



MODERNIZAÇÃO DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO - GINÁSIO ESPORTIVO LUIS EDUARDO MAGALHÃES: PROJETO E VIABILIDADE ECONÔMICA.

Felipe M. S. Ferreira¹; Joana C. F. Leite²; Rodney J. S. Silva³

RESUMO: *O presente documento elabora uma proposta de modernização do Sistema de Iluminação do Ginásio Esportivo Luis Eduardo Magalhães, viabilizando a readequação do deficiente sistema de iluminação atual, contemplando um novo projeto a partir de iluminação LED, em conformidade com a ABNT NBR 8995-1, bem como as demais legislações e normativos pertinentes para a elaboração de projetos luminotécnicos. Além da proposta de modernização, busca-se abordar a viabilidade econômica de implantação do novo projeto, a partir de análises da eficiência energética, bem como fatores de manutenção do sistema proposto e análises da adequação tarifária e histórico de consumo junto a concessionária.*

PALAVRAS-CHAVE: *Projetos luminotécnicos; Sistema de Iluminação LED; Eficiência Energética; Manutenção.*

1. INTRODUÇÃO

Um projeto luminotécnico é primordial para garantir um bom nível de iluminamento nos ambientes a projetados. Para garantir a execução de um bom projeto de iluminação, é necessário apresentar os seguintes pontos fundamentais: Nível de iluminamento necessário para as atividades exercidas, distribuição espacial de luz nos ambientes dimensionados, escolha da coloração da luminária e seu respectivo rendimento, escolha apropriada dos aparelhos de iluminação, tipo de execução dos pisos e paredes e iluminação de acesso. Tais pilares caracterizam a abordagem da engenharia para o dimensionamento de projetos luminotécnicos, parametrizado com as vertentes normativas que regem os aspectos técnicos para projeto (MAMEDE, *et al.* 2007, p. 40).

¹ Afiliação: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia
E-mail: felipemsferreira@gmail.com

² Afiliação: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia
E-mail: joanacarolinaleite@hotmail.com

³ Afiliação: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia
E-mail: rodneyjoedson@gmail.com



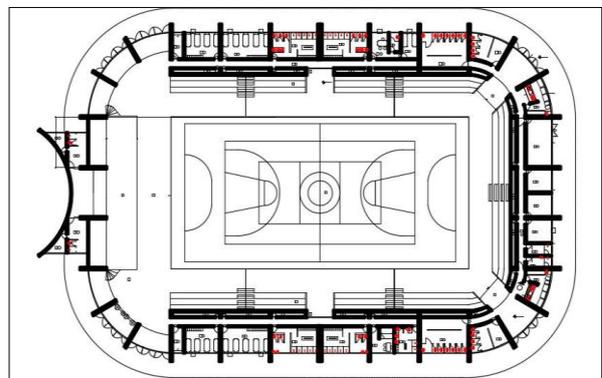
É importante conhecer alguns conceitos básicos de luminotécnica, tais como o conceito de Iluminância, ou nível de luminamento, que de acordo com Hélio Creder seria a densidade superficial do fluxo luminoso recebido em uma determinada área, sua medição é dada em *lux*, enquanto o fluxo luminoso dos equipamentos, são medidos em *lúmens* (CREDER, *et al.* 2007, p.163).

Este artigo objetiva apresentar uma proposta de modernização do sistema de iluminação do Ginásio Esportivo Luis Eduardo Magalhães, localizado na Avenida Apolônio Sales, nº 292, Centro, cidade de Paulo Afonso, no estado da Bahia, utilizado no espaço cultural e esportivo da cidade, onde são realizados campeonatos municipais e regionais de esportes em abrangentes vertentes esportivas. A partir de análises e medições realizadas “*in loco*” utilizando um Luxímetro – Immipa: modelo MLM-1011- verificou-se o déficit dos níveis de iluminamentos dos ambientes ao serem comparados com os parâmetros nos normativos, foi realizada a proposta para a projeção de um novo sistema de iluminação a partir de tecnologia LED (Light Emitting Diode).

Figura 1: Detalhes - Ginásio Esportivo Luis Eduardo Magalhães



(a)



(b)

Fonte: Autores

Utilizou-se o *Software Dialux Evo 7.1* para dimensionamento do novo sistema de iluminação proposto para *retrofit* do sistema atual. Além disso, realizou-se detalhamento de aspectos técnicos e econômicos de viabilidade para implantação do sistema projetado.

