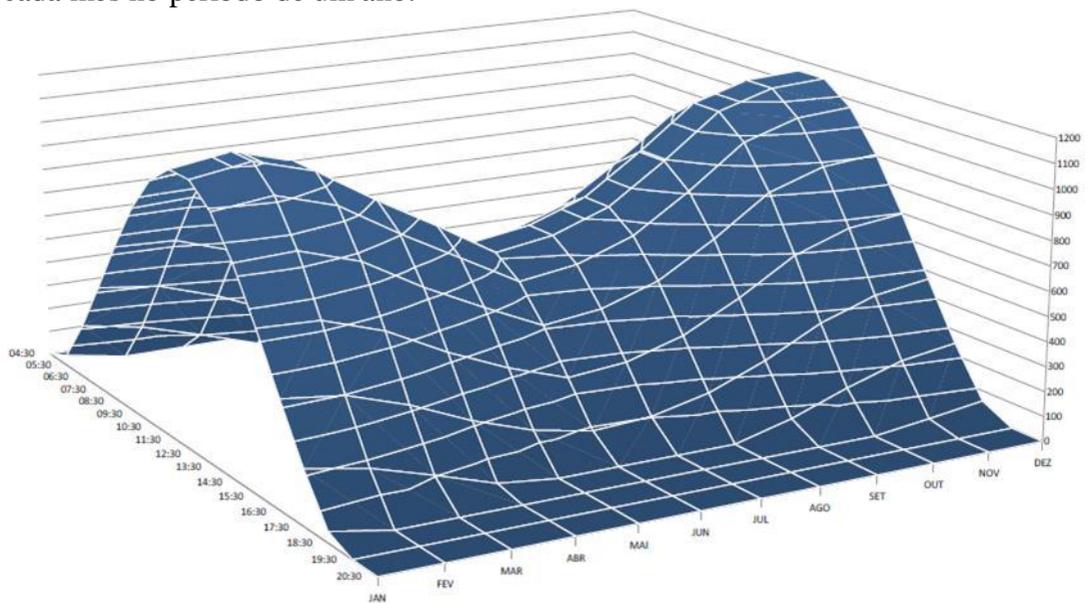


Figura 2 - Iluminância projetada média diária de cada mês

Fonte: empresa pesquisada.

Analisando a Figura 2, observa-se que foi considerada a intensidade da iluminação natural que está adentrando no ambiente, em diferentes períodos do dia, com medições realizadas de hora em hora, com base na variação dos meses, onde a contribuição solar muda de acordo com as condições climáticas e com a estação do ano.

A partir destes dados, foi considerada a intensidade da iluminação natural que está adentrando no ambiente, em diferentes períodos do dia, com medições realizadas de hora em hora, com base na variação dos meses, onde a

contribuição solar muda de acordo com as condições climáticas e com a estação do ano. Para efeito de projeto, foi considerando uma curva média diária, conforme Figura 3.

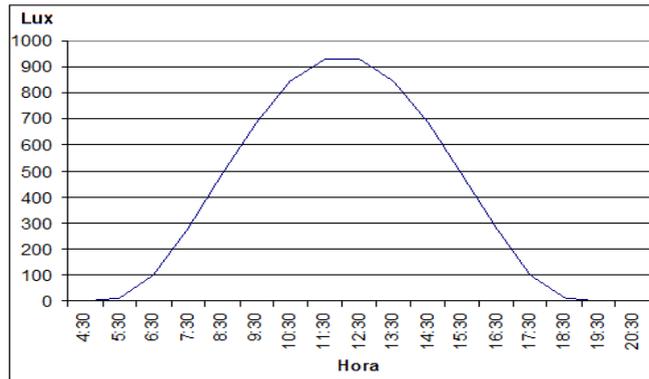


Figura 3: Média diária de iluminação natural
Fonte: Empresa pesquisada.

Para controlar a intensidade de luminosidade no Pavilhão A, faz-se uso do controlador meteorológico, que faz a avaliação da iluminância natural que está incidindo no ambiente e comanda o acionamento de lâmpadas através do CLP. Esse sistema chamado CLP, é responsável por comandar através do painel de distribuição redes distintas de lâmpadas, conforme a necessidade de cada período. Desta forma, quando necessário, o mesmo aciona apenas uma linha de lâmpada, fazendo que a iluminação artificial passe a suprir 25% da necessidade de iluminação. Com a redução da iluminação natural, são acionadas mais lâmpadas, que representam mais 25% de luz artificial.

