

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
ENGENHARIA CIVIL**

**EDUARDO BATISTA DE SOUZA FILHO**

**ESTUDO LUMINOTÉCNICO DE CINCO QUADRAS ESPORTIVAS PARA  
ADEQUAÇÃO ÀS CONDIÇÕES DE ILUMINÂNCIA IMPOSTAS PELA  
NORMA ABNT NBR ISO/CIE 8995-1**

**DOURADOS, MS  
2023**

EDUARDO BATISTA DE SOUZA FILHO

**ESTUDO LUMINOTÉCNICO DE CINCO QUADRAS ESPORTIVAS PARA  
ADEQUAÇÃO ÀS CONDIÇÕES DE ILUMINÂNCIA IMPOSTAS PELA  
NORMA ABNT NBR ISO/CIE 8995-1**

Trabalho de conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Grande Dourados.

Orientador: Agleison Ramos  
Omido

DOURADOS, MS  
2023



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**ANEXO H – ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

Às 15:00 horas do dia 18 de abril de 2023, realizou-se na Sala 08, Pavimento térreo do prédio da FAEN a defesa pública do Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil, intitulado **ESTUDO LUMINOTÉCNICO DE CINCO QUADRAS ESPORTIVAS PARA ADEQUAÇÃO ÀS CONDIÇÕES DE ILUMINÂNCIA IMPOSTAS PELA NORMA VIGENTE** de autoria do discente **Eduardo Batista de Souza Filho**, como requisito para a aprovação no componente curricular Trabalho de Conclusão de Curso II.

Após a defesa e posterior arguição, a banca examinadora concluiu que o Trabalho apresentado deve ser:

- Aprovado  
 Reprovado

O discente declara ciência de que a sua aprovação está condicionada à entrega da versão final (encadernada, corrigida e assinada) do Trabalho de Conclusão de Curso, nos termos em que especifica o regulamento do componente curricular, em anexo ao Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Civil da UFGD. O orientador se responsabilizará pela verificação e aprovação das correções do manuscrito feitas pelo discente para a elaboração da versão final.

**OBSERVAÇÕES ADICIONAIS**

**DISCENTE**

Nome: Eduardo Batista de Souza Filho Assinatura:

**BANCA EXAMINADORA**

Orientador: Agleison Ramos Omido

Assinatura:

Membro: André F. A. de Mello

Assinatura:

Membro: Maria A. G. T. C. Machado

Assinatura:

## **ESTUDO LUMINOTÉCNICO DE CINCO QUADRAS ESPORTIVAS PARA ADEQUAÇÃO ÀS CONDIÇÕES DE ILUMINÂNCIA IMPOSTAS PELA NORMA ABNT NBR ISO/CIE 8995-1**

Eduardo Batista de Souza Filho<sup>1</sup>; Agleison Ramos Omidó<sup>2</sup>.  
Eduardobatista\_ufgd@hotmail.com<sup>1</sup>; Agleisonomido@ufgd.edu.br<sup>2</sup>.

### **RESUMO**

O projeto luminotécnico é o responsável por garantir que os ambientes de uma edificação estejam em condições confortáveis para o uso e desenvolvimento das atividades neles propostas. Em quadras esportivas, essa necessidade é fundamental por se tratar de um local onde são executadas atividades físicas por pessoas de várias faixas etárias, exigindo uma boa qualidade na iluminação. No presente trabalho, foi analisada a iluminação de cinco quadras esportivas de diferentes escolas municipais na cidade de Dourados/Ms, através da medição da intensidade de luz em cada uma delas, com a utilização de um luxímetro, para verificação ao atendimento às normas em vigor. Verificada a insuficiência de iluminação, foram utilizados o Método dos Lúmens e o software de dimensionamento de iluminância DIALux Evo, que é um programa gratuito, para adequar a iluminação ambiente e, assim, satisfazer diretrizes impostas pela normatização. O novo dimensionamento luminotécnico foi executado com o uso da luminária BVP153 G2 LED90/CW 100W 110-277V SWB nos dois métodos. Ambos acusaram a necessidade de utilização de um número maior de luminárias nas cinco quadras analisadas de forma a cumprir a legislação vigente.

**Palavras-chave:** Método dos Lúmens; Luminotécnica; Iluminação de Ginásio Poliesportivo.

### **ABSTRACT**

The lighting design is responsible for ensuring that the environments of a building are in comfortable conditions for the use and development of the activities proposed there. In sports courts, this need is essential because it is a place where physical activities are performed by people of different ages, requiring good lighting quality. In this work, the lighting of five sports courts of different municipal schools in the city of Dourados / Ms was analyzed through the measurement of the light intensity in each one of them, using a luxmeter, to verify the compliance with the current regulations. When the lighting was insufficient, the Lumen Method and the Dialux Evo lighting design software were used to adjust the ambient lighting and thus satisfy the guidelines imposed by the regulation. The new lighting design was performed using the BVP153 G2 LED90 / CW 100W 110-277V SWB luminaire in both methods. Both reported the need to use a larger number of luminaires in the five courts analyzed in order to comply with the current legislation.

**Keywords:** Lumen Method; DIALux Evo; Luminotechnic; Multisports Gymnasium Lighting.

## 1 INTRODUÇÃO

A iluminação é de extrema importância no que diz respeito a projetos arquitetônicos. Ela relaciona as pessoas ao ambiente em que se encontram inseridas (BERNABÉ 2008). De acordo com Almeida (2003), para uma boa iluminação, antes deve-se notar quais tipos de atividades que serão efetuadas no ambiente, como também, a quantidade de pessoas envolvidas nessas atividades, só assim, tem-se a possibilidade de definir a quantidade de luz necessária, tipo de iluminação e modelos de luminárias.

O estudo da luminotécnica é o que nos faz compreender a iluminação artificial em ambientes exteriores e interiores, onde a luz tem um papel de nos fazer ver (FANK. et al, 2016). A iluminação é a responsável pela aquisição de boas condições de visibilidade, trazendo mais segurança para o ambiente em questão. Em outro ponto, a iluminação também é responsável por dar destaque a objetos e superfícies do próprio espaço, trazendo ambientação para o mesmo (OSRAM, 2008).

A luminotécnica e a elaboração de seus projetos têm como objetivo trazer um melhor desempenho para a iluminação, através de identificar as necessidades visuais a serem realizadas na área interna, assim como proporcionar conforto e eficiência energética para o ambiente (RAMOS, 2016).