2. METODOLOGIA

O projeto trata-se de um estudo de caso, realizado com pesquisa exploratória e comparativo entre os dados coletados com medições “*in loco*”, com os dados disponíveis nas bibliografias técnicas inerentes a execução de projetos luminotécnicos. A normatização técnica vigente e presente na execução desse artigo, refere-se a ABNT NBR 8995-1:2013 – Iluminação de ambientes



de trabalho - Parte 01: Interior, os níveis de iluminação previstos em tal normativo para os ambientes estudados, é disposto na Tabela 1 deste artigo.

Tabela 1 – Níveis de iluminação parametrizados pelas normas vigentes

Ambientes	Iluminância (Lux)
Quadra Poliesportiva	300
Arquibancadas	100
Palco de Eventos	200
Áreas Administrativas	500
Áreas de Apoio	200

Fonte: ABNT NBR 8995-1 – Iluminação de ambientes de trabalho – Parte 01: Interiores

A partir das medições realizadas nas locações da estrutura com o luxímetro, pôde-se realizar o comparativo entre os dados coletados e a pesquisa bibliográfica, os valores medidos estão dispostos na Tabela 2. É importante salientar, que foi o sistema de iluminação atual dispõe de luminárias do tipo vapor de mercúrio nas regiões da quadra poliesportiva existente interiormente na estrutura, lâmpadas fluorescentes tubulares nas locações gerais, tais como administrativas e de apoio.

Tabela 2 - Níveis de iluminância medido com aparelho luxímetro “*in loco*”

Ambientes	Iluminância (Lux)
Quadra Poliesportiva	126
Arquibancadas	52
Palco de Eventos	71
Áreas Administrativas	550
Áreas de Apoio	450

Fonte: Autores

Ao realizar a comparação entre os valores indicados pela normatização vigente em relação aos dados aferidos no local, nota-se a deficiência do sistema de iluminação existente atualmente na estrutura. Desse modo, surge a proposta de um novo projeto para modernização do sistema de iluminação atual, priorizando o *retrofit* de luminárias para o tipo LED.

2.1 Dimensionamento do sistema de iluminação

O dimensionamento do projeto luminotécnico foi realizado através do *software Dialux Evo 7.1*, para dimensionamento do sistema de iluminação, bem como a simulação das curvas de distribuição dos ambientes projetados de modo a verificar o atendimento dos parâmetros normativos no projeto. Através do software, pôde-se realocar os pontos de iluminação garantindo a distribuição adequada e

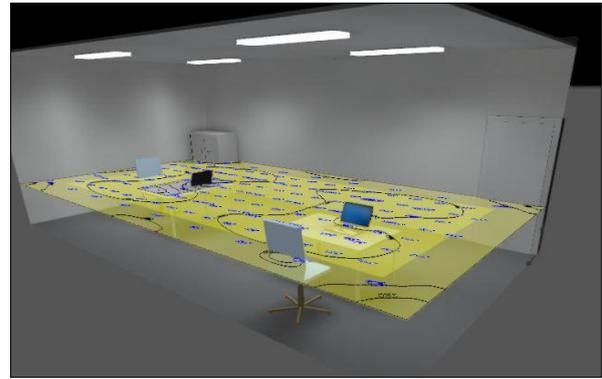


eficiente do fluxo luminoso dos equipamentos e analogamente os níveis de iluminamentos dos setores projetados.

Figura 2: Simulações realizadas no Software Dialux Evo 7.1



(a)



(b)

Fonte: Autores

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Realizados a distribuição e simulação dos ambientes projetados no software Dialux Evo 7.1, pôde-se reorganizar a localização dos pontos de luz do novo sistema de iluminação proposto contemplando luminárias a partir de tecnologia LED's (Light Emissor Diode).

3.1 Distribuição das luminárias

O novo projeto de *retrofit* do sistema de iluminação do Ginásio Luis Eduardo Magalhães obteve características similares a quantificação de luminárias já existentes no local, porém com luminárias de tecnologia LED e possuindo maior fluxo luminoso. A quantificação e determinação do modelo de luminárias é disposto na Tabela 3, bem como dados específicos dos equipamentos propostos.

Tabela 3 – Dimensionamento de luminárias no projeto

Ambiente	Nº de Luminárias	Tipo de Luminária	Fluxo luminoso (lúmens)	Potência (W)
Quadra Poliesportiva	18	LHB10-S3M840	25.170	231
Arquibancadas	36	LHB07-S4000840	4.200	38
Palco de Eventos	10	LHB01-S3M750	11.990	113
Áreas	24	EAA08-	3.850	37



Administrativas		S3500830		
Áreas de Apoio	40	EAA08- S3500830	3.850	37

Fonte: Autores

É importante salientar que o projeto, dispõe de um ambiente de 3.550,00 m² contemplando diversos cômodos internos localizados abaixo das áreas de arquibancadas, sendo eles considerados como áreas de apoio, tais como vestiários, depósitos, banheiros e lanchonetes, e áreas administrativas, sendo escritórios e salas de reuniões.

