

Estudo de caso: deficiência da iluminação das quadras de esportes da universidade do estado de Minas Gerais - unidade Ituiutaba-MG

Case study: deficiency of the lighting of the sports courts of the state university of Minas Gerais - unit Ituiutaba-MG

DOI:10.34117/bjdv7n7-214

Recebimento dos originais: 07/06/2021

Aceitação para publicação: 08/07/2021

Saulo de Moraes Garcia Júnior

Mestre em Engenharia Elétrica-UFU

Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG
saulo.junior@uemg.br

Andréia Silva Oliveira

Bacharelada em Engenharia Elétrica.

Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG
andreia.soliveira94@gmail.com

Fábio Antônio dos Santos Alves

Bacharelado em Engenharia Elétrica.

Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG
fabio.alves.eel@gmail.com

Adriana de Souza Guimarães

Mestre em Ciência da Computação-UFU

Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, s/n, Universitário, Ituiutaba – MG
adriana.guimaraes@uemg.br

RESUMO

O presente estudo de caso compõe-se em identificar e apresentar as causas e soluções para a deficiência do sistema de iluminação das quadras de esportes da UEMG– Unidade Ituiutaba, que consiste de uma quadra poliesportiva e duas quadras de peteca. Para identificação das deficiências foi utilizado como método, revisão bibliográfica, pesquisa de campo exploratória onde foram feitas coletas de dados utilizadas para a fundamentação do estudo. Para as propostas de melhoria foi utilizado o software DIALux Evo 8.2 para a realização dos cálculos de dimensionamento e desenvolvimento do projeto, e como parâmetro foram utilizados conceitos de luminotécnica em conjunto com a Norma Regulamentadora NBR 8837– Iluminação esportiva.

Palavra - Chave: Iluminação, Iluminação Esportiva, LED.

ABSTRACT

This case study consists of identifying and presenting the causes and solutions for the deficiency of the lighting system in the sports courts at UEMG – Ituiutaba Unit, which consists of a multi-sport court and two shuttlecock courts. To identify the deficiencies, the method used was a literature review, exploratory field research where data collections were used to support the study. For the improvement proposals, the DIALux Evo 8.2 software was used to perform the sizing calculations and project development, and as a parameter, lighting technology concepts were used in conjunction with the Regulatory Standard NBR 8837 – Sports Lighting.

Keywords: Lighting, Sports Lighting, LED.

1 INTRODUÇÃO DO ESTUDO DE CASO

Este artigo foi realizado nas quadras de esportes da UEMG – Unidade Ituiutaba, onde são ministradas as aulas práticas do curso de Educação Física e onde os alunos de todos os cursos da unidade praticam esportes como peteca, futsal, basquete, vôlei, e handebol.

Projetos de iluminação devem ser feitos visando atender requisitos definidos pelas normas, com o propósito de dimensionar a iluminação de acordo com as necessidades dos ambientes. Então, a iluminação projetada deve estar adequada de modo que todos tenham plena percepção do local. Logo, é de suma importância nas análises da área a ser iluminada, considerar que a visão das pessoas responde de diferentes maneiras aos níveis de luminância.

A iluminação bem dimensionada de quadras se torna fundamental para a prática de esportes, principalmente em períodos noturnos. Refletores que proporcionam um nível de luminância adequado são primordiais para que toda a quadra esteja apta para a melhor utilização dos atletas.

A estrutura atual de iluminação das quadras, é composta de lâmpadas a vapor de sódio que funcionam mediante a descarga elétrica em um tubo de vidro contendo gases em seu interior, que transforma a energia elétrica em energia luminosa, sendo que estes gases podem contaminar o solo quando as lâmpadas são descartadas. Lâmpadas a vapor de sódio necessitam de reatores para sua ignição e funcionamento, o que pode levar até 15 minutos para o reacendimento completo, após uma oscilação de energia.

De acordo com o Projeto Político Pedagógico do curso de Licenciatura em Educação Física da UEMG (2016), a construção das quadras para as atividades do curso se deu a partir de 2007, tendo o curso iniciado suas atividades em fevereiro de 2008, em

regime anual. Consta ter na infraestrutura do curso, uma quadra poliesportiva e duas quadras oficiais de peteca. Dada a importância que as quadras têm para o curso de Licenciatura em Educação Física, e considerando que o mesmo possui aulas no período noturno, este trabalho visa analisar a viabilidade de implantação de uma nova iluminação com a substituição das lâmpadas a vapor de sódio por lâmpadas LED, que são resistentes a vibrações, não possuem problemas de queima ou falha de filamentos, não possuem metais pesados na sua composição, e ainda possuem controle óptico que garante à luz chegar ao local desejado, fornecendo uma luz mais uniforme. Lâmpadas a vapor de sódio também emitem calor, o que torna o ambiente extremamente desconfortável para os usuários, o que faz com que as lâmpadas LED, que não esquentam, deixem o ambiente mais confortável.

