

A importância da elaboração do projeto luminotécnico para redução de carga e de gastos no consumo de energia

RENARD LOPES VILLAS BOAS DO LAGO

UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO

renard@uni9.pro.br

ALEXANDRE DE OLIVEIRA E AGUIAR

UNINOVE – Universidade Nove de Julho

aaguiar@uni9.pro.br



A IMPORTÂNCIA DA ELABORAÇÃO DO PROJETO LUMINOTÉCNICO PARA REDUÇÃO DE CARGA E DE GASTOS NO CONSUMO DE ENERGIA

Resumo

Este relato técnico teve como objetivo apresentar a importância da elaboração de um projeto luminotécnico em projetos de instalações elétricas residenciais de baixa tensão em obras residenciais. Este trabalho foi desenvolvido por meio da elaboração de um projeto residencial de um prédio de oito andares, contendo quatro apartamentos por andar. Para discutir a importância do projeto luminotécnico, são apresentadas duas alternativas de dimensionamento da iluminação em pavimento "tipo" do projeto. No primeiro caso, é calculado o valor da potência instalada aplicando-se parágrafo 9.5.2.1.2 e alíneas "a" e "b" da NBR 5410:2004 e, no segundo caso, utilizando-se o projeto luminotécnico. A comparação dos resultados entre os dois métodos mostrou que a elaboração do projeto luminotécnico resulta num projeto melhor, por permitir a instalação de menor consumo de energia para a operação do edifício, com reflexos em diversos aspectos ambientais e de custo. A carga instalada na versão do projeto luminotécnico corresponde a 18,41%, comparada com a aplicação da norma ABNT.

Palavras-chave: Cálculo luminotécnico; Eficiência Energética; Instalação Elétrica; Lâmpadas LED; Norma técnica.

Abstract

This technical report had as objective to present the importance of the elaboration of a lighting project in projects of low voltage residential electrical installations in residential works. This work was developed by means of the elaboration of a residential project of an eight-store building, containing four apartments per floor. In order to discuss the importance of the lighting project, two alternatives for designing the lighting in the "type" floor of the project are presented. In the first case, the value of the installed power is calculated applying paragraph 9.5.2.1.2 and lines "a" and "b" of the NBR 5410:2004 and, in the second case, using the lighting project. The comparison of the results between the two methods showed that the design of the lighting project results in a better design, since it allows the installation of lower power consumption for the operation of the building, with reflections on various environmental and cost aspects. The load installed in the version of the lighting project corresponds to 18.41%, compared to the application of the ABNT standard.

Keywords: Lighting calculation; Energy Efficiency; Electrical Installation; Led lamps; Technical norm.



1 Introducao

A construcao civil e uma das atividades mais importantes na economia brasileira. Por um lado, gera empregos e ha necessidade de eliminar deficit habitacional. Por outro, os edificios sao responsaveis por boa parte do consumo de energia no ambiente urbano. Os setores residencial e comercial, que consomem eletricidade basicamente em edificios, representam respectivamente 21,4 e 14,4% do consumo de eletricidade no Brasil (EPE, 2017) Segundo a Brown (2011), em 2005 a iluminacao representava 19% do consumo de eletricidade no mundo, havendo potencial para reducao para 7% com a substituicao de lampadas fluorescentes por lampadas tipo LED.

Este trabalho parte das necessidades identificadas por uma empresa construtora em uma fase ainda inicial de seu desenvolvimento. A empresa responsavel pela construcao do projeto estudado e uma corretora de imoveis que iniciava atividades em construcao e que visava aproveitar uma oportunidade partindo de pequenos empreendimentos, comprando terrenos para construcao de pequenos condominios de casas e, posteriormente, terrenos maiores para construcao de predio residencial de ate oito andares.

Em seus primeiros projetos, a empresa vinha se deparando com inumeros problemas de retrabalho, basicamente associados a deterioracao e defeitos precoces em instalacoes eltricas e tambem em estrutura e alvenaria. Nas questoes eltricas predominavam problemas como reatores de iluminacao e lampadas queimados, alem de consumo de energia acima do esperado. Tais problemas vinham causando custos elevados de servicos em garantia. Buscando solucoes e inovacoes que pudessem evitar a repeticao desses problemas em novos projetos, a empresa procurou uma equipe de engenheiros e arquitetos externos para apoio.