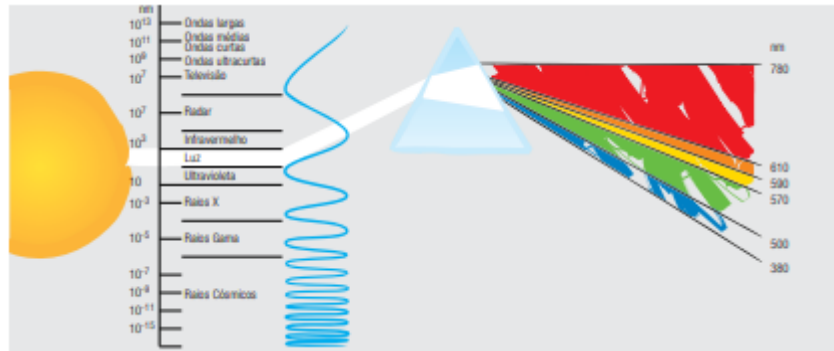
Sendo assim, o objetivo do presente trabalho é a inspeção de iluminação de cinco quadras esportivas no município de Dourados/MS, verificando sua adequação às questões normativas, as quais são responsáveis pela determinação dos níveis de intensidade de luz ideais para cada ambiente e sugerindo propostas de melhorias para que os ambientes em questão melhorem seus desempenhos, concordando com as afirmativas em cima citadas.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 A luz

A luz é a radiação eletromagnética que pode produzir percepção visual e está em uma faixa de 380 a 780 nm. Não é apenas o comprimento da onda da radiação que nos traz a sensibilidade para a visualização da luz, a luminosidade também é responsável. A luz, portanto, está situada entre as radiações infravermelhas e as ultravioletas, que são ondas de maior e menor comprimento respectivamente, como podemos observar na Figura 1 (OSRAM, 2008).

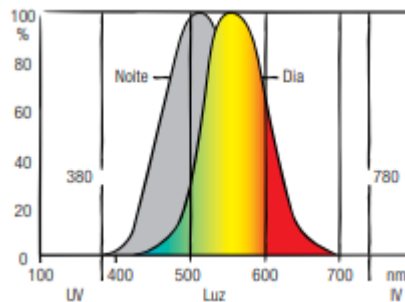
Figura 1: Espectro Eletromagnético



Fonte: OSRAM (2008).

A sensibilidade à luz pelo olho humano varia conforme o horário. Durante o dia o comprimento de onda que mais se tem percepção é o de 550 nm, que representa as cores amarelo-esverdeadas. No período da noite, essa percepção ao comprimento de onda cai para 510 nm, que representa as cores verdes-azuladas, observado na Figura 2 (OSRAM, 2008).

Figura 2 – Curva de sensibilidade do olho humano à radiação visível.



Fonte: OSRAM (2008).

Uma boa iluminação é essencial para que se possa realizar tarefas com a visualização necessária, de modo que traga conforto e satisfação aos aspectos quantitativos e qualitativos de iluminação de que o ambiente precisa. Traz conforto visual e sensação de bem-estar, como também melhora o desempenho visual e possibilita se assegurar dos perigos do local (ABNT NBR ISO/CIE 8995-1, 2013).

## 2.2 Grandezas fundamentais

As grandezas a seguir são de extrema importância para o devido entendimento aos conceitos da luminotécnica, como mostra Osram (2008).

- I) Fluxo luminoso ( $\varphi$ ): é a radiação total da fonte luminosa, medida em lúmen ( $lm$ ), que se refere a quantidade de luz emitida por uma fonte, na tensão nominal de funcionamento.

- II) Intensidade luminosa ( $I$ ): é o fluxo luminoso que se irradia a algum determinado ponto de forma uniforme, fazendo assim, ter que medir o valor dos lúmens emitidos em cada direção. A direção da luz é representada por vetores, no qual seu comprimento nos dá a intensidade luminosa, medida em Candela ( $cd$ ).
- III) Iluminação ou Iluminância ( $E$ ): Iluminância pode ser dita como a quantidade de luz presente dentro do ambiente. Uma definição seria a densidade de luz necessária para a realização de alguma tarefa visual, sendo ela diferente para cada prática diversa. Sua unidade de medida é o LUX ( $lx$ ) e é dada pela Equação 1:

$$E = \frac{\varphi}{A} \quad (1)$$

Onde:

$E$  = Iluminância;

$\varphi$  = Fluxo Luminoso;

$A$  = Área.

## 2.2 Método dos lúmens

O método dos lúmens é o método de cálculo mais utilizado em projetos de iluminação interna. Nele pode-se determinar a quantidade de luminárias que serão necessárias para o ambiente em questão, atendendo a norma vigente, a partir da quantidade de iluminância requerida, de acordo com a atividade estabelecida no local (SOUZA, 2021).

De acordo com Souza (2021), o método de encontrarmos o fluxo luminoso total, em lúmens, é dado pela Equação 2:

$$\Phi = \frac{E \cdot S}{\mu \cdot d} \quad (2)$$

Onde:

$\Phi$  = Fluxo luminoso total em lumens;

$E$  = Iluminância ou nível de iluminamento em lux;

$S$  = Área do local em  $m^2$ ;

$\mu$  = Coeficiente de utilização;

$d$  = Fator de depreciação ou manutenção.

A norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013, apresenta uma tabela de iluminância de acordo com as tarefas e atividades realizadas no local, e como o presente trabalho está estudando a iluminação de ambiente de quadras esportivas, o seguinte valor de iluminância média ( $E$ ) dada pela norma é de 300 LUX.

A ABNT (2013) diz que locais como ginásios, salas de esportes e ambientes com piscina, a iluminância nos mesmos têm que ser de 300 lúmens, portanto quadras esportivas devem possuir esse mesmo grau de iluminância.

De acordo com Niskier (2021), o fator de utilização, ou coeficiente de utilização  $\mu$  é sempre menor que 1 e pode ser encontrado através do Quadro 3.

Esse fator depende de três situações:

- I) Das dimensões de comprimento que são denominadas como índice do local, sendo os valores referidos à altura, largura e comprimento do ambiente a ser estudado.

Quadro 1: Índice do local.

Iluminação direta e semidireta (m)		Distância do chão ao foco luminoso (m)		
Largura do local (m)	Comprimento do local (m)	4,3 a 5,00	5,20 a 6,00	6,40 a 7,30
		Índice do local		
18,30 (17,00 - 20,45)	18,30 - 27,50	D	E	F
	27,50 - 43,00	C	D	E
	43,00 - 60,00	C	D	E
	60,00 ou mais	C	D	E

Fonte: Adaptado de NISKIER (2021).

- II) Pelo fator de reflexão, que são caracterizados pelas cores das paredes e do teto.




Quadro 2: Refletâncias de paredes e tetos.

Teto Branco	75%
Teto Claro	50%
Paredes Brancas	50%
Paredes Claras	30%
Paredes mediamente claras	10%

Fonte: Adaptado de NISKIER (2021).

- III) O Quadro 3 é referente ao tipo de luminária escolhida, que dará o fator de utilização ( $\mu$ ) e o fator de depreciação ( $d$ ) a partir das refletâncias obtidas pelo Quadro 2, e o índice local, que é apresentado no Quadro 1

Quadro 3: Coeficiente de utilização.

