XIX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
ENTAC 2022

Ambiente Construído: Resiliente e Sustentável
Canela, Brasil, 9 a 11 novembro de 2022

Sistema de iluminação do CAD 3 - análise pela INI-C para *retrofit*

Lighting system CAD 3 - INI-C analysis and retrofit

Larissa Arêdes Monteiro
UFMG | Belo Horizonte | Brasil | lam2019@ufmg.br
Pâmela Rebecka Avelar
UFMG | Belo Horizonte | Brasil | plmrebecka@gmail.com
Daniella Barbosa Padilha
UFMG | Belo Horizonte | Brasil | dani.barbosa.padilha@gmail.com
Helder Gattoni Medeiros
UFMG | Belo Horizonte | Brasil | heldergattoni@ufmg.br
Roberta Vieira Gonçalves de Souza
UFMG | Belo Horizonte | Brasil | robertavgs@ufmg.br

Resumo

O objetivo deste trabalho é avaliar e melhorar a eficiência energética de uma edificação de ensino superior, com retrofit do sistema de iluminação elétrica, reforma do sistema elétrico e atendimento à NBR ISO/CIE 8595:2013, para classificação A, pela INI-C. A metodologia envolveu levantamento do sistema de iluminação e das plantas da edificação, simulação de iluminâncias, classificação do sistema atual e do sistema proposto e cálculo de retorno do investimento. Foi necessário atender à níveis de iluminância mais altos e, com a reforma, pode-se ainda reduzir 28% no consumo de energia para iluminação, com payback de 2,26 anos.

Palavras-chave: Eficiência energética. Iluminação. INI-C. NBR ISO/CIE 8995. Edificação de ensino.

Abstract

The objective of this work is evaluate and improve the energy efficiency of a higher education building, retrofitting the electrical lighting system, reforming the electrical system and complying to NBR ISO/CIE 8595:2013, for classification A, using INI-C. The methodology involved surveying the lighting system and building plants, simulation of illuminances, classification of the current and of the proposed system and payback time estimation. It was noticed that it was necessary to meet higher levels of illuminance, and with the retrofit, lighting energy consumption can still be reduced by 28%, with a payback time of 2,26 years.

Keywords: Energy efficiency. Lighting. INI-C. NBR ISO/CIE 8995. Educational building.

Como citar:
AVELAR, P. R.; MEDEIROS, H. G.; MONTEIRO, L. A.; PADILHA, D. B.; SOUZA, R. V. G. de. Sistema de iluminação do CAD 3 - análise pela INI-C para retrofit. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022, Canela. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. XXX-XXX.

INTRODUÇÃO

O setor brasileiro de edificações, anterior à pandemia de COVID-19, era responsável por cerca de 52% do consumo energético do país e, aproximadamente metade desse consumo adveio de edificações comerciais, residenciais e do setor público [6].

Desde a promulgação da Lei 10.295/2001, a “Lei de Eficiência Energética”, as edificações são indicadas como área para atenção do poder executivo quanto à promoção de mecanismos de eficiência energética. Assim, a Eletrobrás e o Inmetro lançaram o Programa Brasileiro de Etiquetagem e Edificações (PBE Edifica). As ações de eficiência energética em edificações podem ser agrupadas em duas vertentes: (i) aquelas com foco na promoção de construções arquitetonicamente sustentáveis e (ii) aquelas cujo foco de ação incide sobre o uso dessa energia dentro das edificações, ou seja, padrões de uso e equipamentos [6].

Nesse sentido, em 2010, foi aprovado o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (RTQ-C), que avalia o nível de eficiência energética das edificações comerciais, de serviços e públicas, através da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE). A ENCE classifica os equipamentos, veículos e edificações na faixa entre “A” (mais eficiente) à "E" (menos eficiente) [5].