Um segundo aspecto da abordagem e que seus projetos anteriores, nao tinham grandes atrativos que diferenciavam seus lancamentos daqueles da concorrncia. Buscar diferenciais fazia, portanto, parte dos objetivos do projeto. Um dos temas tratados foi a questao da iluminacao no edificio, que e o objeto deste relato tecnico.

Deste modo, este relato tem como objetivo principal apresentar a experiencia da elaboracao de um projeto luminotecnico em projetos de instalacoes eltricas de baixa tensao em obras residenciais, sendo que este foi desenvolvido por meio da elaboracao de um projeto de um predio de oito andares, contendo quatro apartamentos por andar. O objetivo do projeto foi incluir um atrativo que contribuisse com a sustentabilidade e com a reducao de custos com energia ao longo do ciclo devida do projeto.

2 Referencial Teorico

2.1 Consumo de energia, iluminacao em edificios e meio ambiente

Segundo (FILHO, 2017) as edificacoes sao um dos maiores consumidores de energia e por isto da importancia da busca pela eficiencia energetica neste campo, levando em conta o ciclo de vida das construcoes e a fase operacional onde ocorre o maior consumo de energia. Carvalho, Guimaroes & Castillo (2015) confirmam que o consumo energetico e um dos principais problemas ambientais a ser enfrentado pela construcao civil. Farias, Medeiros & Candido (2015) destacam que um projeto que nao leva em consideracao as questoes ambientais, entre elas o consumo de energia, pode contribuir para danos ambientais. Nesse sentido, certas empresas de construcao civil aproveitam para buscar vantagens e se destacar no mercado por meio de projetos inovadores levando em conta a questao ambiental (Cortes, Franca, Quelhas, Moreira, & Meirino, 2011).

Conforme a (CPFL, 2016) a iluminacao representa de 15 a 25 % da conta de energia e recomenda a utilizacao de lampadas de LED, pois tem melhor iluminacao, consomem menos energia e tem maior durabilidade.

Nesse sentido, pode-se comprovar que o investimento nessa tecnologia se tornou viavel, reforçando a divulgacao para as pessoas da importancia da sua utilizacao (Bley, 2012).



Além disto Byun, Hong, Lee, & Park (2013) reforçam que a lâmpada LED consome 50% a menos que uma lâmpada fluorescente e que 15% do consumo de energia pode ser reduzido, ainda mais, controlando o momento certo de ligar e desligar, ou atrelado a um sistema de automação.

Araujo et al. (2013) reforçam em seu texto que as lâmpadas LED, além de serem econômicas, possuem vida útil elevada e possui uma perda mínima de fluxo luminoso.

Além da viabilidade econômica, quando se trata das tarifas de energia, as lâmpadas LEDs aplicadas ao projeto luminotécnico podem fornecer, também uma redução de carga instalada, minimizando o impacto ambiental e contribui para eficiência energética.

Para Rodrigues, Chico, & Peters (2016), ao substituir apenas uma lâmpada usada, por uma nova o tempo de retorno é longo e o valor de retorno baixo; porém, ao substituir por uma de melhor tecnologia, o retorno do investimento atrelado à vida útil da lâmpada, percebe-se que a substituição das lâmpadas foi viável, pois o valor investido no dispositivo retorna antes que a vida útil deste chegue em 25% de uso.

Para Vargas & Mestria (2015), a utilização de novas tecnologias são soluções de minimizar o consumo de energia, ou seja, não sobrecarregando o sistema elétrico, redução de contas de energia, diminuir a potência instalada e contribuir para o meio ambiente. Bley (2012) enfatiza que a iluminação é um grande ponto para diminuir o consumo de energia, especialmente nas aplicações residenciais.

Para Stall-Meadows & Hebert (2011), a tecnologia encontrada na iluminação LED utiliza menos energia, maior durabilidade e tem excelente aplicação no mundo, além reduzir os resíduos sólidos em aterros. Falar que a iluminação também tem trazido questões relativas a resíduos sólidos, pois historicamente se substituiu lâmpadas incandescentes, menos eficientes, por lâmpadas fluorescentes, que consomem menos energia, mas geram resíduos perigosos por conterem mercúrio.

