



A REDUÇÃO DAS EMISSÕES DE CO₂ COMO PREMISSA E FERRAMENTA PARA PROJETO E AMPLIAÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS INDUSTRIAIS

Mauro Fonseca Rodrigues, Tafarel Milke, Luciano Malaquias, Moises Machado Santos, Maurício Gasparin

mauro.rodrigues@unijui.edu.br, tafarelmilke@gmail.com, luciano@demei.com.br,
moises.santos@unijui.edu.br, mauricio.gaspa@gmail.com

Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul/Brasil

RESUMO

Um dos tipos de consumidores que mais necessitam de energia elétrica é o industrial e, por consequência, um dos maiores emissores de gases causadores do efeito estufa, como CO₂, Metano, entre outros. Este estudo de caso concluído em 2013 busca apresentar dados para mostrar que um parque industrial bem planejado e projetado pode atingir um custo menor de operação, quanto ao consumo de energia elétrica e, com isso, atingir níveis mais baixos de emissão de CO₂, agregando valor ao parque e à sua produção, mais limpa, econômica e ecologicamente correta quanto ao consumo de energia elétrica. Para isso, serão apresentadas questões diretamente envolvidas com os sistemas elétricos, tais como: projeto de subestações internas em parque fabril de grande porte; iluminação adequada para atividades industriais; sistemas de controle automático para monitoramento de cargas; e fatores geradores do consumo de energia elétrica atrelados a este caso específico. Além disso, as características de operação e segurança serão mantidas ou até mesmo elevadas no novo sistema de forma a não onerar a empresa futuramente, mantendo a qualidade, segurança e confiabilidade dos processos envolvidos e as tarefas do fluxo industrial contínuo a partir de melhor aproveitamento energético, partindo e culminando numa menor emissão de CO₂ ao meio ambiente, nesta construção de novo pavilhão industrial.

Palavras-chave: Aquecimento Global; Energia; Planejamento; Planejamento da Geração de Energia Elétrica; Indústria Metalmeccânica.

ABSTRACT

A consumer more power required is the industry and, consequently, one of the largest emitters of greenhouse gas effect, as CO₂ and methane. This study aims to present data to show that a well-designed industrial park can achieve a low cost of operation, as the consumption of electricity and thereby achieve lower levels of CO₂ emissions, adding value to the system and creating new policies sustainability, to conserve electricity directly from the country's energy matrix and therefore are reduced emissions of gases causing the greenhouse effect in relation to this project. To do so, will be evaluated directly involved issues with the electrical part, such as: project internal substations in large industrial park; adequate lighting for industrial activities; Automatic control systems for monitoring loads; and generating factors of energy consumption. In addition, the operation and safety features will be at least maintained in the new system so as not to encumber the company in the future, maintaining quality, safety and reliability of the processes involved and tasks of continuous industrial flow.

Keywords: Global Warming; Energy; Planning; Power Generation Planning; Metals Industry.

1 INTRODUÇÃO

Devido à matriz de energia elétrica brasileira ser predominantemente hídrica, o Brasil apresenta um dos menores índices do mundo em geração de CO₂/kWh de energia elétrica produzido, cerca de 85 g (EADS - *Energy Agency Data Services*, 2009). Atualmente, com a entrada em operação de usinas termelétricas, responsáveis por cerca de 30% da energia gerada (ANEEL, 2014), esse índice fica acima de 100 g, pois o

potencial hídrico responde por cerca de 65% da matriz contra cerca de 80% em 2009. Mas, para manter essa característica de baixa emissão, o país deverá estruturar seu processo de desenvolvimento para não cometer erros que o levem a desperdiçar recursos e incrementar a emissão desses gases causadores do efeito estufa, prejudicando o meio ambiente e a população em geral.

Diversos gases compõem o efeito estufa, aquecimento global, mas o principal ainda é o CO₂, dióxido de carbono, e por isso foi criado o índice comparativo CO₂e – gás carbônico equivalente – que permite comparar todos os gases a partir de sua equivalência poluidora com o dióxido de carbono na contribuição para a evolução do indicador de aquecimento global.