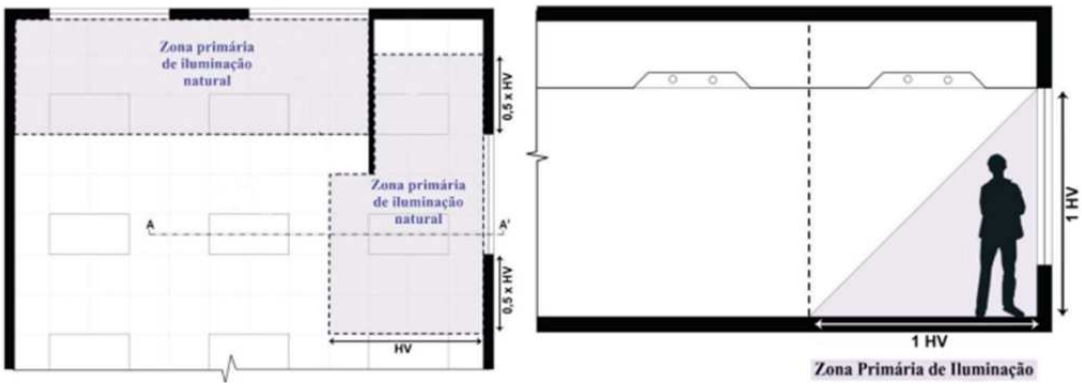
Segundo o PBE Edifica, até setembro de 2020, foram avaliadas 174 edificações comerciais, de serviços e públicas, e emitidas 257 etiquetas: 159 de projeto e 98 de edificações construídas [5].

Em fevereiro de 2021, através da Portaria Nº 42, para aproximar ainda mais os resultados da avaliação do consumo real das edificações, foi aprovada a Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C), com objetivo de aperfeiçoar critérios e métodos para classificação de eficiência energética de edificações existentes, além de estabelecer um novo formato de etiquetas que apresenta um conjunto complementar de informações e indicação de consumo de energia por uso final [5].

A avaliação do sistema de iluminação artificial pela INI-C pode ser feita pelos métodos de simulação ou simplificado. O método simplificado classifica a eficiência energética em função da Densidade de Potência Instalada (DPI) e, para classificação A, 90% da potência instalada deve atender a quatro pré-requisitos: 1) Potencial de Integração (Figura 1), 2) Contribuição de Luz Natural, 3) Controle Local e 4) Desligamento Automático [5].

Desde a publicação da INI-C para consulta pública, foram encontrados poucos trabalhos a respeito da análise da iluminação através da INI-C. O presente trabalho visa aplicar a nova metodologia e ampliar os conhecimentos sobre a Normativa.

Figura 1: Determinação do potencial de integração a partir do método simplificado da INI-C, com planta (à esquerda) e corte (à direita) da definição de zonas primárias de iluminação natural para aberturas laterais



Fonte: Brasil, 2021.

OBJETIVO

Avaliar a eficiência energética do sistema de iluminação atual do Centro de Atividades Didáticas 3, pelo método simplificado da INI-C, e propor *retrofit* do sistema para obtenção de classificação nível A, calculando o tempo de retorno do investimento.

MÉTODO

A metodologia se dividiu em cinco etapas. A primeira foi o levantamento do sistema atual de iluminação do edifício. A segunda foi a classificação do projeto atual, de acordo com o método simplificado da INI-C. A terceira foi a verificação dos níveis de iluminância exigidos na NBR ISO/CIE 8995:2013. Em quarto, foram propostas alterações no sistema de iluminação para melhoria da eficiência e atendimento à norma. Por último, foi estimado o tempo de retorno do investimento, através de *payback* simples, considerando o valor da redução anual na conta de luz.

OBJETO DE ESTUDO

A edificação selecionada para análise foi o Centro de Atividades Didáticas de Ciências Exatas (CAD 3), localizado no *campus* Pampulha da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), em Belo Horizonte. A análise do edifício faz parte do Projeto Oásis (UFMG), que visa a implementação de melhorias no *campus*, através de ações para a eficiência energética e a educação quanto ao uso de energia elétrica. O CAD 3 foi inaugurado em 2018, com área construída de 10.600 m², dividido em dois blocos: o Bloco 1 possui atividade principal de sala de aula e o Bloco 2, de auditório (Figura 3) [4].