2.2. Iluminação e algumas questões técnicas em projetos

As novas tecnologias podem ser utilizadas de maneiras eficientes e eficazes contribuindo na elaboração de um projeto luminotécnico, visando à eficiência energética (Camelo, Monteiro, Faleiro, Lincoln, Agostinho, Oliveira, & Leite, 2010), onde um o sistema de iluminação LED pode contribuir, ainda mais, se aplicado ao projeto de instalação elétrica residencial. No entanto, observa-se algumas questões conforme apresenta-se a seguir.

Quando se trata de projeto luminotécnico, observa-se que sua aplicação ocorre predominantemente, se não quase totalmente, em instalações comerciais e industriais, sendo que nestes casos sua aplicação é obrigatória. Conforme a NR-17(MTE, 2007): “Em todos os locais de trabalho deve haver iluminação adequada, natural ou artificial, geral ou suplementar, apropriada à natureza da atividade”. Nos casos residências sua aplicação não é obrigatória; porém, pode ser utilizado para propiciar além do conforto e qualidade, minimizar gastos com consumo de energia e diminuir a potência de iluminação.

Pelo fato da não obrigatoriedade da aplicação do cálculo luminotécnico em projetos de instalações elétricas residenciais, a NBR 5410:2004(ABNT, 2004) estabeleceu alguns parâmetros de cálculo a serem seguidos, os quais estão descritos no parágrafo 9.5.2.1.2, alíneas “a” e “b”. A norma recomenda que em cômodos ou dependências com área igual ou inferior a 6 m² seja prevista uma carga mínima de 100 VA e em cômodos ou dependências com área superior a 6 m², deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA para os primeiros 6 m², acrescida de 60 VA para cada aumento de 4 m² inteiros.

Já no caso da elaboração do projeto luminotécnico, deve-se utilizar a NBR ISO/CIE 8995-1:2013 – Iluminação de Interiores de Trabalho (ABNT, 2013), que substituiu a NBR 5413:1992 – Iluminação de interiores, a qual não está mais em vigor.



Para Araujo, Kalache, Moreira, Oliveira, & Prado (2013), os sistemas de ilumina3o s3o elementos fundamentais dentro da matriz de consumo energ3tica, dentre as v3rias 3reas de aplica3o, principalmente as residenciais, comerciais e industriais. De acordo com a NBR ISO/CIE 8995-1:2013 ABNT (2013, p. 7):

“Uma boa ilumina3o propicia a visualiza3o do ambiente, permitindo que as pessoas vejam, se movam com seguran3a e desempenhem tarefas visuais de maneira eficiente, precisa e segura, sem causar fadiga e desconforto. A ilumina3o pode ser natural, artificial ou uma combina3o de ambas”.

A norma supracitada tem como objeto de aplica3o obrigat3ria as 3reas comerciais e industriais, ou seja, em todo projeto el3trico comercial ou industrial tem que haver o projeto luminot3cnico, visando 3 seguran3a, conforto e qualidade dos trabalhadores e fornecendo desta forma bons resultados as empresas que os contrataram.

Para Cavalin & Cervelin (2011), a ilumina3o dos ambientes de trabalho deve ser adaptada a cada tipo de esfor3o visual, o que leva a estudos espec3ficos em 3reas comerciais e industriais. No entanto, h3 uma vis3o geral da popula3o de que a ilumina3o consome muita energia e precisa ser minimizada, mesmo que prejudicando a qualidade do ambiente. Por conta disso, a ilumina3o residencial frequentemente 3 deficiente, ignorando os benef3cios que luz suficiente pode trazer para atividades como limpeza, prepara3o de refei3o3es, leitura ou uso de computador dom3stico.

Como a NBR-5410:2004 n3o foi atualizada, parte do seu texto tem como aplica3o as l3mpadas incandescentes, “uma l3mpada incandescente comum tem uma efici3ncia de 8%” (INEE, 2013). No entanto, atualmente j3 existem novas tecnologias como mais qualidade e efici3ncia, tais como a l3mpada fluorescente e a LED.