Um país em crescimento se desenvolve a partir do processo de industrialização. E, para que esta ocorra de forma correta, quanto a aspectos ambientais e energéticos, faz-se necessário que esteja amparada por uma política de sustentabilidade, que não gere aumento dos níveis de emissão de CO₂. O Protocolo de Kyoto (OLIVEIRA, BARROS, & LEMOS DE SOUSA, 2015) e demais acordos transnacionais que regulamentam essas emissões devem ser observados na ampliação da geração de energia elétrica, por exemplo.

Para realizar o crescimento produtivo com baixa emissão de gases poluidores, deve-se implementar as melhores práticas de eficiência energética e este estudo apresentará um caso real, onde, na ampliação de uma indústria, construção de um pavilhão novo, este é totalmente dimensionado a partir de práticas mais eficientes e ecologicamente corretas, quanto ao projeto elétrico.

2 A BAIXA EMISSÃO DE CO₂ COMO OBJETIVO INICIAL

Ao colocar o fator de baixa emissão de gases causadores do aquecimento global, como um objetivo a ser alcançado, os estudos energéticos passam a contar com um balizamento diferenciado e a requerer práticas voltadas à eficiência de projeto elétrico e construtivo para obtenção de bons resultados. Geralmente, esse tipo de atitude remete aos empresários, e à comunidade em geral, a ideia de grandes investimentos, com pouco ou nenhum retorno financeiro. No entanto, para realizar uma industrialização ambientalmente responsável é necessário conciliar desenvolvimento com as melhores políticas de sustentabilidade (RODRIGUES, MILKE, MALAQUIAS, & ABAIDE, 2014), sem perder o foco econômico, visando reduzir custos e obter o retorno financeiro do investimento.

Alguns aspectos importantes para analisar na expansão industrial, ainda em fase de projeto, para atender uma baixa emissão de CO₂:

- Iluminação e critérios de luminotécnica;
- Aproveitamento energético otimizado;
- Automação industrial aplicada aos sistemas de iluminação e alimentação.

2.1 Luminotécnica e os requisitos de iluminação na indústria

Os requisitos de iluminação, previstos em norma, servem para dar a dimensão mínima necessária para que o ambiente de trabalho funcione de maneira correta e segura, fornecendo as condições para que o trabalhador consiga desempenhar sua função de forma satisfatória. Para isso, a norma deve ser analisada e

implantada nas condições do projeto e da instalação da iluminação, conforme Tabela 1. Além disso, um mesmo local pode ser utilizado para diversas atividades, demandando intensidades luminosas diferentes.

Tabela 1 – requisitos de iluminação Norma NBR 5410

Tabela 1 - Iluminâncias por classe de tarefas visuais

Classe	Iluminância (lux)	Tipo de atividade
A Iluminação geral para áreas usadas interruptamente ou com tarefas visuais simples	20 - 30 - 50	Áreas públicas com arredores escuros
	50 - 75 - 100	Orientação simples para permanência curta
	100 - 150 - 200	Recintos não usados para trabalho contínuo; depósitos
	200 - 300 - 500	Tarefas com requisitos visuais limitados, trabalho bruto de maquinaria, auditórios
B Iluminação geral para área de trabalho	500 - 750 - 1000	Tarefas com requisitos visuais normais, trabalho médio de maquinaria, escritórios
	1000 - 1500 - 2000	Tarefas com requisitos especiais, gravação manual, inspeção, indústria de roupas.
C Iluminação adicional para tarefas visuais difíceis	2000 - 3000 - 5000	Tarefas visuais exatas e prolongadas, eletrônica de tamanho pequeno
	5000 - 7500 - 10000	Tarefas visuais muito exatas, montagem de microeletrônica
	10000 - 15000 - 20000	Tarefas visuais muito especiais, cirurgia

Nota: As classes, bem como os tipos de atividade não são rígidos quanto às iluminâncias limites recomendadas, ficando a critério do projetista avançar ou não nos valores das classes/tipos de atividade adjacentes, dependendo das características do local/tarefa.