Figura 2: Implantação do edifício CAD 3



Fonte: Google Earth, 2022.

O edifício possui 135 ambientes (Figura 3). As informações do projeto arquitetônico foram obtidas através das plantas e cortes em AutoCAD, imagens e visitas *in loco*. Informações do sistema de iluminação foram obtidas através do projeto elétrico e luminotécnico, disponibilizado pelo Departamento de Planejamento e Projetos da Universidade. O consumo médio de energia anual da edificação é de 63.653 kWh/ano.

O sistema de iluminação atual é constituído principalmente por luminárias de sobrepor, de lâmpadas fluorescentes tubulares T8 de 16W e 32W, com reatores (Figura 4).

Figura 3: CAD 3, entre blocos 1 e 2



Figura 4: interior de sala de aula do bloco 1



Fonte: Juliana Berzoini, 2019.

EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO EXISTENTE

Para classificação da eficiência do sistema de iluminação foi aplicado o método simplificado da INI-C 11[5]. Para todos os cálculos foi utilizada uma planilha Excel desenvolvida pelo Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética no Ambiente Construído da UFMG. A elaboração de uma planilha eletrônica que pudesse fazer análises de maneira automatizada foi fundamental na classificação, já que o processo de análise do sistema de iluminação se tornou mais complexo na INI-C [5].

Como a edificação tem projeto executivo datado de 2011, anterior à publicação da norma NBR ISO/CIE 8995 que estabelece os níveis de iluminação em ambientes de trabalho [1], estimava-se que alguns ambientes, como salas de aula, pudessem ter níveis de iluminação inferiores aos recomendados pela norma atual. Para tal, foi levantado o sistema de iluminação existente e calculadas os níveis de iluminâncias dos ambientes pelo método dos lúmens.

Na análise do sistema de iluminação artificial, foram levantados número de luminárias e fator de utilização (Ku), potência e fluxo luminoso das lâmpadas, dissipação dos reatores, divisão de circuitos para acendimento das luminárias e existência de dispositivos de acionamento. A área total iluminada da edificação foi calculada, descontadas as áreas de paredes, pilares, *shatfs* e elevadores. Após este levantamento foram calculados a Potência Instalada Total (PI_T) e Densidade de Potência Instalada (DPI). Com isso, fizeram-se cálculos de Densidade de Potência Instalada Limites para classificação A e D (DPI_{LA} e DPI_{LD}), Potência Instalada Limite para A e D (PI_{LA} e PI_{LD}) e estimado o "consumo real", conforme INI-C. Este consumo foi comparado ao consumo estimado para classificação de A a E, através do Método das Atividades do Edifício [5].

Em segundo, foram verificados os níveis de iluminância (E) nos ambientes, através do Método dos Lúmens, com aplicação da Equação *1*.

Equação 1:

$$E = \frac{N_{lum} \cdot N_l \cdot \varphi \cdot \mu \cdot d}{S}$$

Onde: N_{lum} = número de luminárias; N_l = número de lâmpadas; Φ = fluxo luminoso da lâmpada; μ = coeficiente de utilização; *d* = coeficiente de depreciação; *S* = área do ambiente.