Sendo assim, o trabalho tem como justificativa mostrar a importância de um apropriado sistema de iluminação para as quadras de esportes e considerando que a área possui uma quadra poliesportiva (vários esportes), o ideal é que a iluminação fornecida seja ideal para todos eles. A partir disso, foi feito o projeto utilizando alguns padrões para que não haja ofuscamento para os atletas, alunos do curso de Licenciatura em Educação Física, e para todos os alunos da unidade que também utilizam as quadras para recreação.

1.1 LOCALIZAÇÃO

O estudo foi desenvolvido nas Quadras de Esportes da Universidade do Estado de Minas Gerais localizada na cidade de Ituiutaba – MG, na Rua Vereador Geraldo Moisés da Silva, Bairro Universitário. A figura 1 mostra a UEMG – Unidade Ituiutaba.

Figura 1 - Universidade do Estado de Minas Gerais

Fonte: Elaborada pelos autores, 2019

1.2 ANÁLISE DO LOCAL

A análise para implementação de ações visando identificar e apresentar as causas e soluções para a deficiência do sistema de iluminação será realizada em todas as quadras de esportes da UEMG. As quadras de esportes da universidade tem seu layout distribuído em dois ambientes, sendo divididos em uma quadra poliesportiva e duas quadras de peteca. Ambos não têm cobertura, paredes elevadas e estão com suas demarcações (pinturas) defasadas. As quadras não possuem bebedouros, banheiros e vestiários. A figura 2 mostra a quadra poliesportiva da UEMG.

Figura 2 - Quadra Poliesportiva

Fonte: Elaborada pelos autores, 2019

A figura 3 mostra as quadras de peteca.

Figura 4 - Quadras de peteca



Fonte: Elaborada pelos autores, 2019

1.3 AVALIAÇÃO DA ILUMINAÇÃO INSTALADA

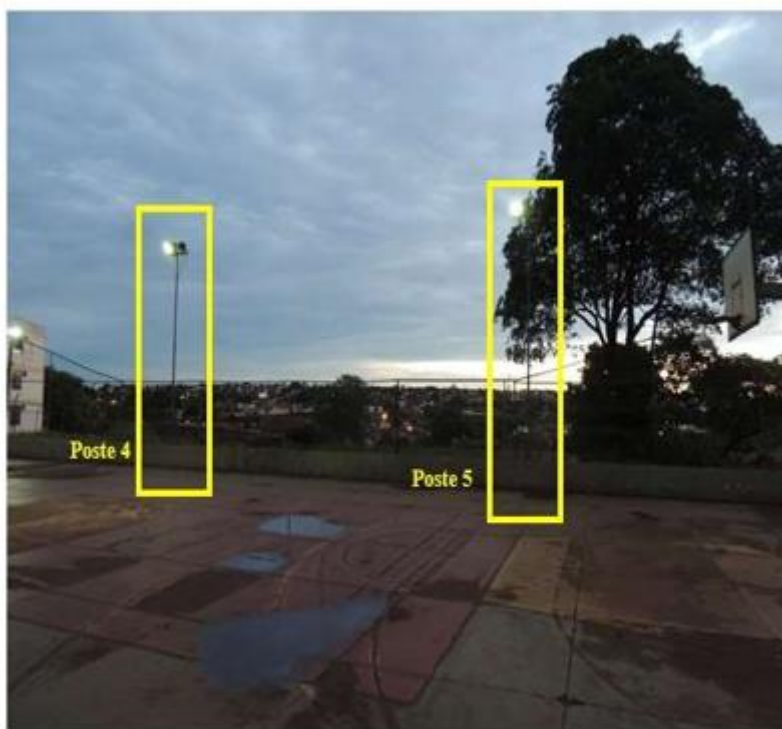
Foram solicitados os projetos arquitetônico e elétrico na secretaria da UEMG para que através dele pudéssemos analisar se houve alguma falha na execução do mesmo. Porém, não foi disponibilizado o projeto para análise, pois a secretaria alegou não ter posse deste documento. Então, através de uma pesquisa de campo exploratória, foram feitas coletas de dados utilizadas para a fundamentação do estudo de caso.

As estruturas de iluminação da quadra poliesportiva e das quadras de peteca são compostas por oito conjuntos de três luminárias cada, no total de vinte e quatro lâmpadas a vapor de sódio de alta pressão de 250W da marca Philips, que necessitam de reatores para seu funcionamento. Seis conjuntos de luminárias estão fixados em postes individuais e dois conjuntos de luminárias estão fixados em um único poste.

Conforme figuras 5 e 6, pode-se ver que nas quadras poliesportivas existem dois postes de cada lado com três luminárias cada um.