Fonte: (ABNT, 2012)

Além deste requisito, as questões econômicas são impactantes no custo do projeto, instalação e manutenção dos sistemas de iluminação (ABNT, 2013). Esse fator pode ser um forte empecilho na escolha do sistema que melhor utiliza a energia para fornecer claridade suficiente para execução das atividades. Enquanto um sistema pode ter um custo maior de implantação com menor consumo de energia, um outro poderá ser o contrário.

A luz ambiente, então, também deve ser considerada para auxiliar na iluminação do local e, assim, colaborar para a economia do conjunto. No entanto, a aplicação de telhas translúcidas ainda não é realizada em grande proporção na construção de ambientes industriais, o que aumenta seu custo por unidade fabricada. Esses recursos, na medida em que passarem a ser mais utilizados, tendem a fazer parte das melhores práticas de projeto de iluminação reduzindo ainda mais seu valor de mercado pela produção maciça e contínua.

Resumidamente, o projeto de um parque industrial deve considerar a necessidade de equipamentos com o menor consumo de energia, aproveitamento da luz natural e controle da luminosidade necessária em cada ponto da área industrial, de acordo com a atividade específica. A Figura 1 apresenta a vista do novo pavilhão fabril.

Figura 1 – Área industrial com implantação de telhas translúcidas.



Fonte: (OLIVEIRA et al., 2013)

Outro fator necessário para o melhor aproveitamento da iluminação (ABNT, 2013), é obter o índice de irradiação solar no local, para verificar a capacidade da iluminação incidente, e criar mecanismos automáticos capazes de monitorar continuamente o nível de iluminância interna, de forma a controlá-la e disponibilizar a quantidade necessária para os trabalhadores executarem suas tarefas, sem correr o risco destes ficarem com níveis inferiores ao mínimo especificado em norma, problemas de ofuscamento ou intermitência na operação do sistema de iluminação artificial.

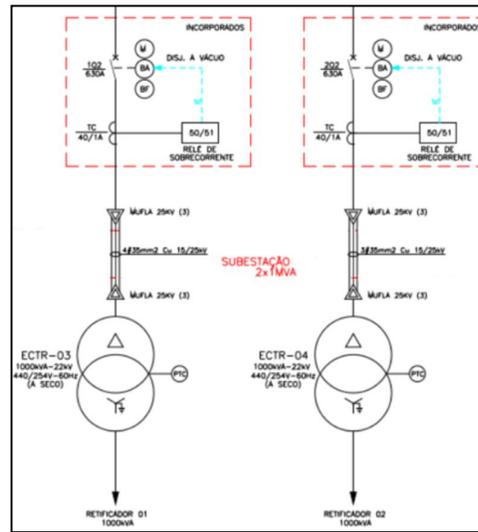
2.2 Distribuição da energia no ambiente interno

Distribuir a energia com qualidade para os equipamentos e atividades produtivas é outro ponto importante num ambiente produtivo (ABNT, 2012). Por exemplo, nas subestações industriais internas é necessário realizar estudo da capacidade da mesma para manter a alimentação firme e constante, mesmo sob as piores condições que podem surgir na operação dos equipamentos. A Figura 2 apresenta um esquema elétrico básico de uma subestação industrial típica do parque fabril em funcionamento. Com a ampliação do novo pavilhão as cargas foram realocadas de forma a aproveitar melhor a energia proveniente de cada subestação, inclusive com a substituição de transformadores isolados a óleo por secos, aumentando a segurança e requerendo uma melhor distribuição de cargas para aproveitar suas condições de melhor rendimento a partir de 30% de carga efetiva quando comparados aos isolados.

Alguns aspectos extremos e importantes para análise são:

- **máxima carga**, que pode gerar uma sobrecarga no sistema local, e
- **mínima carga**, que pode deixar a subestação superdimensionada, gerando calor sem aproveitamento energético subsequente e piorando o rendimento dos transformadores a seco.