Luminária		Teto	50%			Descrição
		Paredes	50%	30%	10%	
Fator de depreciação	Tipo	Índice do local	Coeficientes de utilização			
d = 0,77		J	0,36	0,29	0,25	Refletor Industrial para lâmpadas incandescentes e Lucalox
		I	0,44	0,37	0,33	
		H	0,51	0,44	0,40	
		G	0,58	0,51	0,46	
		F	0,62	0,56	0,52	
		E	0,68	0,63	0,58	Espaçamento máximo entre aparelhos = altura de montagem x 0,9
		D	0,72	0,67	0,63	
		C	0,75	0,71	0,67	
		B	0,79	0,76	0,73	
		A	0,82	0,79	0,77	

Fonte: Adaptado de NISKIER (2021).

Para determinar a quantidade mínima de pontos a serem medidas para a verificação da iluminação, deve-se determinar o índice local ( $K$ ), de acordo com a Equação (3), de acordo com o Projeto 02:135.02-004:2003 (ABNT, 2013).

$$K = \frac{C \cdot L}{H \cdot (C + L)} \tag{3}$$

Onde:

$K$  = índice local;

$C$  = comprimento do ambiente;

$L$  = largura do ambiente;

$H$  = pé-direito útil, que é a altura do plano de serviço até a luminária (DE FREITAS, 2009).

Após o cálculo do índice local ( $K$ ), deve-se recorrer ao Quadro 4, possibilitando encontrar a quantidade mínima de pontos.

Quadro 4: Quantidade mínima de pontos a serem medidos.

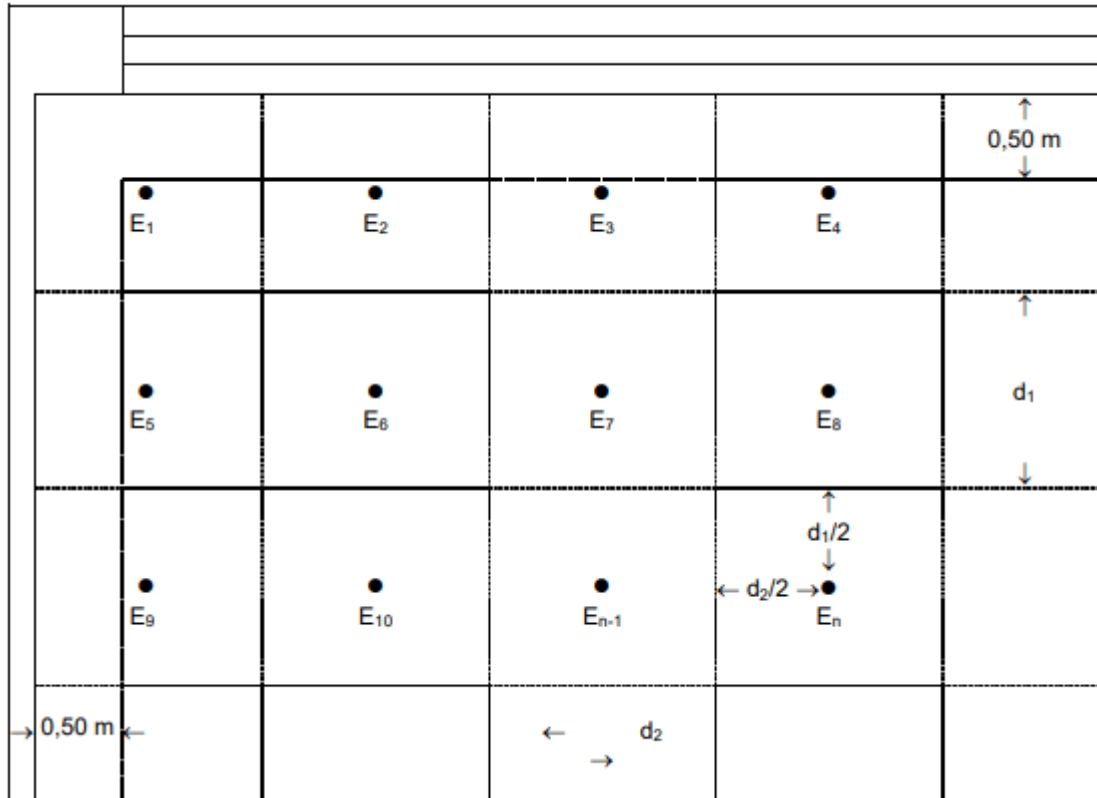
<b>K</b>	<b>Nº de Pontos</b>
$K < 1$	9
$1 \leq K < 2$	16
$2 \leq K < 3$	25
$K \geq 3$	36

Fonte: Adaptado do Projeto 02:135.02-004:2003 (ABNT, 2003).

O Projeto 02:135.02-004:2003 (ABNT, 2013), explica que este índice mostra a quantidade mínima de pontos a serem medidos, mas que podem ser aumentados de acordo com as medidas do ambiente, para a obtenção de simetria nas medições e uma melhor caracterização da iluminância do local.

A divisão do ambiente interno deve acontecer de acordo com a Figura 3, dividindo em áreas iguais e com formato igual ou próximo a um quadrado, realizando a medição no centro de cada malha formada. A norma também salienta que se deve planejar a malha um pouco afastada da parede, com um afastamento mínimo de 0,50 m.

Figura 3: Malha de pontos para medição.



Fonte: Projeto 02:135.02-004:2003 (ABNT, 2013)

De acordo com o Projeto 02:135.02-004:2003, a iluminância média é calculada para poder avaliar se o ambiente recebe a quantidade de iluminação correta de acordo com as especificações do projeto. Desse modo, a iluminância média será a média aritmética de todos os pontos medidos conforme a Equação (4), se todas as áreas de abrangência dos pontos de medições forem iguais.

$$\bar{E} = \frac{\sum_1^n E_n}{n} \tag{4}.$$

Onde:

$\bar{E}$  = iluminância média;

$E_n$  = iluminância em cada ponto;

$n$  = número de pontos.

Quando as áreas dos pontos de medições não forem iguais entre si, o calculo da iluminância média se dá pela média ponderada, conforme mostrada na Equação (5).

$$\bar{E} = \frac{\sum_1^n E_n \cdot A_n}{A_{total}} \tag{5}.$$

Onde:

$\bar{E}$  = iluminância média;

$E_n$  = iluminância em cada ponto;

$A_n$  = área da malha referente a cada ponto;

$A_{total}$  = área total do local.

Por fim, para a determinação da quantidade de luminárias necessárias no ambiente, empregou-se a Equação (6).

$$N = \frac{\Phi}{\varphi} \quad (6).$$

Onde:

$\Phi$  = Fluxo luminoso total em lumens;

$\varphi$  = Fluxo luminoso de uma luminária.

### 3 METODOLOGIA

O presente trabalho foi realizado em cinco quadras poliesportivas na cidade de Dourados no estado do Mato Grosso do Sul, sendo elas localizadas em cinco escolas municipais diferentes, com o objetivo de verificar a iluminação dos ambientes e concluir se estão de acordo com as especificações da norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013.