3 Metodologia de Pesquisa e Interven3o Realizada

Ao iniciar suas atividades no ramo da Constru3o Civil, a empresa detectou uma oportunidade de a3o baseada em reclama3o3es de clientes do mercado quanto a surpresas relativas a altos valores gastos com o consumo de energia, frequentes epis3dios de falta de 3gua, entre outros problemas.

Assim, contratou uma equipe de engenheiros e arquitetos com o objetivo de incluir em seus projetos solu3o3es diferenciadas que buscassem resolver essas reclama3o3es e trazer a aten3o de potenciais compradores. Um dos autores deste trabalho fez parte da equipe contratada, atuando como o especialista em projetos na 3rea de instala3o3es el3tricas.

Foram desenvolvidos dois estudos alternativos para determinar o melhor caminho para redu3o de consumo de energia em ilumina3o. No primeiro estudo, aplicou-se par3grafo 9.5.2.1.2 e al3neas “a” e “b” da NBR 5410:2004, e no segundo, foi elaborado projeto luminot3cnico com base nas necessidades espec3ficas de ilumina3o de cada ambiente. Os trabalhos foram realizados tendo como objeto um “pavimento tipo” de um edif3cio selecionado.

Por quest3o3es de qualidade e comprova3o dos resultados, foram utilizadas para elabora3o do projeto luminot3cnico l3mpadas de LED de 13,5 W de um fabricante espec3fico, equivalente a uma l3mpada incandescente de 100 watts, com fluxo luminoso nominal de 1510 lumens, 3ngulo de feixe nominal de 150 graus; proporcionando luz branca agrad3vel, vida 3til de aproximadamente 25 anos, minimizando manuten3o3es futuras, economia de energia significativa e imediata de at3 80% e tem perfeita aplica3o para fins resid3ncias e comerciais. Foi verificada, tamb3m a utiliza3o do *software* Pr3 El3trica da Empresa M3ltiplos, que pode ser utilizado tanto para o dimensionamento das instala3o3es, cabeamento estruturado, sistema de prote3o3 contra descargas atmosf3ricas, quanto para c3lculo luminot3cnico.



Além das qualidades citadas, o foco principal do projeto consiste na redução de carga (potência) instalada de iluminação quando elaborado um projeto luminotécnico e comprovando a inviabilidade da aplicação do parágrafo 9.5.2.1.2 e alíneas “a” e “b” da NBR 5410:2004. Quando aplicado este item ao projeto haverá um aumento consideravelmente alto de potência, pois este item da norma toma com referência as lâmpadas incandescentes, que já estão ultrapassadas frente às novas tecnologias.

Para comprovar a viabilidade do projeto luminotécnico, são apresentados os dois casos com base nos projetos do apartamento “TIPO”. No primeiro caso, foi demonstrado o valor da potência instalada aplicando-se parágrafo 9.5.2.1.2 e alíneas “a” e “b” da NBR 5410:2004 e, no segundo caso, a potência instalada utilizando-se do projeto luminotécnico; sendo que após a obtenção dos resultados haverá uma comparação por meio de dados apontando a melhor aplicação.

Desta forma, cabe ressaltar que o método utilizado o projeto luminotécnico nas instalações elétricas residenciais, além de diminuir a carga instalada de maneira notória, na parte de iluminação, também apresentará uma melhor qualidade, conforto e segurança, além de diminuir as contas de consumo de energia, pois o projeto terá como base lâmpadas de LED.

4 Resultados Obtidos

Iniciada a análise para comprovar a viabilidade da elaboração do projeto luminotécnico em instalações elétricas residenciais, será apresentada a planta do apartamento “TIPO”, referente ao prédio residencial de oito andares, contendo quatro apartamentos por andar, apresentando a área e o perímetro de cada um dos cômodos para a elaboração dos cálculos e demonstrar o método mais viável. A Figura 1, a seguir, apresenta a planta do pavimento “TIPO”. O ambiente a ser analisado foi a sala de estar, pois contém a maior área e servira como amostra de cálculo.