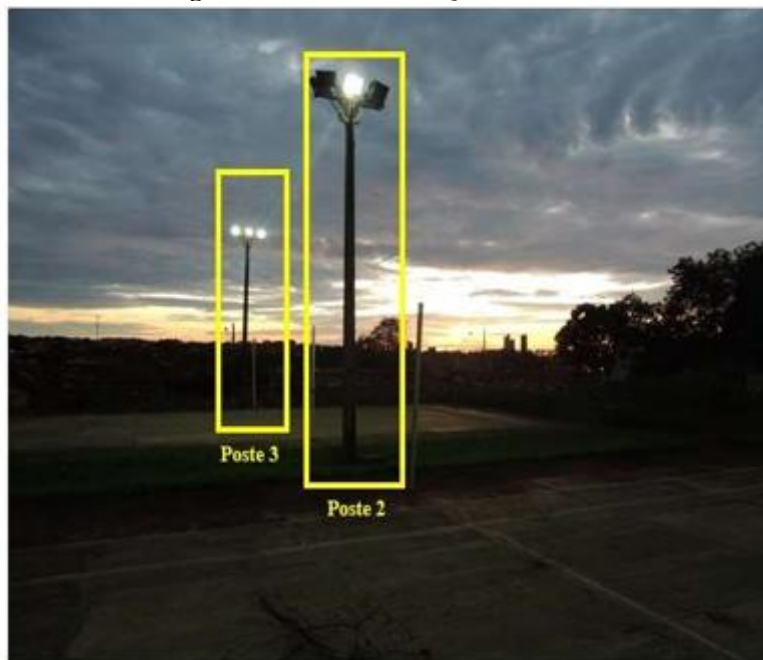
Figura 5 - Postes 6 e 7 – Quadra poliesportiva

Fonte: Elaborada pelos autores, 2019

Figura 6- Postes 4 e 5 – Quadra poliesportiva

Fonte: Elaborada pelos autores, 2019

A figura 7 mostra a distribuição dos postes da quadra de peteca 2, sendo de um lado o poste 3 com três luminárias, e do outro lado o poste 2 com dois conjuntos de três luminárias para iluminar as quadras de peteca 2 e 1 simultaneamente.

Figura 7 - Postes 3 e 2 – Quadra Peteca 2

Fonte: Elaborada pelos autores, 2019

A figura 8 mostra a iluminação da quadra de peteca 1, de um lado o poste 1 com três luminárias, e do outro lado, na divisa com a quadra de peteca 2 existe o poste 2, que com dois conjuntos de três luminárias ilumina as quadras de peteca 1 e 2.

Figura 8 - Postes 2 e 1 – Quadra Peteca 1

Fonte: Elaborada pelos autores, 2019

A tabela 1 mostra os dados da estrutura de iluminação, para um melhor entendimento.

Tabela 1- Dados da instalação de iluminação das quadras

	Quadra poliesportiva	Quadra peteca 1	Quadra peteca 2
Tipo de lâmpada	SON/T W-RE	SON/T W-RE	SON/T W-RE
Número de postes	4	2	2
Altura dos postes (metros)	7	7	7
Número total de luminárias	12	6	6
Número de Luminárias por poste	3	3	3
Número total de lâmpadas	12	6	6
Número de lâmpadas por luminária	1	1	1
Potência da lâmpada (Watts)	250	250	250
Fluxo Luminoso por lâmpada (lm)	28000	28000	28000

Fonte: Elaborada pelos autores, 2019

1.4 MEDIÇÃO DA ÁREA DOS AMBIENTES

Para as medições das quadras foi utilizada a trena a laser como mostra a figura 9, considerando o comprimento e largura de toda a estrutura dos ambientes, para que depois fosse possível o desenvolvimento do desenho da planta baixa de toda a área das quadras e suas respectivas cotas utilizando a ferramenta AutoCAD (Autodesk). Assim, possibilitando a análise da estrutura a fim de identificar as oportunidades de melhoria da iluminação.