Figura 2 – Esquema elétrico de uma subestação interna



Fonte: (RODRIGUES et al., 2014)

2.3 Automação e controle dos processos elétricos

A automação, inserida neste contexto de projeto industrial ambientalmente correto, representa a capacidade de monitorar constantemente os recursos naturais de forma a otimizar o aproveitamento de todos os recursos elétricos para compensação necessária na iluminação.

Nesse exemplo específico visa suprir a iluminação adequada ao ambiente de trabalho de forma automática, sem intervenção manual, e garantir o atendimento dos requisitos mínimos ao local de trabalho. Além disso, o controle automático das funções de carga do sistema nas subestações industriais permite adequar continuamente a energia necessária e a conexão ou desconexão de sistemas internos de forma a obter o melhor rendimento energético (ANTONIASSI, 2009) dos equipamentos ali utilizados.

A Figura 3 apresenta, como exemplo, um quadro de comando com CLP – Controlador Lógico Programável, utilizado para controlar a iluminação do ambiente a partir de informações externas, obtidas de uma estação meteorológica, e internas, provenientes de sensores de luminosidade que foram espalhados na área ocupada para a execução do trabalho.

Outras vantagens do investimento em automação, nessa área: reduz mão de obra (não computado no valor da instalação) e torna as decisões fixas, ou seja, independentes da vontade ou percepção das pessoas envolvidas, baseando-se apenas nos melhores critérios técnico-científicos, de forma instantânea e monitorada por sistemas interligados aos níveis gerenciais específicos. Em caso de falha na automação, o sistema pode ser comutado para manual e os interruptores passam a operar normalmente.

Figura 3 – Quadro de comando de automação para iluminação



Fonte: (OLIVEIRA et al., 2013)

3 ASPECTOS ANALISADOS PARA DIMINUIR A EMISSÃO DE CO₂

A partir das características apresentadas é possível compor ações capazes de ampliar a instalação industrial, com menor consumo de energia elétrica, reduzindo, com isso, a emissão de CO₂. Na fase de projeto do parque fabril é necessária a conscientização dos projetistas para o melhor aproveitamento energético. A classificação dos prédios quanto à eficiência energética (PROCEL, 2014) pode tornar-se uma boa prática a incentivar esse aspecto, mas ainda não faz parte da maioria dos projetos elétricos realizados.

Algumas das ações que surtem efeito no melhor aproveitamento energético e consequente menor emissão de CO₂:

- estudo energético nas subestações internas, com aplicação de novos equipamentos e redistribuição de carga;
- aproveitamento da luz natural a partir da instalação de telhas refratárias em pontos de melhor incidência solar direta, análise da irradiação solar no local e automação dos processos que envolvem a iluminação do ambiente;
- uso de materiais mais adequados do ponto de vista energético, como a aplicação de luminárias e sistemas energeticamente menos dispendiosos.

A partir de uma visão voltada para a sustentabilidade, pode ser demonstrado que o parque fabril, ao ser projetado com o melhor aproveitamento energético possível, economizará recursos e, ainda, alcançará melhores índices de segurança aos profissionais envolvidos no processo (OLIVEIRA, STAFFORD, RODRIGUES, & HUBNER, 2013).

3.1 Análise específica para iluminação

A iluminação artificial no interior de ambientes de produção é essencial para que se possam exercer as mais variadas tarefas do cotidiano. Conforme a Tabela 1 existem normas para o nível de iluminação necessária para cada tipo de tarefa a ser exercida em determinado local. Este estudo trata do desenvolvimento de um

sistema que utiliza a energia elétrica de forma mais eficiente na aplicação da iluminação artificial de interiores, atendendo à norma específica (ABNT, 2013).