Ao final do dia, quando não houver mais luz natural, o CLP, através de um comando irá acionar a última linha de lâmpadas elétricas, que estão representando 50% da iluminação do ambiente. A mesma dinâmica ocorre quando a luz natural começa a adentrar no ambiente, o CLP vai desligando as redes de lâmpadas elétricas gradativamente.

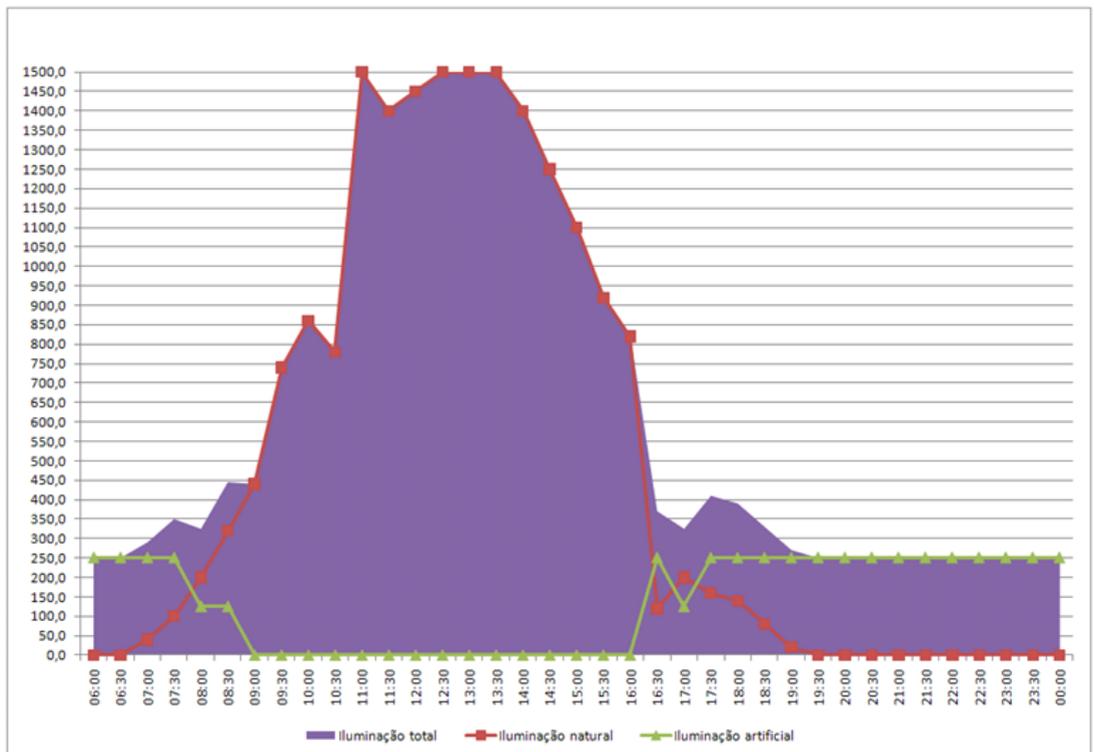


Figura 4: Variação da incidência da iluminação artificial e do uso de energia elétrica durante um dia

Fonte: Empresa estudada.

Observando-se a Figura 4, pode-se perceber a variação da incidência de luz natural e a complementação com a luz elétrica, nos diferentes horários do dia.

Nessa área, o período em que se tem o valor máximo de iluminação natural que satisfaz a condição de iluminância determinada adequada, se dá em torno das 09h 00min até às 16h 00min, uma vez que nesse período a energia elétrica pode chegar ao nível zero de utilização, gerando uma redução de custos para empresa, já passa a utilizar somente a luz natural em suas instalações.

Nessa área, pela necessidade de uma iluminância maior de 400 lux, mostra que, o sistema apresenta um comportamento em conformidade com a realidade confrontada. Sendo assim, o sistema responsável por manter o ambiente em boas condições de iluminação é o Controlador, que mediante as informações recebidas dos sensores, atua de maneira eficaz para manter a iluminação, de acordo com as necessidades de conforto visual dos colaboradores.

Como isso, a implantação de novas técnicas de iluminação que se deram no Pavilhão A da empresa, gerou o seguinte comparativo do antes e depois da implantação das telhas.

Aspectos	Antes da melhoria com CLP e substituição do tipo das lâmpadas	Depois da melhoria com CLP e substituição do tipo das lâmpadas
Quantidade de lâmpadas	200	128
Potência elétrica	436 W	436 W
Potência elétrica para iluminação	87,2 KW	55,8 KW
Tipo de lâmpadas	Vapor de Mercúrio	Vapor Metálico
Fluxo luminoso	22000 lm	35000 lm

Quadro 4: Regime de trabalho intermitente.