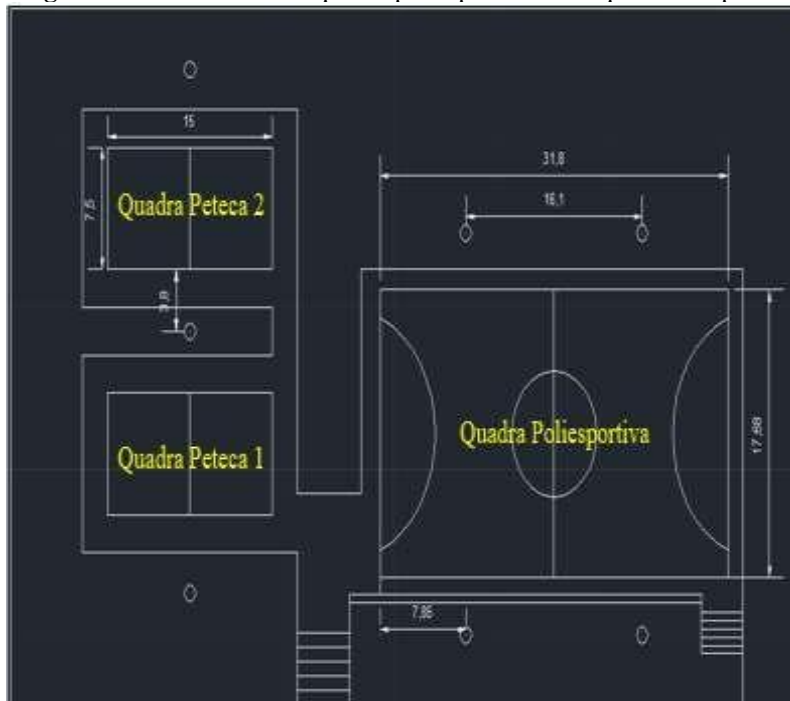
Figura 9 - Trena a laser



Fonte: Elaborada pelos autores, 2019

A figura 10 mostra a planta baixa da quadra poliesportiva e das quadras de peteca

Figura 10 -Planta baixa da quadra poliesportiva e das quadras de peteca



Fonte: Elaborada pelos autores, 2019

1.5 ILUMINÂNCIA MEDIDA NO AMBIENTE COM LUXÍMETRO

Foram identificados através de visitas que o sistema de iluminação possui vários fatores que provocam a deficiência luminosa nos ambientes, como falha no dimensionamento de lâmpadas que provocam a falta de intensidade luminosa e uniformidade, falta de lâmpadas em algumas luminárias, lâmpadas amareladas, luminárias sujas e falta de manutenção.

Foram realizadas as medições de iluminância dos ambientes (em lux) com o equipamento luxímetro, como mostra a figura 11 a seguir.

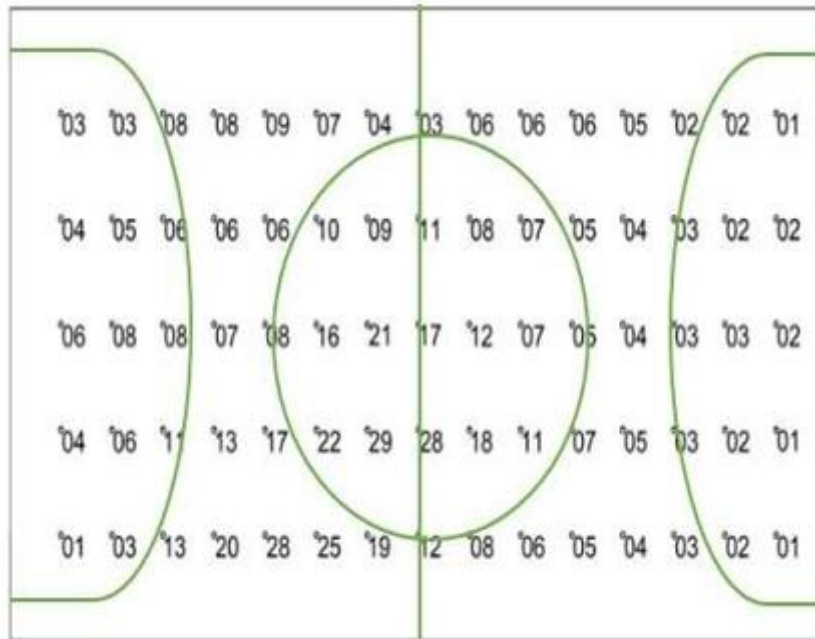
Figura 11- Medições em campo

Fonte: Elaborada pelos autores, 2019

Através das avaliações feitas na área de estudo, com o equipamento de medição luxímetro foi identificado que as quadras não atendem aos níveis de iluminância citados na Norma Regulamentadora NBR 8837, que são no mínimo 100 (cem) lux para atividades recreativas e 200 lux para competições, apresentando em determinados pontos níveis altos de deficiência, não contendo nem 10% da luminosidade indicada para os ambientes. Foi feita a projeção dos pontos a serem medidos nos ambientes das quadras (representados pelo símbolo °), e após medirmos ponto a ponto, preenchemos a grelha de valores da iluminância atual, separadamente, como mostra as figuras 12, 13 e 14 a seguir.