O horário de funcionamento dos locais de estudo ocorre em período letivo diurno, e em horários noturnos. Para o estudo em questão, foi utilizado o período com maior criticidade, sendo assim, considerou-se o uso da iluminação durante a noite.

Para a realização dos procedimentos, necessita-se das informações do pé direito do local, largura, comprimento e altura efetiva (altura do plano de trabalho até a fonte luminosa) que, no caso das quadras poliesportivas, foi considerado o plano de trabalho sendo o próprio piso, pois em alguns esportes a necessidade visual está nele, mostrado de acordo com o Quadro 5.

Quadro 5: Dimensões dos locais de estudo.

LOCAL	L (m)	C (m)	Pé direito (m)	H efetiva (m)
Quadra 1	20	30	6,3	6,3
Quadra 2	20	30	5,3	5,3
Quadra 3	20	30	6,1	6,1
Quadra 4	17,3	30	4,2	4,2
Quadra 5	20	30	6,1	6,1

Fonte: Autor (2023).

Para os levantamentos *in loco*, foi utilizado o Luxímetro DT 8820, da marca Homis, para obter os valores da iluminância real dos ambientes, assim pode-se encontrar o valor *En* de cada ponto, dando a possibilidade de verificar se a iluminação das quadras esta de acordo com a norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013.

O Luxímetro usado em questão foi o representado na Figura 4.

Figura 4: Medidor digital portátil 4 em 1 luxímetro DT-8820 Homis.



Fonte: Catálogo de vendas TECNO FERRAMENTAS (2023).

Para realizar tal procedimento, tem-se que usar os parâmetros dados pelo Projeto 02:135.02-004:2003 ABNT 2003, o qual orienta a seguir as seguintes observações:

- Considerar a quantidade de luz no ponto onde a tarefa for executada;

- Manter o sensor paralelo à superfície a ser avaliada;
- Evitar sombras sobre a fotocélula;
- Expor a fotocélula à luz aproximadamente cinco minutos antes da primeira leitura;
- Realizar a leitura num plano horizontal a 75 cm do piso quando a altura da superfície de trabalho não for conhecida.

Para a modelagem arquitetônica e cálculo luminotécnico foi utilizado o *Software* DIALux Evo, na versão 11.1, que por sua vez dimensiona iluminação natural e iluminação artificial, fazendo a distribuição da luminância do ambiente de acordo com suas características e dimensões.

Outro procedimento utilizado para o cálculo luminotécnico foi o Método dos Lúmens, utilizando a Equação (2), e o valor de  $\bar{E}$  retirado da norma vigente, que é 300 LUX, onde a norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013 traz a melhor quantidade de iluminação para cada tipo de ambiente trazendo o melhor conforto possível.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Medições no local de estudo

Para realizar a medição in loco da luminosidade de cada quadra, primeiro deve-se analisar a quantidade de pontos que serão medidos em cada uma, consultando o Quadro 4, que mostra a quantidade mínima de pontos a serem medidos, de acordo com a Equação 3.

Quadro 6: Número mínimo de pontos para cada quadra.

Local	k	Nº de pontos
Quadra 1	1,90	16
Quadra 2	2,26	25
Quadra 3	1,97	16
Quadra 4	2,61	25
Quadra 5	1,97	16

Fonte: Autor (2023).

Após obter o número de pontos mínimos para cada quadra, foi possível realizar a medição in loco seguindo todos os parâmetros do Projeto 02:135.02-004:2003. Assim, pode-se montar o Quadro 7, que mostra o  $\bar{E}$  obtido em cada local de estudo e comparando com os valores mínimos pedidos pela norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013.

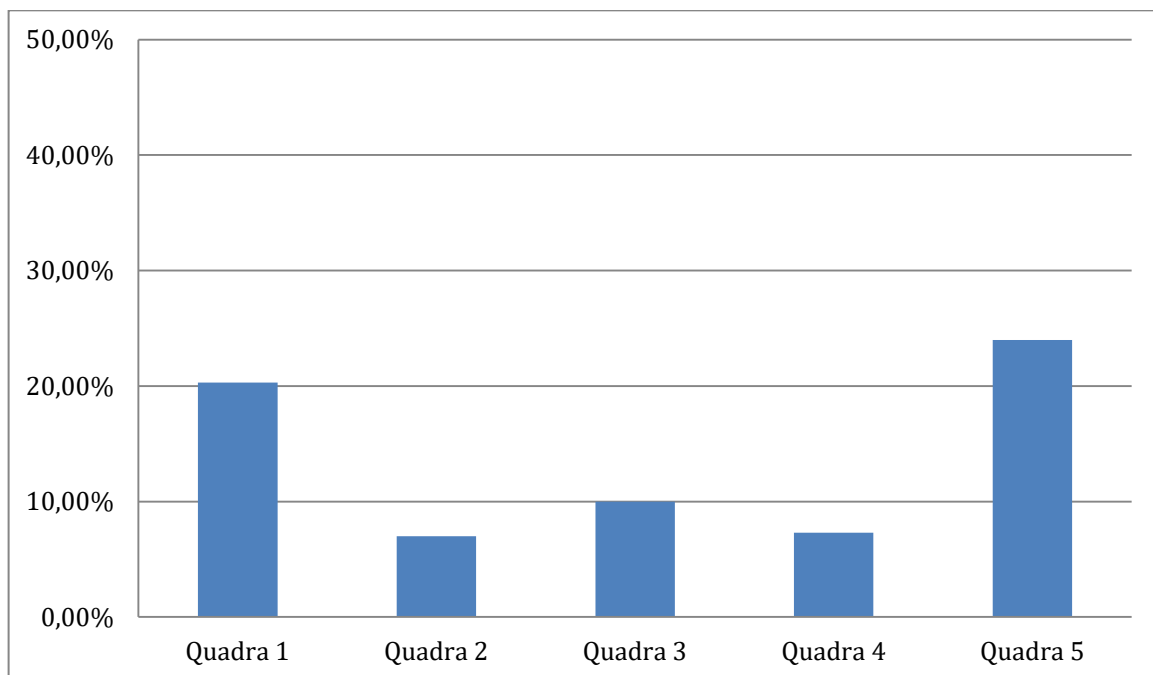
Quadro 7: Em obtidos in loco.

Local	$\bar{E}$ obtidos in loco (LUX)	$\bar{E}$ estabelecido em norma (LUX)
Quadra 1	61	300
Quadra 2	21	
Quadra 3	30	
Quadra 4	22	
Quadra 5	72	

Fonte: Autor (2023).

A Figura 5 representa o percentual da iluminância média obtida em cada quadra, comparada com a exigida em norma.

Figura 5: Percentual da  $\bar{E}$  medida in loco em relação a exigida em norma.



Fonte: Autor (2023).

Como se pode observar na Figura 5, todas as quadras estão fora dos valores exigidos na norma ABNT (2013). Esse motivo se da pela quantidade insatisfatória de luminárias presentes e da potência das mesmas.