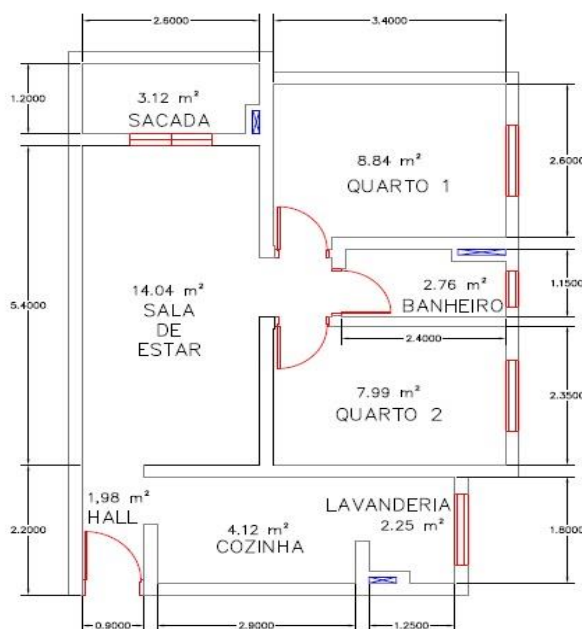


Figura 1 – Planta apartamento “TIPO”

Fonte: Elaborada pelos autores

Opção1: projeto de acordo com ABNT NBR 5410:2004

Apresentada a planta do pavimento “TIPO” contendo a área e o perímetro de cada cômodo, será iniciada a análise do projeto, tendo com base no parágrafo 9.5.2.1.2, alíneas “a” e “b” da NBR 5410:2004. O Quadro 1 mostra o cálculo conforme recomenda a norma técnica.



| |
|--|
| Área = 14,04 m ² |
| Carga Total = 220 V.A |
| Conforme recomenda a norma: |
| 6,00 m ² = 100 V.A |
| 4,00 m ² = 60 V.A |
| 4,00 m ² = 60 V.A |
| 0,04 m ² = não se aplica |
| <hr/> |
| Total = 14,04 m ² = 220 V.A |

Quadro 1 – demonstração do cálculo da potência instalada recomendada para o ambiente “sala de estar” de acordo com NBR 5410:2004.

Após a análise do projeto, tendo com base no parágrafo 9.5.2.1.2, alíneas “a” e “b” da NBR 5410:2004, verificou-se que a carga prevista de iluminação na sala de estar foi de 220 V.A. Como o projeto elaborado foi de um prédio residencial de oito andares, contendo quatro apartamentos por andar, totalizando trinta e dois apartamentos, sendo estes idênticos, dessa forma, há de constar uma carga total instalada de iluminação em projeto de 7040 V.A, somente nas salas de estar. A disposição do apartamento “TIPO” é apresentada na Figura 2.

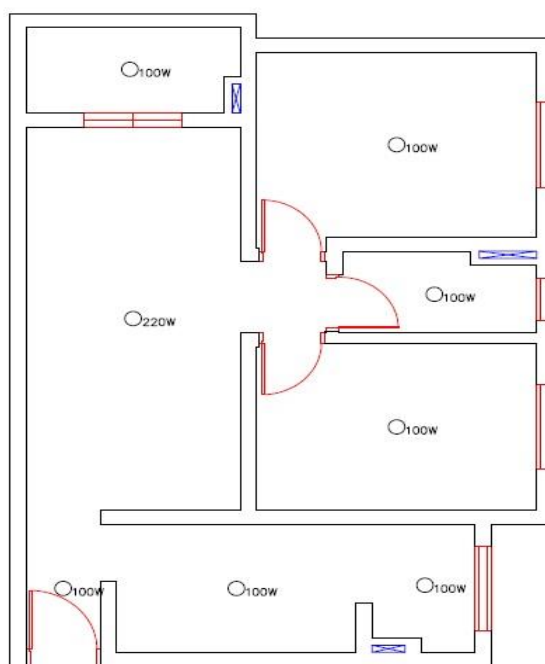


Figura 2 – Planta apartamento “TIPO” com os pontos de carga conforme o parágrafo 9.5.2.1.2, alíneas “a” e “b” da NBR 5410:2004