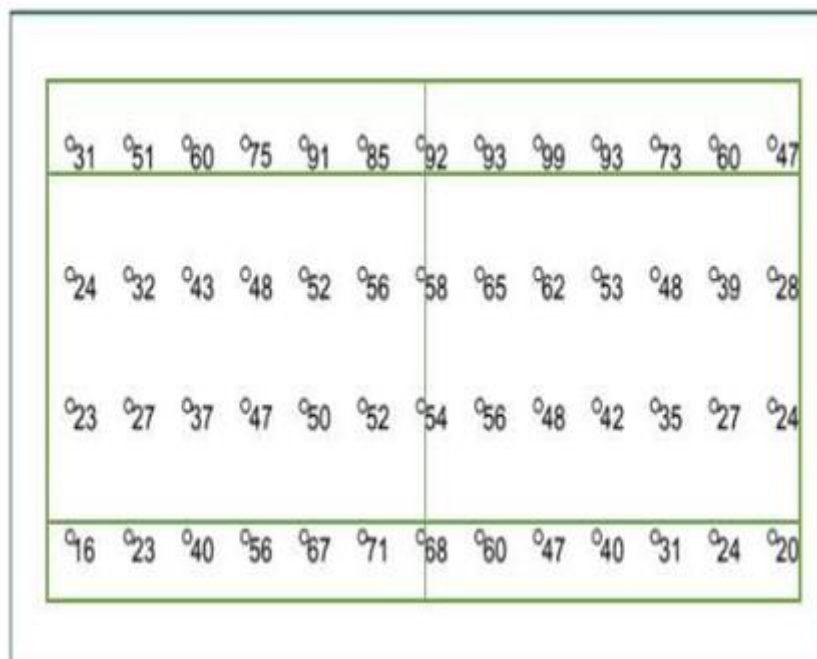
As demarcações das linhas da quadra estão sem escala, apenas para facilitar o entendimento.

Figura 12 - Grelha de valores (em lux) – Quadra Poliesportiva



Fonte: Autocad, elaborada pelos autores, 2019

Figura 13 - Grelha de valores (em lux) – Quadra de Peteca 1



Fonte: Autocad, elaborada pelos autores, 2019

Figura 14 - Grelha de valores (em lux) – Quadra de Peteca 2.

32	39	49	60	70	78	84	87	83	66	53	40	29
31	40	50	61	70	74	71	68	56	47	38	27	26
30	38	46	57	70	84	86	91	85	65	57	44	31
40	57	77	107	135	144	134	117	98	70	49	45	36

Fonte: Autocad, elaborada pelos autores, 2019

1.6 DIAGNÓSTICO DA ILUMINAÇÃO INSTALADA

Ao pesquisar sobre qual Norma Regulamentadora utilizaríamos para dimensionamento do projeto, encontramos a NBR 8837–Iluminação esportiva, porém, a mesma foi cancelada (sem substituição). Entramos em contato com o órgão responsável, a ABNT, e como não há outra norma que rege especificamente a iluminação esportiva, poderíamos utilizar a norma já cancelada como base do cálculo de dimensionamento da iluminação.

Após análise e medições da iluminação das quadras, com base nos padrões da Norma Regulamentadora NBR 8837 – Iluminação esportiva foi verificado que os ambientes não atendem a quantidade mínima de iluminância estabelecida, sendo 100 lux para ambientes de recreação, e 200 lux para ambientes onde acontecem competições. Em alguns pontos mais críticos, foram medidos valores extremamente baixos como, por exemplo: um lux na quadra poliesportiva.

As principais causas do não atendimento da norma nas quadras são, falha no dimensionamento de lâmpadas, 11 lâmpadas queimadas, falta de lâmpadas em algumas luminárias, lâmpadas amareladas, sujeira nas luminárias e falta de manutenção.

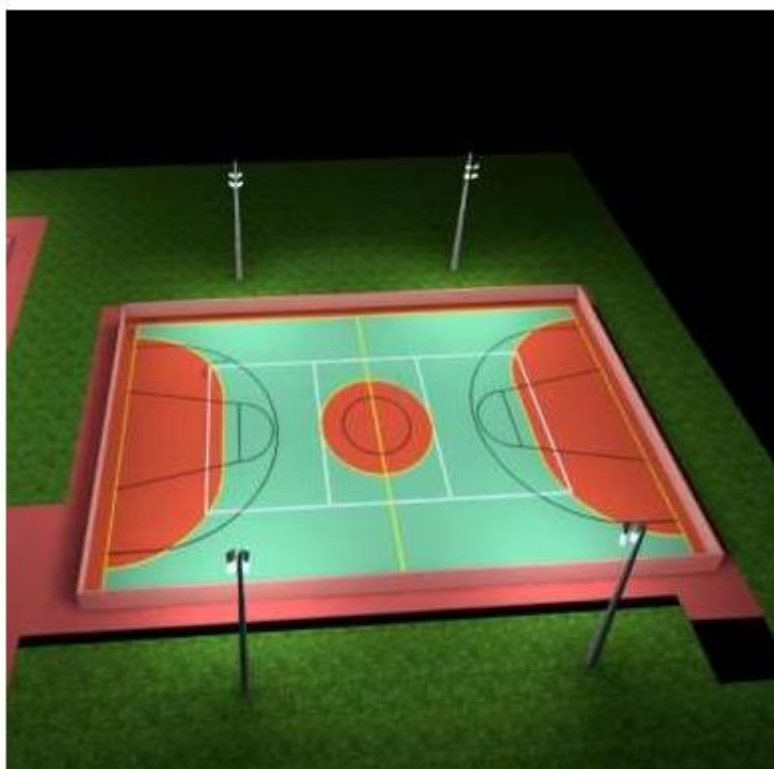
Tornando-se assim, um ambiente inviável para a prática de esportes, podendo comprometer a integridade das pessoas que usufruem do local.