## **4.2 Métodos de cálculo**

Para a realização dos métodos de cálculo, a luminária escolhida é o projetor BVP153 G2 LED90/CW 100W 110-277V SWB, apresentado no catálogo de luminárias da Philips. Seu fluxo luminoso é de 9155 lm. (PHILIPS, 2023).

### **4.2.1 Método dos lúmens**

Primeiro deve-se identificar as refletâncias de paredes e tetos, que é a quantidade de luz refletida pela iluminação, por influência da cor e material dos mesmos, para que possa ser utilizado o Quadro 2

.Todas as quadras possuíam cobertura de telha em aço galvanizado sem pintura, que possuem uma refletância de 65% e paredes na cor azul escuro, que correspondem a 10% de refletância. Com isso, deve-se utilizar o Quadro 3, teto com 50% e paredes com 10% de refletância, levando em consideração o mais desfavorável caso, chegando assim no valor de coeficiente de utilização (BISSOLOTTI, 2019).

Para o cálculo do método dos lúmens deve-se utilizar a Equação (2), onde possibilita encontrar o valor do fluxo luminoso total. Para isso, utiliza-se a iluminância média para quadras esportivas (E), de acordo com a norma vigente, 300 LUX, a área correspondente a cada quadra e consultar o Quadro 3 para obter os valores do fator de depreciação (d) e o coeficiente de utilização ( $\mu$ ).

Os valores do fator de depreciação e coeficiente de utilização, poderão ser consultados no Quadro 3 após identificar o índice local a partir do Quadro 1.

O Quadro 9 representa a quantidade do fluxo luminoso total de cada quadra e possibilita encontrar o número de luminárias totais para cada ambiente, representado no Quadro 10, utilizando a Equação (6).



Quadro 9: Obtenção do fluxo luminoso total em lumens.

Locais	S (m <sup>2</sup> )	ÍNDICE DO LOCAL	FATOR DE UTILIZAÇÃO ( $\mu$ )	FATOR DE DEPRECIÇÃO ( $d$ )	Em (lux)	$\Phi$ (lúmens)
Quadra 1	600	E	0,58	0,77	300	403.045
Quadra 2	600	D	0,63	0,77	300	371.058
Quadra 3	600	D	0,63	0,77	300	371.058
Quadra 4	519	C	0,67	0,77	300	301.803
Quadra 5	600	D	0,63	0,77	300	371.058

Fonte: Autor (2023).

Quadro 10: Quantidade de luminárias totais (n).

Locais	$\Phi$ (lúmens)	$\varphi$ (lúmen)	n
Quadra 1	403.045	9155	45
Quadra 2	371.058	9155	41
Quadra 3	371.058	9155	41
Quadra 4	301.803	9155	33
Quadra 5	371.058	9155	41

Fonte: Autor (2023).

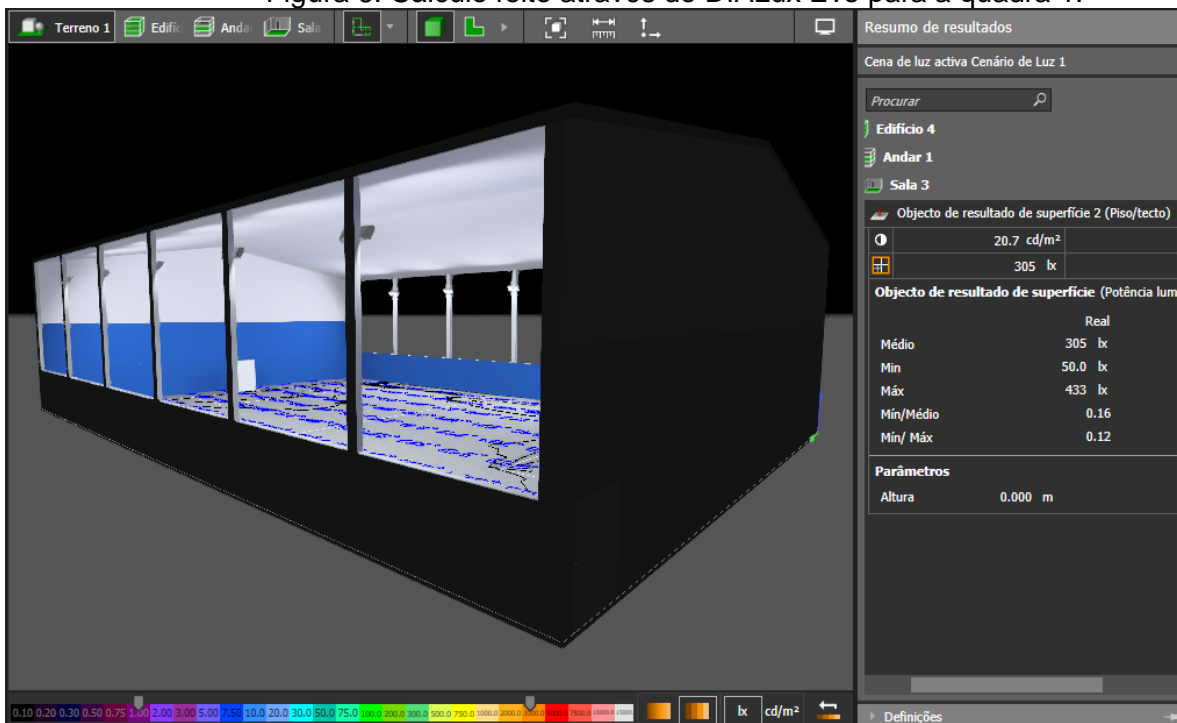
#### 4.2.2 DIALux Evo

As cinco quadras foram modeladas em 3D a partir de plantas baixas elaboradas anteriormente pelo AutoCAD e inseridas no software. Sendo assim aderidas das características reais dos ambientes em questão, adicionando os coeficientes de reflexão nos tetos e paredes, bem como obedecendo todas as medidas reais do projeto. Posteriormente foi adicionado ao software a luminária utilizada, que foi o projetor BVP153 G2 LED90/CW 100W 110-277V SWB, encontrado no site da Phillips (PHILIPS, 2023).

A partir daí, foi feito todo o dimensionamento para obter o número necessário de luminárias para cada local de estudo, inserindo-as nos lugares originários. Após feito, o programa atualiza o dimensionamento, mostrando a quantidade de iluminação média contida no ambiente.

A Figura 6 representa o cálculo feito no DIALux Evo da quadra 1, bem como os resultados obtidos, fornecendo iluminância média, mínima e a máxima para o ambiente em estudo.

Figura 6: Cálculo feito através do DIALux Evo para a quadra 1.



Fonte:

Autor (2023).

O número de luminárias necessárias para cada ambiente, segundo o software, está representado no Quadro 11.