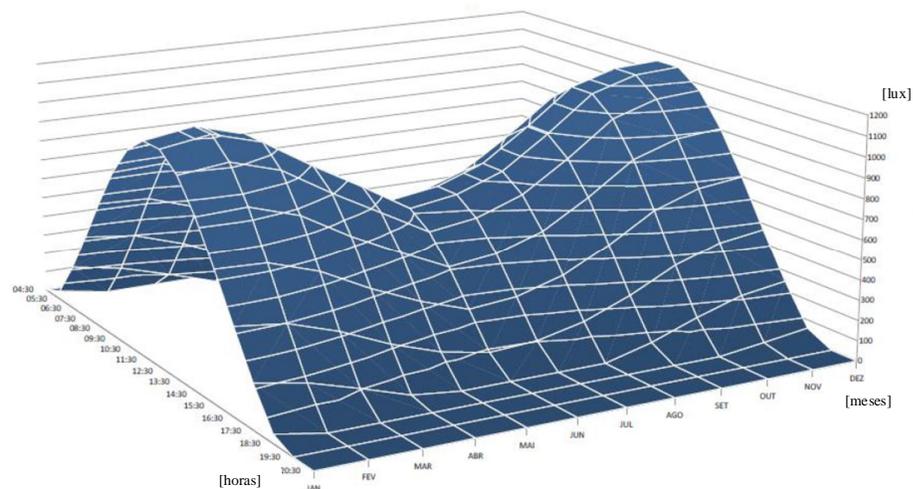
O objetivo é economizar energia desligando as lâmpadas quando não forem necessárias. Para isso, é necessário aplicar um método de controle híbrido, com vários parâmetros de monitoração, utilizando sensores de luminosidade e clima, associados a CLPs e circuitos microprocessados que comparam os níveis de iluminação internos e externos, monitorando o grau de iluminância no local e acionando sistemas de iluminação artificial quando necessário e de forma regular para evitar ofuscamentos e/ou intermitência na operação. Assim, busca-se manter, para uma indústria, os níveis de iluminância adequados, no mínimo, à norma ABNT ISO/CIE 8995-1:2013 (ABNT, 2013):

- Inspeção = 1000 lux
- Montagem = 750 lux
- Solda = 350 lux

3.1.1 Iluminação natural

O estudo da radiação solar no local é importante para verificar a capacidade de utilizar esse fator para compensar parte da iluminância interna necessária aos processos industriais. Nesse caso, tem-se que monitorar a iluminância externa pelo período de um ano, ao menos, de forma a construir uma análise de todos os períodos do ano, dividida em horas. O mapa solarimétrico da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) fornece uma aproximação razoável para praticamente todos os locais do Brasil (ANEEL, 2006). A Figura 4 apresenta um exemplo de estudo realizado para este fim, monitorando com estação meteorológica os períodos de Sol no local. Neste caso, contempla as horas de Sol no eixo Y, os meses do ano no eixo X e o nível de irradiação solar no eixo Z.

Figura 4 – Dados da radiação solar no local, em lux

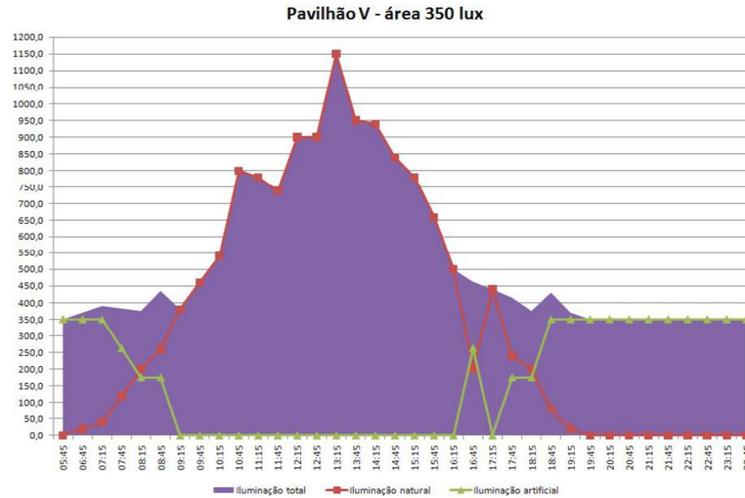


Fonte: (RODRIGUES et al., 2014)

Como os dados técnicos para o projeto luminotécnico fogem ao escopo deste artigo, não serão apresentados. Os dados de iluminação artificial e natural podem ser somados para uma análise conjunta, como

na Figura 5, a partir de medições internas somadas às medidas externas de radiação solar, de forma a obter uma prévia da economia capaz de ser obtida com a melhoria de aproveitamento deste recurso.