Fonte: Elaborada pelos autores

Opção 2: projeto luminotécnico

Iniciada a análise do projeto, tendo com base no parágrafo 9.5.2.1.2, alíneas “a” e “b” da NBR 5410:2004, foi realizada a análise do projeto por meio do projeto luminotécnico. O Quadro 2 mostra a quantidade de lâmpadas a serem instaladas no mesmo ambiente.



| |
|---|
| Geometria: largura = 2,60 m, comprimento = 5,40 m, altura útil = 2,25 m |
| Lâmpada: LED 13,5W (100W) PHILIPS, Fluxo luminoso unitário = 1510 lumens |
| Utilização: 1. Áreas gerais da edificação - Salas de descanso |
| Iluminação necessária: 100 lux, Fator de Área: 0,78, Fator de Utilização: 0,50, Fator de Perdas: 0,80 |
| $\text{Fluxo Total} = \frac{\text{Comprimento} \times \text{Largura} \times \text{Iluminação}}{\text{Fator de Utilização} \times \text{Fator de Perdas}}$ |
| $\text{Fluxo Total} = \frac{5,40 \times 2,60 \times 1,00}{0,50 \times 0,80}$ |
| Fluxo Total = 3.508 lumens |
| $\text{Número de lâmpadas} = \frac{\text{Fluxo total}}{\text{Fluxo Unitário}}$ |
| $\text{Número de lâmpadas} = \frac{3508}{1510}$ |
| Número de lâmpadas = 2,32 |
| Número de lâmpadas = 3 |

Quadro 2 – demonstração a quantidade de lâmpadas a serem instaladas para o ambiente “sala de estar” de acordo com o projeto luminotécnico.

Após efetuar a elaboração do projeto luminotécnico, verificou-se que a carga prevista de iluminação na sala de estar foi de 40,5 V.A, ao aplicar carga aos 32 apartamentos, a carga total instalada de iluminação no projeto resultou em 1.296 V.A, em que a disposição do apartamento “TIPO” ficou conforme se apresenta na Figura 3.

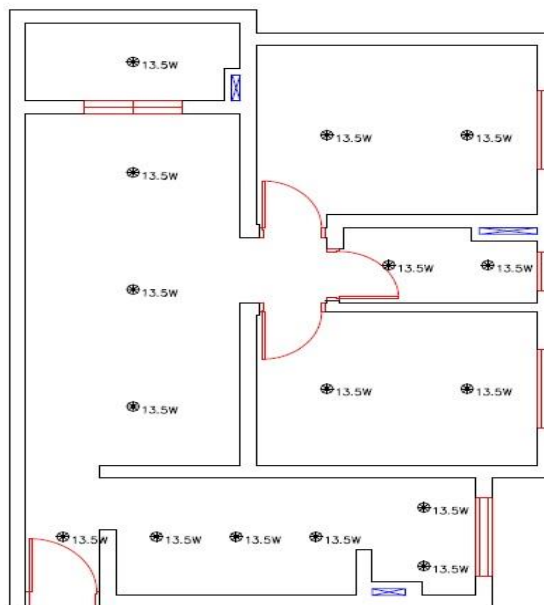


Figura 3 – Planta apartamento “TIPO” com os pontos de carga conforme o projeto luminotécnico, com carga total instalada de 216 V.A

Fonte: Elaborada pelos autores

Nesta etapa, pode-se verificar, também que, no primeiro caso, ao aplicar o parágrafo 9.5.2.1.2, alíneas “a” e “b” da NBR 5410:2004, obteve-se uma carga de 220 V.A por sala de estar, e somando a carga de todas as salas de estar dos apartamentos foi de 7.040 V.A. Já no segundo caso, aplicando-se o cálculo luminotécnico, a carga reduziu para 40,5 V.A por sala de estar, e aplicando-se esta carga às demais salas dos apartamentos, apurou-se a uma carga total de 1.296 V.A. Portanto, o método do cálculo luminotécnico reduziu a carga em 18,41% .

| Característica | Alternativa 1 – projeto conforme NBR ABNT 5410 | Alternativa 2 – projeto luminotécnico |
|----------------|--|---------------------------------------|
|----------------|--|---------------------------------------|



| | | |
|--------------------------------|------------|------|
| Potência instalada (V.A) | 220 | 40,5 |
| Tipo de lâmpadas | INCÂNDENTE | LED |
| Quantidades de apartamentos | 32 | 32 |
| Potência total instalada (V.A) | 7020 | 1296 |

Quadro 3 – demonstração da potência total instalada para as alternativas 1 e 2.