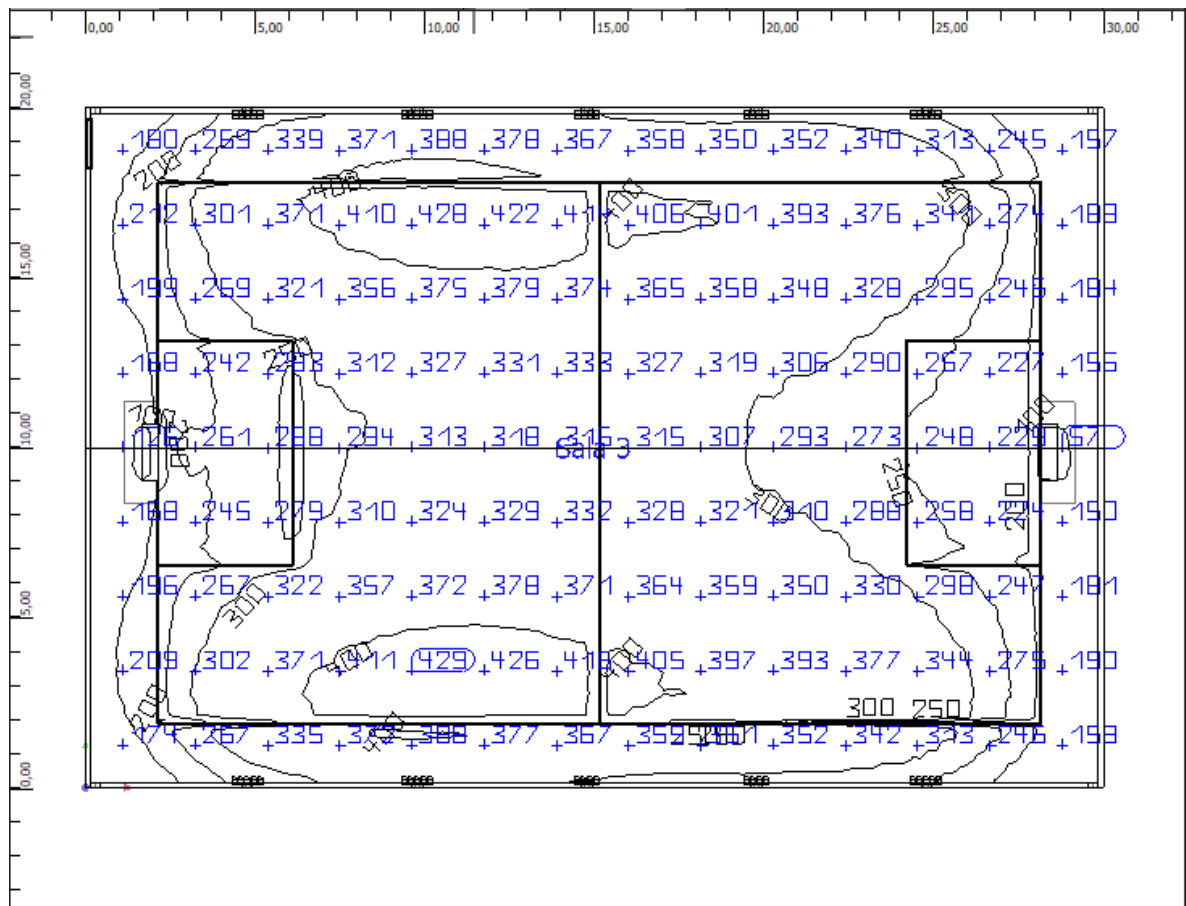
Quadro 11: Número de Luminárias ideal para cada local de estudo.

Locais	N
Quadra 1	46
Quadra 2	40
Quadra 3	44
Quadra 4	38
Quadra 5	40

Fonte: Autor (2023).

Na Figura 7, pode-se ver a distribuição das luminárias, bem como as curvas de iluminância em Lux de diferentes locais do ambiente fornecidas pelo software.

Figura 7: Disposição das luminárias e curvas de iluminância da quadra 1.



Fonte: Autor (2023)

Comparando os valores obtidos no software com o calculado através do método dos lúmens, percebe-se que alguns valores se divergem, esse fato se da pelo motivo do dimensionamento no DIALux Evo ter sido feito respeitando os locais originais das luminárias, enquanto, no métodos dos lúmens apenas é dimensionado sem levar em consideração os mesmos. No Quadro 12 podemos observar o quantitativo de luminárias presentes originalmente nas quadras além das dimensionadas através dos dois métodos.

Quadro 12: Quantitativo de luminárias.

<b>Local</b>	<b>N de luminária existentes</b>	<b>N pelo Método dos Lúmens</b>	<b>N pelo DIALux Evo</b>
Quadra 1	14	45	46
Quadra 2	12	41	40
Quadra 3	12	41	44
Quadra 4	10	33	38
Quadra 5	18	41	40

Fonte: Autor (2023).

Pode-se verificar a disposição das luminárias e a iluminância em cada ponto de todas as quadras a partir dos apêndices 1, 2, 3, 4 e 5, correspondendo, respectivamente as quadras 1,2, 3, 4 e 5.

## **CONCLUSÃO**

As quadras estudadas não se apresentam dentro das condições adequadas de iluminação fornecidas pela norma, demonstrando incorreto dimensionamento luminotécnico ou a falta do mesmo, pois a negligência do estudo luminotécnico acontece de forma frequente, pois é muito comum se utilizar apenas da NBR 5410 (ABNT, 2004), onde indica somente a potência elétrica dos equipamentos e não as questões de iluminação.

O dimensionamento da iluminação ideal feito no presente trabalho, a partir do método dos lúmens e pelo software DIALux Evo, apresentou as condições ideais para que os ambientes estudados se adequem a norma vigente. A luminária utilizada para a obtenção desses resultados foi a BVP153 G2 LED90/CW 100W 110-277V SWB, um projetor fornecido no catálogo da Phillips. É sugerido que a adequação seja feita com a mesma e realizando manutenções periódicas a cada ano para o bom funcionamento.

Para trabalhos futuros é interessante a realização de estudos comparativos entre diferentes tecnologias de iluminação em quadras esportivas, como lâmpadas LED e lâmpadas de vapor metálico, para avaliar sua eficácia em relação ao consumo de energia, custos de manutenção e qualidade da iluminação. Além disso, a aplicação de sistemas de controle de iluminação inteligentes, que permitem o ajuste automático da iluminação em

resposta às condições ambientais e às necessidades específicas dos usuários, pode ser explorada como uma forma de melhorar ainda mais a eficiência energética e a experiência dos usuários nas quadras esportivas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5410. Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. PROJETO 02:135.02-004. Iluminação natural – Parte 04: Verificação das condições de iluminação interna de edificações – Método de medições. Rio de Janeiro, 2003.

ALMEIDA, Ricardo José Sacramento de. **Influência da Iluminação Artificial nos Ambientes de Produção: Uma Análise Econômica**. 2003. 92 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2003. Disponível em: <[https://hosting.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Arquitetural/interiores/ilumina%E7%E3o%20industrial/influencia\\_da\\_illuminacao\\_artificial\\_nos\\_ambientes\\_de\\_producao\\_uma\\_analise\\_economica.pdf](https://hosting.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Arquitetural/interiores/ilumina%E7%E3o%20industrial/influencia_da_illuminacao_artificial_nos_ambientes_de_producao_uma_analise_economica.pdf)> Acesso em: 30/07/2022.