A partir da quantificação de luminárias dimensionadas no software conseguiu-se atender os parâmetros exigidos pelas referências normativas indicadas na legislação e Associação Brasileira de Normas Técnicas para as atividades realizadas. A Tabela 4 apresenta os parâmetros do projeto dimensionado com o sistema LED proposto.

Tabela 4: Dados simulados de níveis de luminamento nos ambientes projetados

Ambiente	Illuminância Mínima (lux)	Illuminância Média (lux)	Uniformidade
Quadra Poliesportiva	300	304	1,01
Arquibancadas	31,3	178	0,17
Palco de Eventos	72,2	269	0,26
Áreas Administrativas	306	500	0,62
Áreas de Apoio	23,1	362	0,155

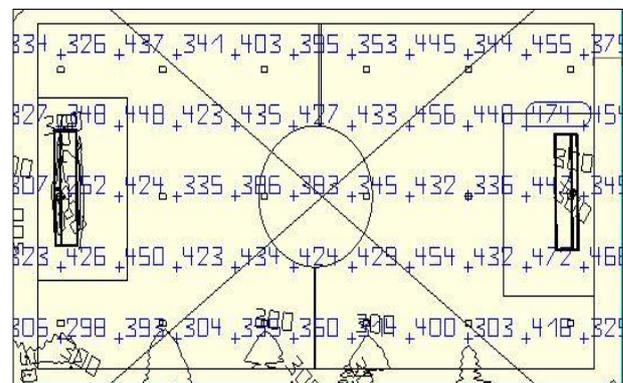
Fonte: Autores

Nota-se o plausível nível de luminamento médio em confronto com os estabelecidos pelo normativo específico para os ambientes e atividades exercidas, conforme vistos anteriormente na Tabela 1, mantendo adequado o sistema de iluminação das diversas áreas do ginásio poliesportivo.

Figura 3: Detalhes de níveis de luminância nos ambientes dimensionados no Software Dialux Evo 7.1



(a)



(b)

Fonte: Autores



Além disso, houve a preocupação de buscar atingir uniformidade elevada para áreas que as atividades exercidas sejam de maior foco e necessitem de maior uniformidade nos planos de trabalho, sendo eles a quadra poliesportiva e as áreas administrativas.

3.2 Eficiência energética do sistema de iluminação LED

O estudo comparativo entre o sistema de iluminação proposto em projeto, e um sistema de iluminação com lâmpadas de Vapor de Mercúrio, equipamentos utilizados atualmente no local, foi realizado visando averiguar as diferenças entre o consumo de ambas, disposto na Tabela 5. É importante salientar que considerou-se o funcionamento do Ginásio Esportivo Luis Eduardo Magalhães entre as 17:30 horas e 22:30 horas para utilização da iluminação na Quadra Poliesportiva.

Tabela 5: Consumo Energético: iluminação LED x iluminação à Vapor de Mercúrio

Luminária	Lâmpada Vapor Mercúrio 400W E40 HPL N 3,900K	LHB10-S3M840 (LED)
Fluxo Luminoso (lm)	22.000	25.170
Potência (W)	400	231
Eficiência (lm/W)	55	108,96
Vida útil (horas)	16.000	50.000
Período Útil – Utilização	9 anos	27 anos
Consumo Unitário Mensal	40,00 kWh	23,10 kWh
Consumo do Sistema Mensal	720,00 kWh	415,80 kWh

Fonte: Autores

A partir dos dados acima dispostos, nota-se a discrepância em nível de consumos ao confrontar os valores de consumo, contabiliza-se um eficiência do sistema LED superior em 98,11% a eficiência do sistema a vapor de mercúrio. O consumo energético entre ambos os sistemas, quando analisados, verificou-se uma economia de 73,16% do sistema com tecnologia LED em relação ao outro sistema, podendo concluir que o sistema proposto apresenta em seus equipamentos uma potência inferior para suprir os mesmos níveis de fluxo luminoso que atenda as exigências técnicas.