Figura 5 – Iluminação natural e artificial para uma área de solda



Fonte: (RODRIGUES et al, 2014)

Observa-se que para um setor de solda, por exemplo, na maior parte do dia não será necessário utilizar a iluminação artificial. Com isso, ocorreria uma economia de energia significativa, além do menor desgaste do sistema de iluminação, sem deixar de atender os requisitos técnicos e de segurança para as equipes de trabalho deste setor.

3.1.2 Iluminação artificial

Outro aspecto importante, com referência à iluminação artificial, é o tipo de material empregado. O Quadro 1 apresenta os valores de algumas luminárias que podem ser empregadas. Neste exemplo, a primeira opção foi utilizada nos pavilhões antigos da empresa, a segunda é fluorescente e a terceira é vapor metálico.

Quadro 1 – Quadro resumo das luminárias possíveis de serem instaladas

Consumo do Sistema				
Descrição	Unidade	Opção		
		1	2	3
Substituição de luminárias	R\$/mês	345,45	264,09	816,51
Consumo de energia elétrica	R\$/mês	5988,18	2638,68	2009,04
Consumo de energia elétrica	kWh/mês	23952,72	10554,72	8036,16
Emissões	mTCO2/mês	0,51	0,22	0,17
Depósito de lâmpadas	R\$/mês	2,05	0,97	11,20
	Total	6335,68	2803,74	2836,75

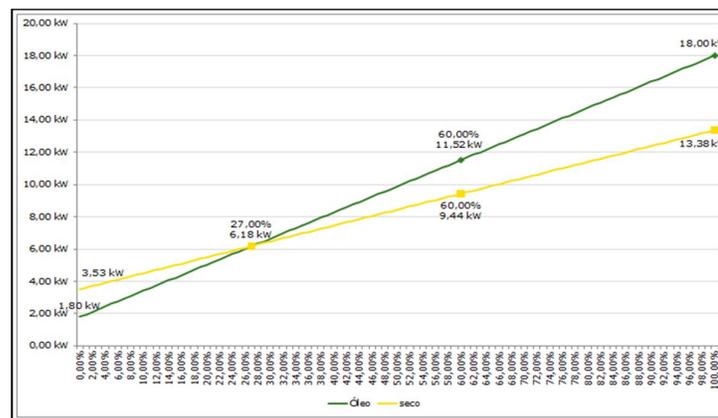
Fonte: (RODRIGUES et al., 2014)

Para este caso, optando por lâmpadas mais econômicas, a economia de energia elétrica na matriz de geração, contando dados de 2009, é capaz de diminuir a emissão de CO₂ de 510 kg/mês (vapor de sódio) para 170 kg/mês (lâmpadas de vapor metálico). Além disso, para um setor de solda, esse valor cai ainda mais 1/3 devido às poucas horas diárias de atuação da iluminação artificial, ficando em cerca de 60 kg/mês ou 720 kg/ano de CO₂, contra 6.120 kg/ano de CO₂ se fosse mantido o sistema utilizado anteriormente.

3.2 Redistribuição das cargas elétricas

Uma das formas de obter um melhor aproveitamento da energia é priorizar a redistribuição das cargas elétricas nas subestações internas e o dimensionamento dos equipamentos, especificando modelos com melhor rendimento, visando diminuir as perdas (OLIVEIRA et al, 2013) e evitando a operação a vazio de transformadores. Dessa forma, são duas ações principais: substituir transformadores com isolante a óleo por outros secos de melhor rendimento e maior segurança; e alocação de cargas de forma a melhor aproveitar a curva de resposta dos novos transformadores, conforme Figura 6.