BERNABÉ, Paulo Marcos Mottos. **A Luz Natural Como Diretriz de Projeto**. 2008. p 62 – 81. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/posfau/article/view/43532/47154>> Acesso em: 30/02/2022.

BISSOLOTI, Kaila. **Iluminação Natural Zenital em Quadras Poliesportivas: Análise de Diferentes Sistemas em Florianópolis/SC**. 2019. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/214304>> Acesso em: 27/03/2023.

DE FREITAS, Paula Campos Fadul et al. Luminotécnica e lâmpadas elétricas. 2009. Acesso em: 06/11/2022.

FANK, D. et al. TÉCNICAS DE ILUMINAÇÃO EFICIENTE COM O AUXÍLIO DA LUMINOTÉCNICA. **Seminário de Iniciação Científica e Seminário Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão**, 24 ago. 2016.

NISKIER, Júlio. Instalações Elétricas - 7<sup>o</sup> edição . São Paulo: Grupo GEN, 2021. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521637400/>. Acesso em: 28/03/2023.

OSRAM. Iluminação: Conceitos e Projetos. 2008. Disponível em: <[http://www.osram.com.br/osram\\_br/Ferramentas\\_&\\_Catlogos/Downloads/Iluminacao\\_Geral/Manual\\_do\\_Curso\\_Iluminacao\\_Conceitos\\_e\\_Projetos796562/index.html](http://www.osram.com.br/osram_br/Ferramentas_&_Catlogos/Downloads/Iluminacao_Geral/Manual_do_Curso_Iluminacao_Conceitos_e_Projetos796562/index.html)> Acesso em: 26/08/2022.

PHILIPS. Catálogo de Luminárias. Disponível em:<<https://www.lighting.philips.com.br/prof/luminarias-outdoor/sports-and-area-floodlighting/area-and-recreational-floodlighting/projetor-led-essencial-bvp152-153-gen-2>>

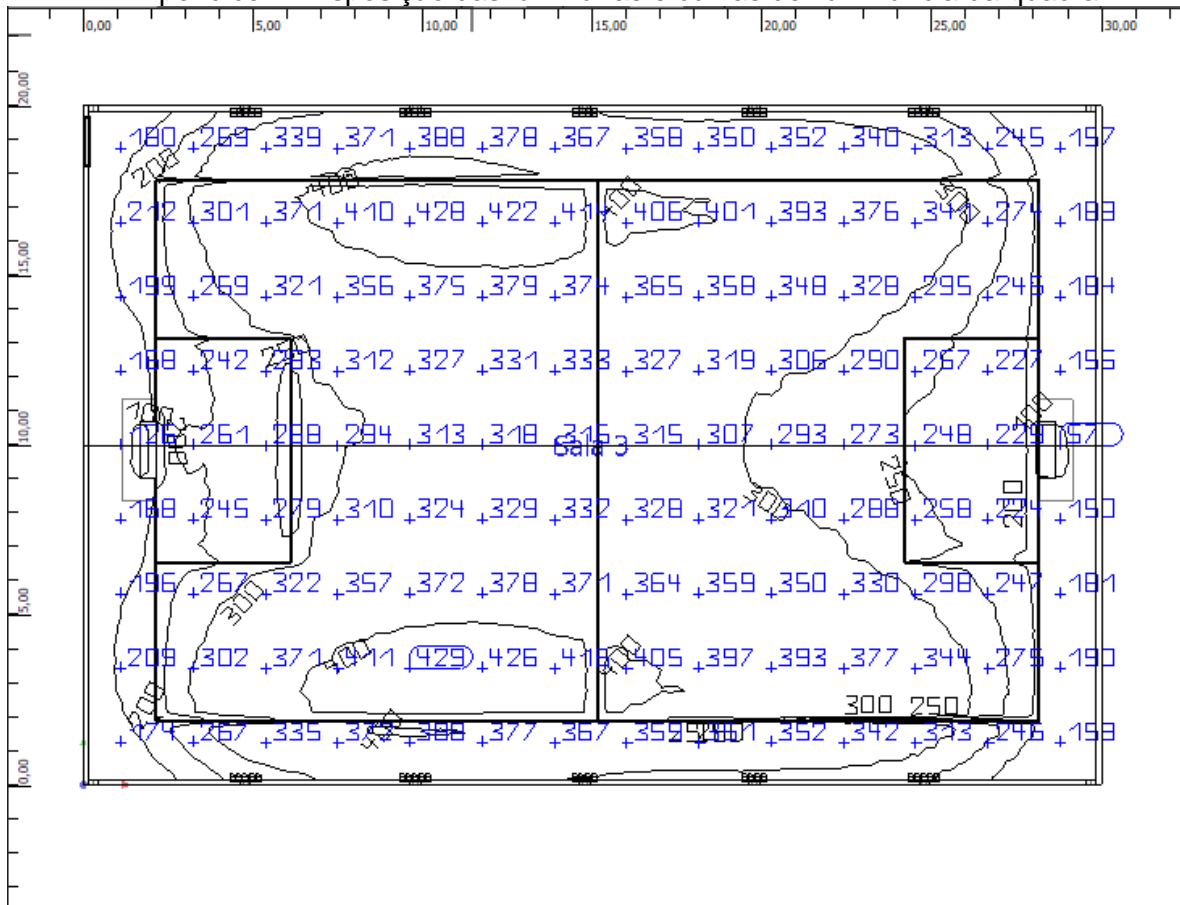
RAMOS, Luise Wanderley Torres. **PROJETO LUMINOTÉCNICO COM TECNOLOGIA LED PARA ALGUMAS ÁREAS DO CENTRO DE TECNOLOGIA DA UFRJ**. 2016. 86 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/31384748-Projeto-luminotecnico-com-tecnologia-led-para-algumas-areas-do-centro-de-tecnologia-da-ufrij.html>> Acesso em: 26/08/2022.

SOUZA, Wander Terra de. **Fator Indicativo de Eficiência Energética baseado no Método dos Lumens e na Luz Natural**. 99 p. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Energia) – Universidade Federal do Pampa, Campus Bagé, Bagé, 2021. Disponível em: <<https://repositorio.unipampa.edu.br/handle/riu/5827>> Acesso em: 25/09/2022.

TECNO FERRAMENTAS. Instrumentos de medição. Disponível em: <<https://www.tecnoferramentas.com.br/medidor-4-em1-decibelmetro-luximetro-temperatura-e-umidade-novotest-dt-8820/p>>.