Fonte: GT, 2014.

Percebe-se no Quadro 4, que após a implantação das telhas e a substituição das lâmpadas antigas que eram de Vapor de Mercúrio, por lâmpadas de Vapor Metálico, consegue-se um maior resultado com menor quantidade de lâmpadas, pois com a ajuda da luz natural através das novas telhas, acaba complementando a iluminação na parte do dia em que necessita utilizar a iluminação artificial, conseguindo assim maior luminosidade com menor consumo de energia, conforme Figura 5.

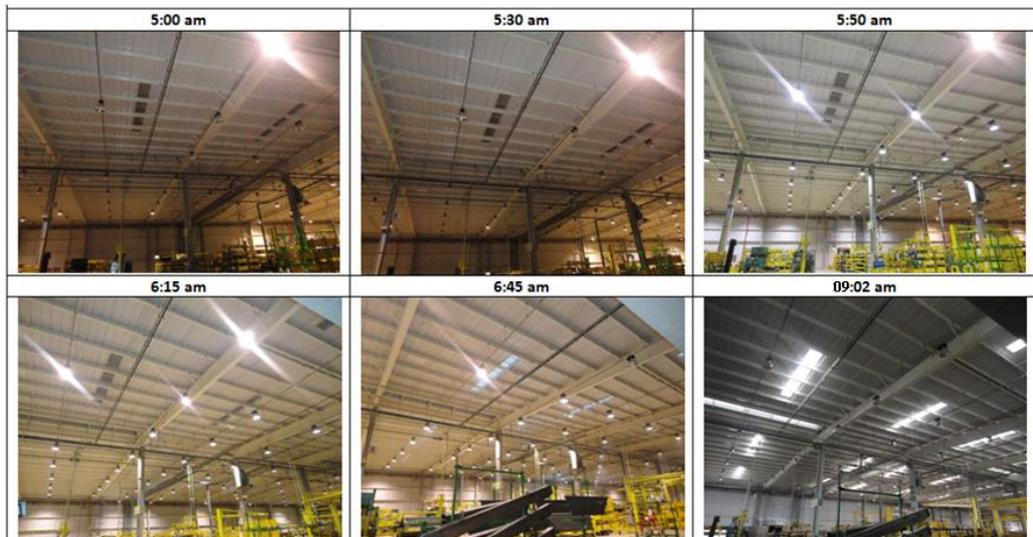


Figura 5: Nível de iluminação no ambiente e utilização da iluminação natural combinada com a artificial.

Fonte: Empresa estudada.

Assim, percebe-se ainda na Figura 5, que no decorrer do dia em torno de 06h45min pode perceber-se que há incidência de iluminação natural no ambiente, e as lâmpadas elétricas permanecem acesas para suprir a necessidade de iluminação para a área. A partir das 09h02min a iluminação artificial não está sendo utilizada, dessa forma, e as lâmpadas foram desligadas pelo sistema Controlador, tendo somente a incidência da iluminação natural.

5. CONCLUSÕES

No presente estudo foi possível destacar a importância e os benefícios que a empresa obteve através implantação de um sistema de iluminação e conforto térmico, proveniente de tecnologia que entrelaça iluminação artificial com a natural, mantendo o ambiente produtivo adequado e com boa luminosidade.

Percebeu-se que a empresa estudada realizou um alto investimento, proporcionando assim, um ambiente agradável para que seus colaboradores pudessem desenvolver suas atividades. Em consonância com tal benefício, a empresa, além de obedecer as normas estipuladas pela CLT (Consolidação das Leis Trabalhistas), através de uma iluminação adequada, reduziu seus custos operacionais com energia elétrica que pode chegar, dependendo o dia, a uma redução de 60% e maximizou seus lucros, além de evitar futuros problemas de saúde de seus funcionários.

Considerando estes dados, o retorno do investimento feito pela empresa é de aproximadamente 1,5 anos. Assim, ficam evidenciadas as questões que fomentam a sustentabilidade, uma vez que a empresa buscou por intermédio de várias ações, reduzir o consumo de energia elétrica da rede, através de um aproveitamento inteligente da iluminação natural. Ambas as ações buscam simultaneamente melhorar a qualidade e condições do ambiente fabril e consecutivamente a produtividade dos colaboradores e também ressaltar um olhar sustentável sobre o meio ambiente, o qual é fundamental para as empresas na atualidade, visualizando a sustentabilidade das empresas do futuro.