1.7 SIMULAÇÕES ATRAVÉS DO SOFTWARE DIALUX EVO 8.2

Foram utilizados o software DIALux Evo 8.2. Com este software é gratuito, é possível projetar, calcular e visualizar a luz de forma profissional - quartos individuais, andares inteiros, edifícios e cenas ao ar livre. (DIAL, S/D).

Após a importação do desenho feito no autoCAD, através do DIALux, foi possível desenvolver o tipo de visualização em 3D para que a partir deste, pudéssemos identificar por simulações qual a melhor opção para iluminação, qual a quantidade de refletores necessários e como ficaria sua distribuição nos ambientes, levando em consideração principalmente a iluminância e uniformidade de toda a área, conforme mostram as figuras 15 e 16.

Figura 15 - Quadra poliesportiva



Fonte: Elaborada pelos autores, 2019

Figura 16 - Quadras de peteca



Fonte: Elaborada pelos autores

1.8 ESCOLHA DA LÂMPADA

A lâmpada LED PERFORMANCE ASYM 290W da marca LEDVANCE foi escolhida a partir da pesquisa de vários modelos de lâmpadas utilizadas em áreas esportivas. A figura 17 mostra o refletor escolhido para as quadras.

Figura 17 – Refletor



Fonte: Ledvance, 2019

Os principais critérios utilizados para escolha foram:

- Seus benefícios: Economia de energia de até 45% em comparação com as luminárias que usam lâmpadas de descarga convencionais; Luminoso, robusto e durável; Distribuição de luz homogênea e brilho reduzido; Orifício que facilita a segurança da instalação; cinco anos de garantia.
- Áreas de aplicação: Aplicação externa; Áreas públicas; Indústria; Instalações esportivas; Iluminação arquitetônica.
- Características: Alta eficácia luminosa: até 130 lm / W; Distribuição de luz assimétrica; para várias áreas de aplicação; Montagem em ângulo (45 °) e inclinação de até 180 °; Temperatura ambiente em operação: de -30 à 50 ° C; Proteção contra sobretensão; Ventilação integrada para evitar condensação no interior da luminária.

2 RESULTADOS OBTIDOS

Após a consolidação dos resultados, foi feito um comparativo entre a iluminância medida em lux com o equipamento luxímetro, e a iluminância proposta através do software DIALux.

A figura 18 mostra a grelha de valores com os resultados propostos para quadra poliesportiva, onde o menor valor obtido foi 120 lux, e o maior 442 lux. Que são bem superiores se comparados com os valores mostrados na figura 32, onde o menor e o maior valor medido foram respectivamente 1 lux e 29 lux.

Figura 18 - Resultados da quadra poliesportiva

+152	+245	+354	+423	+377	+292	+227	+229	+298	+392	442	+373	+255	+150
+159	+223	+289	+330	+312	+265	+233	+235	+273	+321	+344	+300	+224	+151
+151	+191	+234	+261	+256	+233	+219	+220	+237	+259	+265	+235	+186	+136
+143	+173	+205	+226	+226	+214	+205	+206	+215	+226	+224	+200	+163	+124
+143	+173	+205	+226	+226	+213	+204	+205	+213	+222	+218	+194	+158	120
+151	+191	+233	+259	+254	+232	+216	+216	+230	+248	+246	+216	+171	+124
+162	+224	+288	+327	+309	+265	+232	+229	+260	+300	+309	+264	+194	+128
+158	+252	+357	+420	+375	+293	+231	+228	+284	+365	+396	+324	+209	+126

Fonte: Elaborada pelos autores, 2019

A figura 19 mostra a grelha de valores com os resultados propostos para quadra de peteca 1, onde o menor valor obtido foi 97 lux, e o maior 415 lux. Que são bem superiores se comparados com os valores mostrados na figura 33, onde o menor e o maior valor medido foram respectivamente 16 lux e 99 lux.

Figura 19 - Resultados da quadra de peteca 1

+112	+152	+204	+274	+357	+413	(415)	+359	+283	+222	+175	+140
+112	+151	+207	+278	+351	+400	+401	+356	+287	+220	+172	+139
+112	+154	+210	+274	+336	+374	+376	+341	+284	+223	+172	+138
+112	+155	+209	+269	+324	+354	+356	+328	+277	+221	+172	+137
+110	+151	+206	+268	+324	+357	+359	+329	+275	+219	+170	+134
+105	+145	+201	+270	+335	+377	+379	+338	+276	+213	+162	+128
(97)	+133	+184	+256	+338	+392	+394	+340	+264	+195	+148	+117

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019

A figura 20 mostra a grelha de valores com os resultados propostos para quadra de peteca 2, onde o menor valor obtido foi 95 lux, e o maior 413 lux. Que são bem superiores se comparados com os valores mostrados na figura 34, onde o menor e o maior valor medido foram respectivamente 26 lux e 144 lux.