Esta análise permitiu identificar ambientes que não atendem à norma NBR ISO/CIE 8995:2013. Com vistas ao *retrofit*, foram avaliados também o atendimento aos pré-requisitos para classificação A do sistema de iluminação [5]. Primeiro, foi analisado o Potencial de Integração entre o sistema de iluminação e a luz natural disponível, através do método simplificado. Desta análise, foram excluídos os ambientes que não possuem abertura para o exterior e ou com função de circulação (circulações, escadas e pilotis). Para os ambientes que possuíam projeções externas horizontais (brise e laje superior), foi calculado o fator de projeção. Para os ambientes propícios ao aproveitamento da luz natural, foram desenhadas as Zonas Primárias (ZP) em planta-baixa. Em segundo, foi avaliada a Contribuição de Luz Natural, onde foi verificado se as luminárias dentro das ZP possuíam acionamento independente das demais. Os espaços nos quais não foram desenhadas ZP, foram considerados como atendendo ao pré-requisito para fins de cálculo de potência. Em terceiro, foi analisado o Controle Local. Auditórios e circulações são considerados ambientes em que os dispositivos de controle devem ser restritos aos funcionários, por segurança, por isso foram excluídos de verificação deste. Para os demais ambientes, todos com áreas menores que 250 m², verificou-se se possuíam pelo menos um dispositivo para controle manual da iluminação interna de forma independente. Por último, foi verificado o Desligamento Automático da iluminação dos ambientes com área superior a 250 m². No objeto de

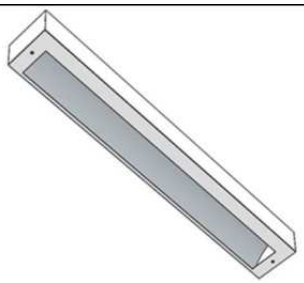
estudo, estes são apenas os auditórios e foram excluídos de verificação por se tratar de espaços onde o desligamento automático poderia oferecer riscos à integridade física dos usuários [5].

MELHORIA DE EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO

A proposta de melhoria da eficiência do sistema de iluminação foi feita em duas etapas. Primeiro foi sugerida a troca das luminárias e lâmpadas fluorescentes por luminárias de LED integrado. Para isso, foram levantados possíveis fornecedores junto à Associação Brasileira da Indústria de Iluminação [2]. A nova proposta excluiu os ambientes de auditórios, visto que esses requerem projeto luminotécnico específico.

Após pesquisas por luminárias mais eficientes e com bom custo-benefício, as luminárias LED selecionadas para compor o novo sistema de iluminação foram os modelos LCN05 (36W), LCN04 (18,5W) e NS041756-B (38W) da Lumicenter Lighting, com vida útil de 50.000 horas, ilustradas na Tabela 1 [8].

Tabela 1: Luminárias de LED propostas

		
Luminária LCN05	Luminária LCN04	Luminária NS041756-B

Fonte: Lumicenter, 2022.

De posse dos arquivos “ies” das luminárias, foram realizadas simulações computacionais no programa Dialux Evo para ambientes de circulação, salas de aula, laboratório, banheiro, vestiário, hall, cantina, copa de funcionários, sala de professores, depósitos, salas de tradução, cabine de gravação, sala de telecomunicação, salas com função de escritório e pilotis para dimensionamento da nova iluminação em LED e para verificação do atendimento dos níveis de iluminância exigidos na NBR ISO/CIE 8995 [1]. A luminária NS041756-B possui fluxo luminoso assimétrico e foi prevista exclusivamente em salas de aula e laboratório para iluminação dos quadros. Com o quantitativo de peças final, foi feito o orçamento com fornecedor.

Numa segunda etapa, foi proposta nova divisão de circuitos elétricos para acionamento da iluminação localizada nas Zonas Primárias.

ESTIMATIVA DE RETORNO DO INVESTIMENTO COM ALTERAÇÕES PROPOSTAS

Através das contas da Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG), foi possível identificar o gasto de energia elétrica anual e o valor do kWh. O ano-base considerado para análise foi 2019, anterior à eclosão da pandemia COVID-19 no Brasil que alterou o funcionamento das edificações com medidas de isolamento social.

Para avaliar o tempo de retorno (*payback*), foi considerado o valor do investimento como a diferença do valor de aquisição do sistema de iluminação LED com o valor de aquisição do sistema existente fluorescente, pois considera-se que as luminárias atuais serão reutilizadas em outros espaços do *campus*. O levantamento do investimento para aquisição das novas peças do sistema de iluminação LED foi feito através de orçamentos com o fornecedor via *e-mail*. O valor de aquisição do sistema de iluminação atual fluorescente foi levantado através da tabela SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) de Minas Gerais, de julho de 2022, considerado o valor das luminárias com lâmpadas e reatores equivalentes as instaladas no CAD 3.