As conclusões são estabelecidas com base em uma única empresa, mas, as informações são pertinentes para que, outras se utilizem dessa inovação sustentável, com base em novas tecnologias utilizadas nas instalações industriais. O estudo por meio da gestão integrada de iluminação evidenciou o sucesso em qualidade de vida para os funcionários, além do aumento da produtividade e crescimento da empresa fabril em relação a implantação desse sistema.

REFERÊNCIAS

CASTANHEIRA, L. M. **Estudo da influencia da luz natural na qualidade da iluminação e na eficiência energética.** Dissertação (Mestrado Engenharia Civil) – Faculdade de Ciências, Universidade Nova de Lisboa, Portugal, 2012.

CAUCHICK, M. P. A.; et al. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações.** 2 ed. Elsevier: Rio de Janeiro, 2012.

CNI; PROCEL; ELETROBRÁS. **Novas Tecnologias para processos industriais: Eficiência Energética na Indústria.** 2009 Disponível em: <<http://www.cni.org.br/portal/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=FF8080812C8533A0012C988AC19D61F0>>. Acesso em 15 Ago 2013.

FILHO, G.; REGIS, I. e colaboradores. **Ergonomia aplicada à odontologia: as doenças de caráter ocupacional e o cirurgião-dentista: produtividade com qualidade de vida no trabalho.** Curitiba: Editora Maio, 2004.

GT - **Guia Trabalhista.** Disponível em: <http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr15_anexoIII.htm>. Acesso em: 24 mai. 2014.

KOVALECHEN, M. T. B. A iluminação enquanto fator de alteração do desempenho no trabalho em ambientes corporativos .. **Revista On Line Especialize.** 2012. p, 4.

KROEMER, K. H. E.; GRANDJEAN, E. **Manual de Ergonomia:** Adaptado o trabalho ao homem. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

KUHN, P. D.; OLIVEIRA, C. C.; TAKEDA, F. **Verificação da iluminância no ambiente de trabalho.** In Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 30, São Carlos. Anais... São Paulo: ENEGEP 2010.

LAMBERTS, R.; PEREIRA, F.; DUTRA, L. **Eficiência Energética na Arquitetura.** São Paulo: PW Gráficos e Editores Associados Ltda. 1997.

LOPES, R. F. **Condições de conforto térmico na construção de edifícios.** Dissertação de Mestrado. Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais. Faculdade de Engenharia. Universidade do Porto, Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Fernando Pessoa. 2007.

MANAV, B. An experimental study on the appraisal of the visual environment at offices in relation to colour temperature and illuminance. *Building and Environment*. **Elsevier**, v. 42, n. 2, p. 979-983, fevereiro, 2007.

OKAMOTO, J. **Percepção ambiental e comportamento: visão holística da percepção ambiental na arquitetura e na comunicação**. São Paulo: Editora Mackenzie, 2002, 261 p.

OLIVEIRA, T. N.; ASSIS, C. G.; KRUGER, L. T. B. V.; CARVALHO, M. C. R. **Estudo do projeto de iluminação natural e artificial do Centro Administrativo do Governo de Minas Gerais: estudo de caso**. *Revista Educação e Tecnologia*, v. 14, n.2, p. 14-21. 2009.

OROSA, J. A.; OLIVEIRA, C. O. A new thermal comfort approach comparing adaptive and PMV models. **Renewable Energy**, v.36(3), p.951-956, 2011.

PAIS, A. M. G. **Condições de iluminação em ambiente de escritório: Influência no conforto visual**. Dissertação (Mestrado em Ergonomia na Segurança do Trabalho) – Faculdade de Motricidade Humana, Universidade Técnica de Lisboa. Portugal, 2011.

RUAS, A. C. **Conforto Térmico nos Ambientes de Trabalho**. Fundacentro, 1999.

SANTOS, A. R. M.; LETA, F. R.; VELLOSO, M. P. Fatores de risco industrial causados por diferentes percepções de cores devido à diferença de iluminantes. **Revista Produção Online**. v. 5, n. 1, 2005.

VALENTIM, A.; FERREIRA, H.; COLETTI, M. Lâmpadas de LED: Impacto no consumo e no fator de potência. **Revista Ciências do ambiente on-line**, v. 6, n 1, 2010.

VAN BOMMEL, W. Incandescent replacement lamps and health. **Van Bommel Lighting Consultant**, fevereiro, 2011, p 8.