Cabe ressaltar que as lâmpadas incandescentes não são mais nem mesmo permitidas pela legislação, o que reforça a necessidade de revisão da norma para adequar-se à nova realidade legal e tecnológica. Além disso, há ainda que se levar em conta que o mercado ainda utiliza em grande monta lâmpadas fluorescentes. É uma decisão importante de projeto manter-se a instalação adequada para um uso futuro dessas lâmpadas, ou definir que a instalação será somente para lâmpadas LED.

Desta forma, ao reduzir a potência instalada a vida útil dos cabos de energia são prolongadas, pois evita o desgaste do material evitando manutenções precoces, diminuindo ainda a emissão de dióxido de carbono, que são gases que contribuem para o efeito estufa.

5 Conclusões

O projeto luminotécnico tem um excelente potencial de aplicação nos projetos de instalações elétricas residenciais, mesmo não sendo obrigatório e nem usual por boa parte dos projetistas.

A utilização do projeto luminotécnico apresentado neste relato técnico possibilitou ao contratante oferecer um atrativo comercial com a aplicação das lâmpadas de LED de 13,5 W pois proporciona luz branca agradável, maior vida útil de, aproximadamente 25 anos, minimizando manutenções futuras, economia de energia significativa e imediata de até 80% (PHILIPS, 2017).

Quando comparado o parágrafo 9.5.2.1.2, alíneas “a” e “b” da NBR 5410:2004 com o projeto luminotécnico, verificou-se que a carga instalada reduziu 18,41% em relação ao primeiro método, constatando-se que esta diferença, também tem uma grande importância na elaboração do padrão de entrada de energia, no que tange ao cabo de alimentação utilizado, bem como no disjuntor geral. Ou seja, ao diminuir a carga, pode-se ter um cabo de alimentação de menor dimensão e custo mais baixo, o mesmo critério pode ser aplicado ao disjuntor geral.

As informações permitiram, ainda a equipe de engenheiros e arquitetos esclarecer aos gestores que estes processos podem contribuir, além do aspecto comercial o sustentável também, no que diz respeito ao dimensionamento dos cabos de iluminação; pois neste caso, foi possível contribuir com perda *joule*, que dissipada na forma de calor devido à resistência elétrica, e, conseqüentemente, a emissão de CO_2 . Com estas informações pode-se evitar este problema aumentando a bitola do condutor. Neste caso, como foi possível diminuir a carga devido ao projeto luminotécnico, talvez o aumento da seção do condutor não implicaria tanto no valor do projeto.

A experiência apresentada sugere que a norma técnica NBR 5410:20004 deveria ser atualizada de modo a incluir alternativas mais modernas para iluminação, em particular no trecho aplicado neste trabalho. Da mesma forma, poderia ser criada uma norma similar à norma NBR ISO/CIE 8995-1, válida para ambientes de trabalho, que fosse um guia para ambientes residenciais. De maneira geral, seria importante que o sistema de elaboração e revisão de normas técnicas acompanhasse de maneira mais rápida a evolução do mercado para melhor uso de avanços tecnológicos.

Por fim, seria importante discutir, por um lado, eventual obrigatoriedade de aplicação de projetos luminotécnicos em projetos residenciais, uma vez que além de benefícios



economicos a reducao de consumo de energia traz uma contribuicao importante para a sustentabilidade e pode diminuir a necessidade de novas fontes energeticas.

6 Referencias

ABNT, A. B. de N. T. (2004). NBR 5410:2004 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão. Recuperado de <http://www.abnt.org.br>

ABNT, A. B. de N. T. (2013). ABNT NBR ISO/CIE 8995-1: Iluminação de ambientes de trabalho. Parte 1: Interior. Recuperado de <http://www.abnt.org.br>

Araujo, R. M., Kalache, N., Moreira, S. G., Oliveira, B. H. D. de, & Prado, T. P. (2013). Análise Comparativa de Sistemas de Iluminação - Viabilidade Econômica da Aplicação de LED, 18.