Gitman [7] define *payback* como o período necessário para recuperar o capital investido. Para calculá-lo, utilizou-se do valor do investimento como a diferença do valor de aquisição entre as novas luminárias LED e as luminárias existentes fluorescentes. Foi considerado como valor economizado a diferença anual entre o consumo de energia elétrica esperado com as novas luminárias e com o sistema atual. O valor economizado foi corrigido para valor presente (VP), considerando a taxa de juros de 13,75%, referente a taxa Selic fixada pelo Banco Central em 03 de agosto de 2022 [3].

Equação 2: $VP = \frac{VF}{(1-i)^n}$

Onde: $VP =$ valor presente da redução anual na conta de energia em reais; VF = valor da conta de energia elétrica; i = taxa de juros do período entre cada parcela em porcentagem; n = número de períodos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises da iluminação artificial e da integração da luz natural são apresentados a seguir.

ANÁLISE DA INTEGRAÇÃO DA LUZ NATURAL

A área iluminada total da edificação é de 9.528 m². Na análise dos pré-requisitos, foram calculados fator de projeção (FP) para 52 ambientes. Desses, 13 não atenderam aos limites de FP, enquanto em 39 ambientes detectou-se Potencial de Integração da Luz, sendo esses: cantina, halls, 4 instalações sanitárias, laboratórios, salas de aula e de professores, totalizando 1.722 m² em área iluminada naturalmente, sendo 18% da área iluminada do prédio.

Para atendimento do pré-requisito de Contribuição da Luz Natural, detectou-se que mudanças na divisão de circuitos precisam ser feitas nos halls, 4 instalações sanitárias, laboratório, cantina e café, salas de aula e de professores, com áreas que correspondem à 36% da potência total instalada no edifício. Esses ambientes já possuem seções de acendimento em quantidade suficiente, mas precisam ser reformulados para que luminárias localizadas em ZP possam ter acendimento independente.

Através de entrevista com zeladores do prédio, estimou-se o tempo de uso da iluminação artificial diário, de cada ambiente, categorizados por suas funções. Considerando como base o ano de 2022, com 254 dias úteis, estimou-se o tempo de duração mínimo e máximo dessas peças instaladas, levando-se em conta o tempo de uso diário e a vida útil dessas. Para ambientes que utilizam as luminárias acesas 12 horas diárias, as novas luminárias terão duração aproximada de 16 anos. Para ambientes com uso de 1 hora diária, a duração aproximada é de 196 anos.

CLASSIFICAÇÃO DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO EXISTENTE E NOVO

O novo projeto para o sistema de iluminação elétrica totalizou 491, 325 e 135 peças, dos modelos LCN05, LCN04 e NS041756-B, respectivamente.

Com os resultados do tempo de uso diário da iluminação de cada ambiente, pôde-se estimar o consumo de energia do sistema atual e do sistema proposto, apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: tempo de uso da luz artificial acesa

Ambientes por função	Uso da luz acesa (hora/dia)	Potência instalada no sistema atual (W)	Potência instalada no sistema proposto (W)	Consumo atual (Wh/dia)	Novo consumo (Wh/dia)
Salas técnicas, salas de ar-condicionado, depósitos, DML's, despensa	1	1.669,00	894,50	333,80	178,90
Auditórios e vestiários	2	28.238,00	27.970,00[1]	11.295,20	11.1880[1]
Halls, escadas e circulações	5	24.205,00	7.851,80	24.205,00	7.851,80
Sala de atendimento, preparo e lavagem de alimentos, copa funcionários, cabine de gravação, laboratório, salas de professores, serviços gerais, salas de tradução	8	6.626,90	2.805,50	10.603,04	4.488,80
Salas de aula e instalações sanitárias	10	27.904,00	15.785,50	55.808,00	31.571,00
Cantina, café e suas circulações	12	4.698,40	1.911	11.276,16	4.586,40
TOTAL		**93.341**	**57.218**	**113.521**	**59.865**

Nota: [1] não foi proposta nova iluminação para auditórios. Fonte: os autores.