Figura 20 - Resultados da quadra de peteca 2

(95)	+131	+183	+256	+334	+389	+389	+337	+256	+185	+136	+100
+104	+144	+201	+267	+331	+374	+374	+333	+270	+202	+148	+109
+109	+151	+206	+266	+322	+354	+355	+324	+269	+208	+155	+115
+112	+154	+208	+269	+323	+353	+354	+324	+271	+212	+160	+120
+113	+153	+210	+276	+337	+374	+375	+337	+277	+215	+161	+123
+114	+154	+205	+279	+352	+400	+400	+352	+282	+213	+162	+127
+116	+158	+210	+276	+355	(413)	(413)	+358	+279	+213	+165	+130

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019

Como esperado, o resultado obtido foi à elaboração de uma proposta para adequação da iluminação das quadras de esportes, e o atendimento da iluminância e

uniformidade mínima citados na Norma Regulamentadora NBR 8837- Iluminação esportiva, que, apesar de ter sido cancelada sem substituição, foi utilizada como base de cálculos para o dimensionamento, deixando os ambientes propícios para a prática de esportes, em caráter recreativo (mínimo 100 Lux) e para competições (mínimo 200 Lux).

2.1 INVESTIMENTOS NA ADEQUAÇÃO

Realizamos o orçamento das lâmpadas em dois sites de venda online, obtendo os valores: site 01: R\$2.824,73 (Dois mil oitocentos e vinte e quatro reais e setenta e três centavos) cada unidade; site 02: R\$2.897,51 (Dois mil oitocentos e noventa e sete reais e cinquenta e um centavos) cada unidade.

Utilizando o menor orçamento valor das lâmpadas que é de R\$2.824,73 (Dois mil oitocentos e vinte e quatro reais e setenta e três centavos) e considerando a necessidade de instalar 28 (vinte e oito) lâmpadas. Obtivemos a somatória de R\$79.092,44 (Setenta e nove mil e noventa e dois reais e quarenta e quatro centavos), que é o investimento necessário para se iluminar as quadras adequadamente.

No orçamento realizado foi ignorado os custos variáveis, como custo do frete e instalação das lâmpadas, pois as lâmpadas podem ser encontradas na região, e a UEMG possui mão de obra própria.

2.2 RETORNO

Com vida útil de 100000h (cem mil horas), comparada com a lâmpada atual que tem duração de 2000h (duas mil horas), a lâmpada proposta se destaca neste quesito obtendo um rendimento 50 vezes maior, evitando transtornos e gerando economia com mão de obra em substituições.

Como a quantidade atual de lâmpadas não consegue suprir a demanda gerada nas quadras de esportes foi necessário que aumentássemos a quantidade de lâmpadas distribuídas em alguns postes, visando como retorno do investimento total, principalmente a qualidade da iluminação dos ambientes em questão, pois os alunos e atletas precisam de total visibilidade, sem sombras indesejadas, permitindo reação instantânea e possibilitando bons resultados nas atividades.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a realização do projeto, foi sugerido manter a quantidade de postes que possuem altura mínima recomendada de 7m (sete metros) e a substituição das luminárias instaladas com lâmpadas a vapor de sódio por refletores LED PERFORMANCE ASYM

290W da marca LEDVANCE, que através das simulações feitas no software, fornece ao ambiente iluminância de 200 (duzentos) lux e uniformidade 1:2 (0,5) atendendo não só o ambiente para esportes como recreação, mas também apto a receber competições. O refletor é econômico em comparação com as luminárias que usam lâmpadas de descarga, luminoso, robusto e durável, tem distribuição de luz homogênea e brilho reduzido tendo seu uso indicado para iluminação esportiva.

4 CONCLUSÕES

Conclui-se com este estudo que foi apresentado uma alternativa possível e economicamente viável para que a Unidade promova reformas na iluminação das quadras da Unidade de Ituiutaba. Obteve-se um investimento considerado alto no valor de R\$79.092,44 (Setenta e nove mil e noventa e dois reais e quarenta e quatro centavos), mas que torna os ambientes adequados e confortáveis, o que se faz necessário, pois as atividades práticas com bases didáticas são pontos importantes no transcorrer das etapas do curso de Licenciatura de Educação Física além de possibilitar um melhor uso das quadras por todos os alunos da unidade. Contudo, as lâmpadas possuem vida útil de 100000h (cem mil horas), com rendimento 50 vezes maior que a atual, se ligada seis horas por dia, será necessária sua substituição em aproximadamente 45 anos.