Bley, F. B. (2012). LEDs versus Lâmpadas Convencionais Viabilizando a troca. *Curitiba: Especialize*, 24.

Brown, L. (2012). *World on the edge: how to prevent environmental and economic collapse*. Routledge.

Byun, J., Hong, I., Lee, B., & Park, S. (2013). Intelligent household LED lighting system considering energy efficiency and user satisfaction. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 59(1), 70–76.

Camelo, G., Monteiro, B., Faleiro, M., Lincoln, R., Agostinho, J., Oliveira, A., & Leite, L. (2010). Luminotécnica - Eficiência Energética. *e-xacta*, 3(2). Recuperado de <http://revistas.unibh.br/index.php/dcet/article/view/301>

Carvalho, N. C., Guimarães, M. G., & Castillo, L. A. G. (2015). Desenvolvimento de alternativas sustentáveis para habitação de baixa renda. *Estudos em Design*, 18(2).

Cavalin, G., & Cervelin, S. (2011). *Instalações Elétricas Prediais: Conforme Norma NBR 5410:2004* (21° ed). São Paulo: Érica.

CPFL, E. (2016). Dicas de Consumo Inteligente. Recuperado 17 de agosto de 2017, de <https://www.cpfl.com.br:443/energias-sustentaveis/eficiencia-energetica/uso-consciente/dicas-de-consumo/paginas/default.aspx>

Côrtes, R. G., França, S. L. B., Quelhas, O. L. G., Moreira, M. M., & Meirino, M. J. (2011). Contribuições para a sustentabilidade na construção civil. *Revista Eletrônica Sistema & Gestão*, 6, 384-397.

EPE- Empresa de Pesquisa Energética (2017). Relatório Síntese ano base 2016. Rio de Janeiro, RJ. Disponível em: https://ben.epe.gov.br/downloads/S%C3%ADntese%20do%20Relat%C3%B3rio%20Final_2017_Web.pdf. Acesso em 18 Ago 2017.

Farias, A. S.D, Medeiros, D., Ramon, H., & Cândido, G. A. (2016). CONTRIBUIÇÕES DE ECO-INOVAÇÕES PARA A GESTÃO AMBIENTAL DE ATIVIDADES PRODUTIVAS EM UM EMPREENDIMENTO DA CONSTRUÇÃO CIVIL. *Brazilian Journal of Management/Revista de Administração da UFSM*, 9(1).

FILHO, A. L. F. (2017). Eficiência Energética em Edificações - Estudo de caso Tribunal de Justiça de São Paulo [https://bibliotecatede.uninove.br/bitstream/tede/1627/2/Antonio%20Luiz%20Ferrador%20Filho.pdf]. Recuperado 17 de agosto de 2017, de



INEE, I. N. de E. E. (2013). Efici3ncia Energ3tica: por que desperdi3ar energia? Recuperado 9 de maio de 2017, de http://www.inee.org.br/eficiencia_o_que_eh.asp?Cat=eficiencia

MTE, M. do T. e E. NR17 - Ergonomia (2007). Recuperado de <http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR17.pdf>

PHILIPS, B. (2017). Philips LED L4mpada 8718696529324. Recuperado 17 de agosto de 2017, de <https://www.philips.com.br/c-p/8718696529324/led-lampada>

Rodrigues, J. A. C., Chico, F. D. de L., & Peters, L. (2016). L4mpada de LED para uso dom3stico: um breve estudo de viabilidade econ3mica. *Revista Brasileira de Ci3ncia do Solo, Vi3osa*, 37(4), 139.

Stall-Meadows, C., & Hebert, P. R. (2011). The sustainable consumer: an in situ study of residential lighting alternatives as influenced by infield education: The sustainable lighting consumer. *International Journal of Consumer Studies*, 35(2), 164–170. <https://doi.org/10.1111/j.1470-6431.2010.00987.x>

Vargas, M. C., & Mestria, M. (2015). Efici3ncia energ3tica em edifica3es residenciais: ilumina3o e refrigera3o. *XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produ3o, Fortaleza*. Recuperado de http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_214_267_26960.pdf