A Tabela 3 apresenta os resultados de Potência Instalada Total (PI_T) e Consumo, para o sistema de iluminação existente e para o sistema novo, feito pelo Método das Atividades do Edifício, para classificação A e D.

Tabela 3: Resultados para redução de consumo

PI_T sistema existente:	93.341 W	PI_{LA}:	87.512 W
Consumo existente estimado:	149.346.080 Wh/ano	PI_{LD}:	133.237 W
PI_T sistema novo:	57.218 W	Consumo limite A:	140.018.990 Wh/ano
Consumo real novo:	91.549.280 Wh/ano	Consumo limite B:	213.179.683 Wh/ano

Fonte: os autores.

A Tabela 4 mostra os resultados da análise da classificação. À esquerda, está a escala criada para classificação, resultante dos cálculos de DPI. À direita, mostra as classificações parciais, advindas do cálculo de redução de consumo da iluminação ($RedC_{IL}$) e do atendimento aos pré-requisitos para integração da luz natural, e finais, para os sistemas de iluminação existente e novo.

Tabela 4: Escala de classificação

A	B	C	D	E
≥ 33	> 22 ≥ 33	> 11 ≥ 22	≥ 0,11	> 11

Sistema	$RedC_{IL}$	Atendimento pré-requisitos	Classificação final
Existente	30%	61%	B
Novo	57%	95%	A

Fonte: os autores.

Avaliando o consumo de energia elétrica da edificação, total de 210.000 kWh/ano, foi identificado que 59% desse consumo atual advém da iluminação. Com os resultados apresentados (Tabela 4), foi possível perceber que, com a implantação do novo sistema de iluminação LED, haveria uma redução de 28% no consumo total de energia anual (63.653 kWh/ano).

ESTIMATIVA DE RETORNO DO INVESTIMENTO COM ALTERAÇÕES PROPOSTAS

Pela análise das contas da CEMIG, o gasto de energia elétrica, em 2019, foi de 210.000 kWh. Disso, identificou-se que o valor médio do kWh foi de R$ 0,61. O consumo de energia com iluminação foi estimado como sendo 59% do total, ou seja, 128.100 kWh/ano.

O custo do sistema de iluminação atual foi levantado em R$ 152.441,39. Para o levantamento deste valor foram consideradas 104 luminárias com duas lâmpadas de 18W e 657 luminárias com duas lâmpadas de 36W, código SINAPI 00003811 e 00003799, respectivamente. As luminárias que não tiveram equivalência encontrada no SINAPI foram desconsideradas para o levantamento de custo do sistema existente.

O projeto novo contou com 951 peças de iluminação LED, com orçamento de R$ 228.050,01 obtido em outubro de 2021. Considerando-se as mesmas horas de uso para o sistema de iluminação, o consumo estimado com o novo sistema ficou em R$ 89.272 kWh/ano, o que gera uma economia de 38.828 kWh/ano, ou seja, de R$ 23.685,00/ano.

A Tabela 5 apresenta capital investido, valor economizado corrigido para valor presente, taxa de juros considerada e tempo de *payback*.

Tabela 5: *Payback* do investimento

Período	Valor Economizado (VP)	Saldo
Ano 0	-R$ 80.891,64	-R$ 80.891,64
Ano 1	R$ 38.828,39	-R$ 42.063,25
Ano 2	R$ 34.134,85	-R$ 7.928,40
Ano 3	R$ 30.008,66	R$ 22.080,26
Ano 4	R$ 26.381,24	R$ 48.461,50
Ano 5	R$ 23.192,30	R$ 71.653,79

Juros/ano (%)	13,75
Ano de retorno	2
Payback (anos)	**2,26**

Fonte: os autores.