Figura 6 – Curva de eficiência transformador a óleo X seco



Fonte: (OLIVEIRA et al., 2013)

A Figura 6 mostra que a partir de 26% de carga a eficiência dos transformadores a seco é bem superior, economizando energia e melhorando outros aspectos do ambiente industrial: maior segurança e menor risco de explosão, melhor aproveitamento energético e maior retorno financeiro para a empresa ao longo do tempo, conforme Oliveira et al (2013).

Quanto à emissão de CO₂, esta ação reduz em cerca de 8.000 kWh/ano o consumo de energia, deixando de emitir cerca de 680.000 kg de CO₂e na atmosfera. Estes dados são provenientes de estudo de caso efetuado em empresa (RODRIGUES et al, 2014). Além disso, o custo geral da nova subestação, com cargas e equipamentos otimizados, diminui ao longo do tempo, conforme Oliveira et al (2013).

4 RESULTADOS

Para identificar a emissão de CO₂, foram utilizados dados do relatório dos Estados Unidos *Energy Agency Data Services* (EADS - Energy Agency Data Services, 2009), que aponta quanto é emitido de acordo com

as fontes em uso em cada país. Assim, a economia gerada em kWh de energia pode ser transformada em toneladas de CO₂ equivalente. Para cada 100 kWh economizados, tem-se, aproximadamente, uma redução de 17,5 kg de dióxido de carbono, para uma formação típica da geração de energia elétrica no Brasil, com dados até 2011. Esse valor é alterado de acordo com a composição energética das fontes que compõem o SIN (Sistema Interligado Nacional) que transporta a energia até os consumidores.

As três principais soluções exploradas neste trabalho estão intercaladas e apresentam resultados operacionais que se somam na avaliação econômica do parque industrial, mantendo sua produção com menor consumo de energia elétrica, e de redução na emissão de CO₂. De forma genérica, se pode observar que as ações planejadas e projetadas foram: usar equipamentos com maior eficiência energética, melhor custo-benefício e menor emissão de CO₂.

Nesse contexto, a iluminação pode alcançar economia de até 1/3 na redução da emissão de CO₂ de 0,51 para 0,17 mtCO₂e (toneladas métricas de gás carbônico equivalente), aproveitando a luz natural e os recursos de automação. Ou seja, uma diminuição de 0,34 mtCO₂e, ou 340 kg de CO₂e/ano, pois cada tonelada métrica corresponde a 1000 kg do SI (Sistema Internacional de Unidades).

A partir das ações efetuadas na redistribuição de cargas e dimensionamento otimizado das subestações, a emissão de gás carbônico que era igual 4,15 mtCO₂e/ano, diminuiu para 3,37 mtCO₂e/ano, apresentando uma redução de 0,78 mtCO₂e/ano, ou seja, se pode deixar de emitir ao meio ambiente 780 kg de CO₂e/ano.

Com a implementação destas ações projetadas foi possível economizar, aproximadamente, em energia consumida para o novo pavilhão:

- 4.781 kWh/ano nas subestações internas, após substituição de transformadores a óleo por seco e redistribuição das cargas;
- 50.000 kWh/ano na substituição das luminárias por outras mais econômicas;
- 50.000 kWh/ano na automação dos sistemas de iluminação industrial e redistribuição de cargas nos sistemas internos.

Quadro 2 – custo dos sistemas sob análise

Sistema de Iluminação				
Descrição	Unidade	Opção		
		1	2	3
Instalação	R\$	66465,00	66465,00	183876,00
Controle automatizado	R\$	0,00	44,06	38,20
Skylights	R\$	108590,24	108590,24	108590,24
Custos com Materiais	R\$	0,00	10000,00	10000,00
	Total	175055,24	200055,24	311466,24