3.3 Manutenção

A manutenção preventiva do sistema consiste na realização da limpeza das luminárias existentes durante o período de vida útil das mesmas são trabalhadas com uma queda de eficiência de 1% a



cada 02 meses de utilização. A manutenção preventiva do Sistema de iluminação projetado deve ser realizada no período de 41 meses, garantindo uma atuação mínima de 80% do sistema, considerando aspectos de limpeza e desgaste devido à utilização das luminárias. O Gráfico 01 apresenta o decaimento no fluxo luminoso das lâmpadas devido a exposição natural a intempéries do ambiente a qual encontra-se instalado, contemplando o decaimento mensal, até o momento de realização da manutenção preventiva realizada e normalização do sistema.

A manutenção corretiva é caracterizada na troca de luminárias devido a ultrapassagem de vida útil das mesmas. As luminárias LED, possuem vida útil de 50.000 horas, caracterizando uma expectativa para manutenção corretiva e período útil da luminária de 27 anos previsto a partir da sua utilização (05 horas diárias, conforme previsto em tópico anterior).

3.4 Excedente de energia reativa no circuito

Foi realizado um estudo energético utilizando o histórico de consumo e demanda últimos meses para verificar o tipo de contrato junto à concessionária e poder realizar análises e possibilitar melhorias no sistema instalado no local. É importante frisar que a parametrização de tal estudo com a Resolução nº 414 imposta pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2010). O Ginásio Poliesportivo dispõe de um contrato de Grupo A, classificando-se como subgrupo A4 Convencional, poder público/Municipal, conforme estabelece a Companhia de Energia Elétrica da Bahia – COELBA, concessionária responsável pelo fornecimento de energia elétrica para o local.

Verificou-se um excedente de energia reativa média de 270,60 kVar no sistema elétrico atual, causando prejuízo econômico devido a essa variável excedente. A partir de um estudo de carga no local, notabilizou-se que a proveniência desse fator, deve-se a elevada quantidade de reatores para as luminárias de vapor de mercúrio utilizadas, uma vez que tais luminárias necessitam de reatores para o seu funcionamento, sendo eles uma fonte de distúrbio na rede devido o baixo fator de potência que tais equipamentos apresentam em quantidades elevadas, gerando um cumulativo de energia reativa e ocasionando em tarifas desnecessárias.

O sistema de iluminação LED não necessita de reatores para o seu funcionamento, desse modo a energia reativa não seria uma variável custeada, possibilitando maior economia energética ao ambiente projetado.



3 CONCLUSÕES

O Ginásio Esportivo Luis Eduardo Magalhães dispõe de um sistema de iluminação abaixo dos padrões mínimos de exigências normativas para níveis de iluminamento, desse modo a readequação do sistema atual mostrou-se primordial para a utilização esportiva e de eventos no ambiente.

O custo benefício para a proposta de Modernização, ou *Retrofit*, mostrou-se satisfatório nos aspectos de consumo energético, visto que as luminárias LED dispõem de uma tecnologia que atende um elevado fluxo luminoso do equipamento, com uma potência ativa inferior as tecnologias de vapor de mercúrio para iluminação, contabilizando uma economia de 73,16% em comparação com o consumo necessário desse último, o custeio do excedente de reativo causado pela grande quantidade de reatores das luminárias seria extinto devido a ausência de reatores nas luminárias de tecnologia LED, viabilizando em maior economia na conta de energia..

Além disso, o fator manutenção apresenta mais uma vantagem, referente ao custeio e período de manutenções corretivas, visto que a vida útil das luminárias com tecnologia LED chegam em média a 50.000 horas, enquanto as demais possuem em média 16.000 horas de vida útil, ou seja, teoricamente o sistema proposto, em análise a utilização do ambiente, estima de uma vida útil de 42 anos, enquanto o sistema à vapor de mercúrio estima de uma vida útil em cerca de 14 anos.

A partir das análises realizadas, indica-se a execução do projeto proposto com uma tecnologia mais recente, econômica em relação ao consumo energético, com maior eficiência e segurança do equipamento, possibilitando menor custeio com manutenções e consumo de energia junto a concessionária.

4 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO/CIE 8995**: Iluminação de Ambientes de Trabalho – Parte 01: Interior. 2013;

MAMEDE, João Filho. **Instalações Elétricas Industriais**, 7ª ed. Rio de Janeiro: Editora LDC. 2007;

CREDER, Helio. **Instalações Elétricas**, 15ª ed. Rio de Janeiro: Editora LTC. 2007.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Normativa nº 414**. 2010. Disponível em:< <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2010414.pdf>> Acesso em: 20 de abr. 2018.