Este tempo de retorno do investimento, calculado para 2,26 anos, leva em consideração não apenas a modernização e eficientização do sistema, mas também sua adequação aos níveis de iluminância determinados pela NBR ISO/CIE 8995:2013. Ressalta-se que as salas de aula e laboratório apresentam uma iluminância média estimada de 300 lux e que o sistema proposto atualizou este nível de iluminação para 500 lux. Como as salas de aula representam 26% da potência instalada, este acréscimo de potência é responsável por um prolongamento do tempo de retorno. Como não foram encontradas luminárias equivalentes para alguns modelos existentes no SINAPI, o tempo de retorno do investimento no sistema LED é ainda menor.

CONCLUSÃO

Apesar de ser uma edificação nova, inaugurada em 2018, percebeu-se que a eficiência energética do sistema de iluminação pode ser potencializada com o uso de tecnologias mais eficientes, como o LED, e reformulações na divisão de circuitos de alguns ambientes, para melhor integração com a luz natural.

Na aplicação da metodologia da INI-C, houve dificuldades em seguir a sequência proposta pela norma, sendo necessária a inversão de alguns passos metodológicos. Foi fundamental a sistematização de dados em planilhas para registro e tratamento das informações ao longo do processo. Notou-se ainda que uma barreira para sua aplicação é a necessidade de mão de obra especializada.

Percebeu-se que o valor de investimento com a reformulação do sistema de iluminação compensa em ganhos na vida útil do edifício. O investimento, que pode ser recuperado em curto prazo (2,26 anos), é fundamental para o aumento de níveis de iluminância exigidos na norma vigente, e implicará em menor necessidade de manutenção a longo prazo, visto que o sistema atenderá a demanda de luz artificial por pelo menos 16 anos.

Por fim, concluiu-se que a ENCE é uma ferramenta eficiente para propiciar edifícios mais sustentáveis, menos consumidores de energia elétrica e com maior conforto para os usuários.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Minas Gerais e à FAPEMIG pelo fomento à pesquisa e participação no evento.

REFERÊNCIAS

[1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR ISO/CIE 8995-1**: Iluminação de ambientes de trabalho - Parte 1: Interior. Rio de Janeiro, 2013.

[2] ABILUX. **Associação Brasileira da Indústria de Iluminação**: Associados. São Paulo, 2022. Disponível em: https://www.abilux.com.br/associados/. Acesso em 05 out. 2021.

[3] BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Histórico das taxas de juros fixadas pelo Copom e evolução da taxa Selic**. Banco Central do Brasil, 2022. Disponível em: https://www.bcb.gov.br/controleinflacao/historicotaxasjuros. Acesso em 09 ago. 2022.

[4] BERZOINI, Juliana. **Projeto do CAD 3 é apresentado no principal site de divulgação da arquitetura mundial**. UFMG Comunicação, 2020. Disponível em: https://ufmg.br/comunicacao/noticias/projeto-do-cad-3-e-apresentado-no-principal-site-de-divulgacao-da-arquitetura-mundial. Acesso em 10 mar. 2022.

[5] BRASIL. INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA - INMETRO. **Instrução Normativa para a classificação de eficiência energética de edificações comerciais, de serviços e públicas**. Portaria Nº 42, de 24 de fevereiro de 2021. Brasília, 2021, 133 p.

[6] Empresa de Pesquisa Energética. **Ações para promoção da Eficiência Energética nas edificações brasileiras**: no caminho da transição energética. MME/EPE, 2020. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Documents/NT%20DEA-SEE-007-2020.pdf. Acesso em 02 fev. 2022.

[7] GITMAN, L. J. **Princípios de Administração Financeira**. 8ª edição. São Paulo: Harbra, 2002.

[8] LUMICENTER LIGHTING. **Catálogo de produtos**: Linhas Comercial e Industrial. São Paulo, 2022. Disponível em: https://www.lumicenteriluminacao.com.br/catalogo/lcn-ecn-c149/. Acesso em: 05 out. 2022.