Devido à precária iluminação atual, apesar de refletores LED serem econômicos, não houve redução no consumo de energia das quadras, pois foi necessário para que atendesse a quantidade adequada de iluminância, aumentar a potência e quantidade de refletores.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. et al. Revisão da iluminação de estado sólido: potencial e desafios na Europa. Revisões de energia renovável e sustentável. [s. l.], p. 30-48. mar. 2014.
- ALPER. Iluminação Industrial- Iluminação a LED para áreas industriais e comerciais. 2012. Disponível: <http://www.alper.com.br/>. Acesso em: 29 de outubro de 2019.
- BASTOS, F, C. Análise da Política de Banimento de Lâmpadas Incandescentes do Mercado Brasileiro. 2011. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2011.
- BULLOUGH, J. D. Respostas de Iluminação: Led Systems. Programa Nacional de Informações sobre Produtos de Iluminação, Centro de Pesquisa em Iluminação, Instituto Politécnico Rensselaer. Vol. 7, edição 3, 2003.
- CANDIDO, E. S.; JUNIOR, V. A. O. Estudo Da Implantação Da Eficiência Energética No Sistema De Iluminação No Setor De Produção De Uma Indústria Alimentícia Em Canápolis - Mg. 2016. 25 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade do Estado de Minas Gerais, Ituiutaba-mg, 2016.
- CHAVES, P. W. Iluminação natural em escritórios. O uso do painel prismático em aberturas laterais. 2012. 182p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília. Brasília, 2012.
- COPEL – Companhia Paranaense de Energia. Manual de iluminação pública. Curitiba: COPEL Distribuição, 2012.
- COSTA, D. O. Estudo e Determinação das Características de Lâmpadas de Diferentes Tipos. Universidade do Minho, Guimarães, Dissertação de mestrado, 2010.
- COTRIM, A. M. B. Instalações Elétricas. Editora: Mc - Graw Hill, 1977. FONSECA, R. S. Iluminação Elétrica. Editora: McGraw-Hill do Brasil, 1978.
- GALANI, R.; CAVALCANTI, T. M. Análise de Eficiência Energética em Hospitais Públicos. 2012.
- LIMA, V. A. D. A. Estudo comparativo entre lâmpadas com LED de alta potência e lâmpada comuns, considerando a viabilidade econômica. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Tecnológico Federal do Paraná - UTPR. Curitiba, 2013.
- LOPES, S. B. Eficiência Energética em Sistemas de Iluminação Pública. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2002.
- MELO, Y. R. C. Utilização de Software Avançado para Projetos de Iluminação. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Sergipe, 2015.
- MOREIRA, V. A. Iluminação e Fotometria - Teoria e Aplicação. Editora: Edgar Blucher, 1976.
- NOGUEIRA, E. S. Iluminação com LEDs: Alternativa de substituição da instalação existente da subestação Jataí, 2011.

NOGUEIRA, F. J. et al. Avaliação Experimental de luminárias empregando LEDs orientadas à iluminação pública. 2013.

OSRAM. Manual Luminotécnico Prático. 2016. OSRAM. Produtos e serviços. (S/D).
PARANÁ. Companhia Paranaense de Energia. Manual de Iluminação Pública, 23 Feb 2012.

PEDROSO, L. S. et al. Construção de um luxímetro de baixo custo. Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo, v. 38, n. 2, e2503, 2016.

PINTO, R. A. Projeto e implementação de lâmpadas para iluminação de interiores empregando diodos emissores de luz (LEDs). 2008. 138 p. Monografia (Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica) –Universidade Federal de Santa Maria (UFSM,RS). Santa Maria, 2008.

PÓVOA, M. C. B. L. Fatores de influência na Eficiência Energética. Projeto De Graduação – UFRJ / ESCOLA POLITÉCNICA / CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA, 2014.

RAMOS, L. W. T. Projeto Luminotécnico Com Tecnologia Led Para Algumas Áreas Do Centro De Tecnologia Da UFRJ. 2016. Tese de Doutorado. CENTRO DE TECNOLOGIA DA UFRJ.

RODRIGUES, P. Manual de iluminação eficiente. 1.ed. Rio de Janeiro: PROCEL, 2002.

SANTOS, F. A. D. S. Eficiência energética na indústria e luminotécnica. 2013. 81p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2013.

SANTOS, M. O. LED um novo conceito de lâmpada! (S/D). Disponível em:<http://guiaconstruirereformar.com.br/artigo_270led_um_novo_conceito_de_l_mpa_da+_htm>. Acesso em: 31 de outubro de 2019.

SILVA, L. L. F. de. Iluminação pública no Brasil: aspectos energéticos e institucionais. 2006. 172 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) – Programa de Pós-graduação em Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2006.

SOUSA, R. M. A. D. Estudo da Eficiência Energética e Gestão de Energia em Edifícios Escolares. 2011.Universidade do Porto. Porto, 2011.

SOUZA. A. R. F.; LIMA. C. S. Modernização da Iluminação do Bloco A da UEMG Unidade - Ituiutaba 2015 TCC (Bacharelado em Engenharia Elétrica) - Universidade do Estado de Minas Gerais, Ituiutaba 2015.

WANDERLEY, T. C. A evolução das lâmpadas e a grande revolução dos LEDs. 2014.