Fonte: autores

Os dois últimos itens dividem a economia por estarem interligados diretamente. Com isso, ao converter os dados de energia em gás carbônico não emitido se percebe que houve uma redução acima de 50 toneladas/ano, para uma média de 85 g de CO₂/kWh (EADS - *Energy Agency Data Services*, 2009) de acordo com a matriz energética brasileira, com dados de 2009 a 2011. Além disso, considerando uma tarifa de energia média, na região do RS onde foi feito o estudo, de R\$ 0,32/kWh (RGE, 2014), dependendo da tensão de ligação

e da bandeira tarifária ativa, essa economia chegaria a R\$ 36.673,35 ao ano. Para a proposta implantada, o custo é apresentado no Quadro 2, ficando em torno de R\$ 311.466,24 contra R\$ 175.055,24 para o sistema atualmente presente em outras áreas da empresa. A diferença entre esses dois valores é de aproximadamente R\$ 136.000,00, que retornaria, através do método *payback* (SOUZA, 2008), em economia de energia em 5 meses de operação do novo sistema, estipulado para uma vida útil de 5 anos, com 6 meses de garantia de instalação e equipamentos.

5 CONCLUSÃO

Este estudo de caso é baseado em projeto novo, ou seja, em pavilhão a ser ampliado em parque fabril já existente. As informações da empresa são omitidas por questões de sigilo. As comparações são baseadas na estrutura do pavilhão anterior para demonstrar que as primeiras instalações basearam-se apenas em conceitos de custo inicial maior, enquanto a ampliação buscou uma análise sistêmica maior, planejada, ainda em fase de projeto, contemplando custos ambientais, segurança e confiabilidade, sem deixar de avaliar o retorno financeiro possível.

A partir das avaliações efetuadas é possível notar que sustentabilidade, como a menor emissão de CO₂ na atmosfera, não necessariamente significa elevar o custo de uma instalação, pelo menos ao longo do tempo de sua vida útil, conforme os dados apresentados. Um investimento melhor planejado e focado na menor emissão de gases causadores do efeito estufa pode significar economia também na área financeira ao forçar a otimização e uso das melhores práticas operacionais e de projeto para o conjunto, obtendo, com isso, os melhores resultados econômicos possíveis, tanto na redução da emissão do gás carbônico quanto na redução do consumo de energia elétrica.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5382**: Verificação da Iluminância de Interiores. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410**. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 8995-1**. RIO DE JANEIRO: ABNT, 2013.

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Mapa Solarimétrico Brasileiro**, 2006. Disponível em: <www.aneel.gov.br> Acesso em: 02 dez. 2014.

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Relatório Trimestral de Geração de Energia Elétrica**. Brasília, DF: ANEEL, 2014.

ANTONIIASSI, A. (2009). ESTUDO DOS MOTORES ELÉTRICOS. UBERLÂNDIA: UNIUBE.

EADS - ENERGY AGENCY DATA SERVICES. **Relatório Anual**, 2009. Disponível em: <<http://data.iea.org/stats/eng/main.html>>. Acesso em: 23 jul. 2013.

OLIVEIRA, C., STAFFORD, S., RODRIGUES, M., & HUBNER, R. Análise do impacto ambiental e da economia gerada com a troca de transformadores em parque fabril. In: CONGRESSO REGIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA EM ENGENHARIA, 3., 2013. Passo Fundo, RS. **Anais...** Passo Fundo, RS, 2013.

OLIVEIRA, G. M., BARROS, N. A., & LEMOS DE SOUSA, M. J. **Os desafios da estratégia pós-Kyoto**. Porto - Portugal: Universidade Fernando Pessoa, 2015.

PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica . **PROCEL INFO** - Requisitos de Avaliação da Conformidade para a Eficiência Energética de Edificações (RAC), 2014. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br>>. Acesso em: 10 dez. 2014

RGE. **Tarifas de aplicação para o Grupo A**, 2014. Disponível em: <<http://www.rge-rs.com.br/LinkClick.aspx?fileticket=tQUgGlbJuc8%3d&tabid=75>>. Acesso em: 01 Dez. 2014.

RODRIGUES, M. F., MILKE, T., MALAQUIAS, L., & ABAIDE, A. R. (25 de 08 de 2014). Expansão industrial com diminuição da emissão de CO2 - Estudo de caso. In: CBPE CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO, 9., 2014. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2014. p. 1.

SOUZA, J. S. **Proposta de uma sistemática para análise multicriterial de investimentos**. Porto Alegre: UFRGS, 2008.