## APÊNDICES

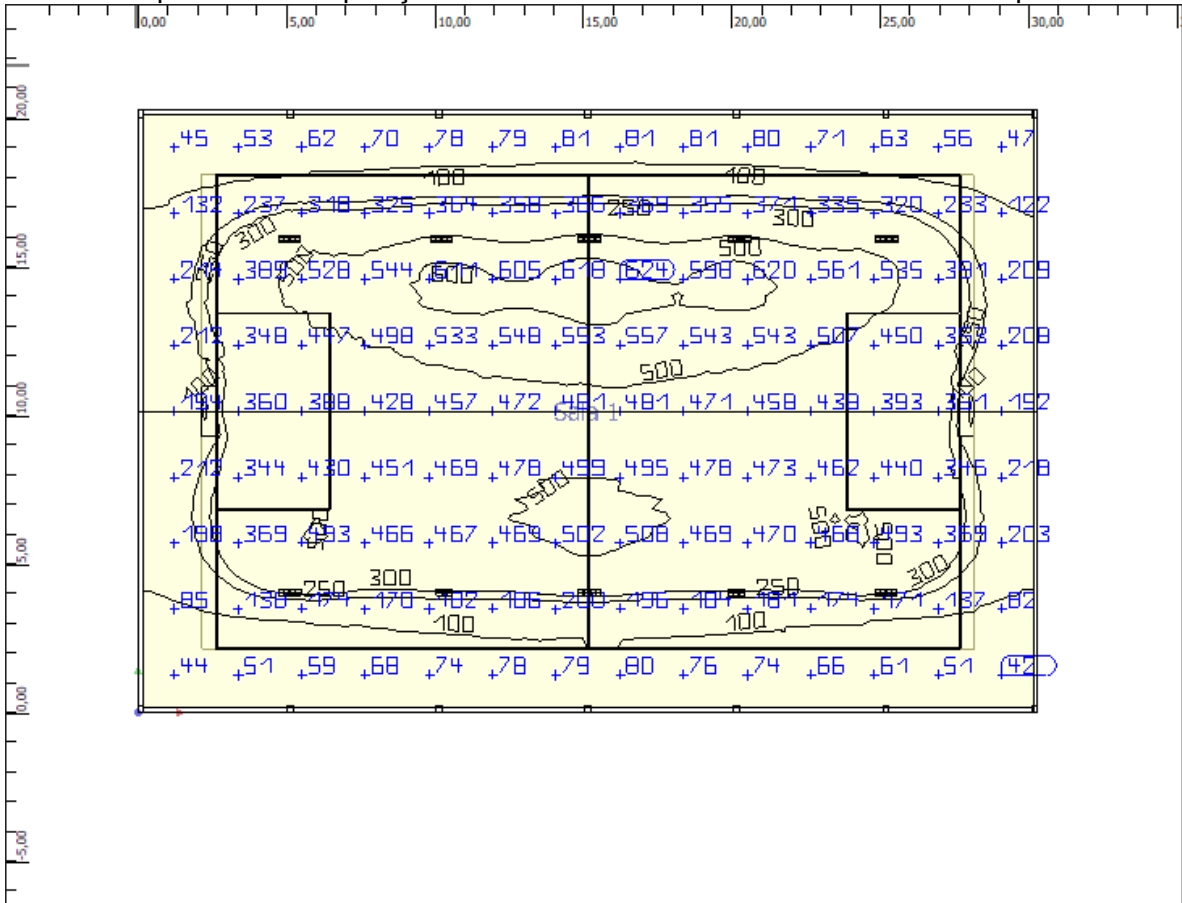
Apêndice 1: Disposição das luminárias e curvas de iluminância da quadra 1.



Fonte: Autor (2023).

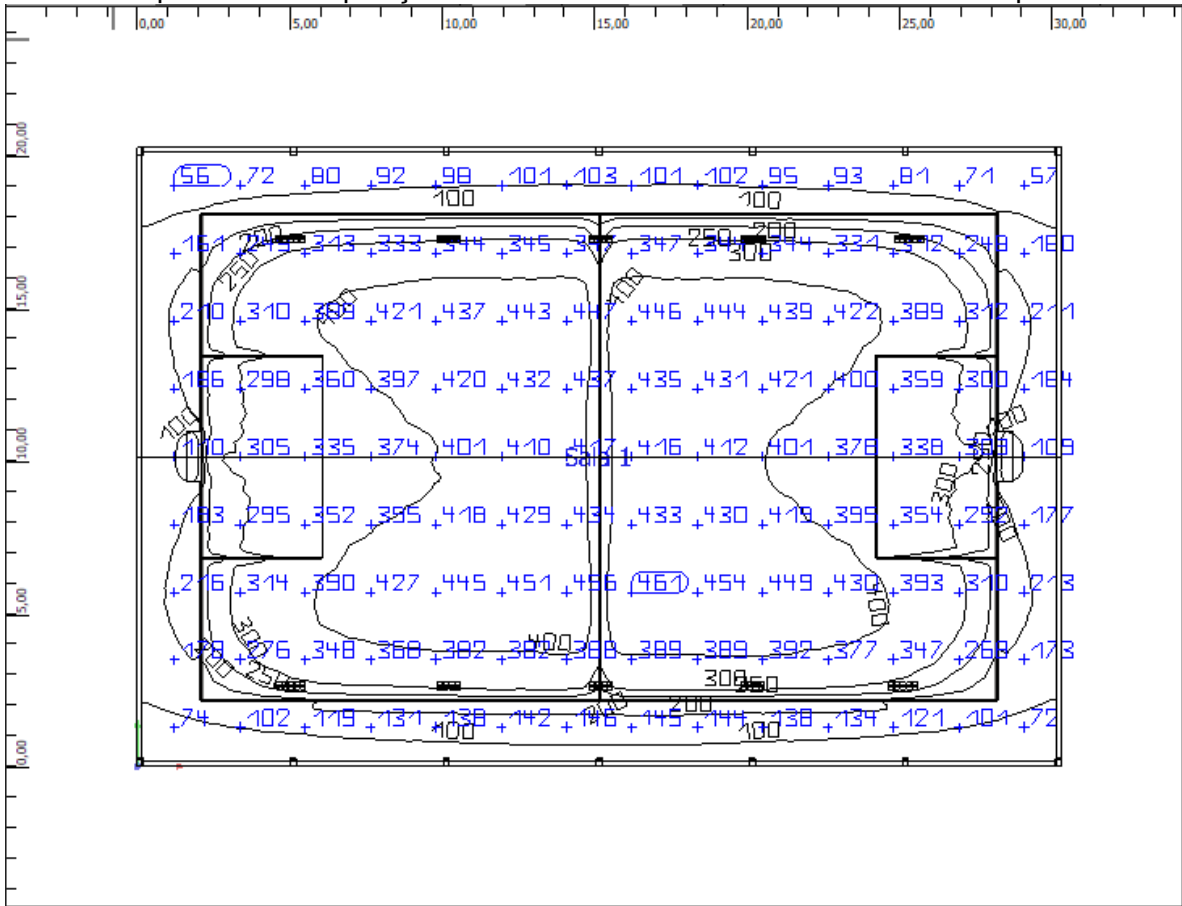


Apêndice 2: Disposição das luminárias e curvas de iluminância da quadra 2.



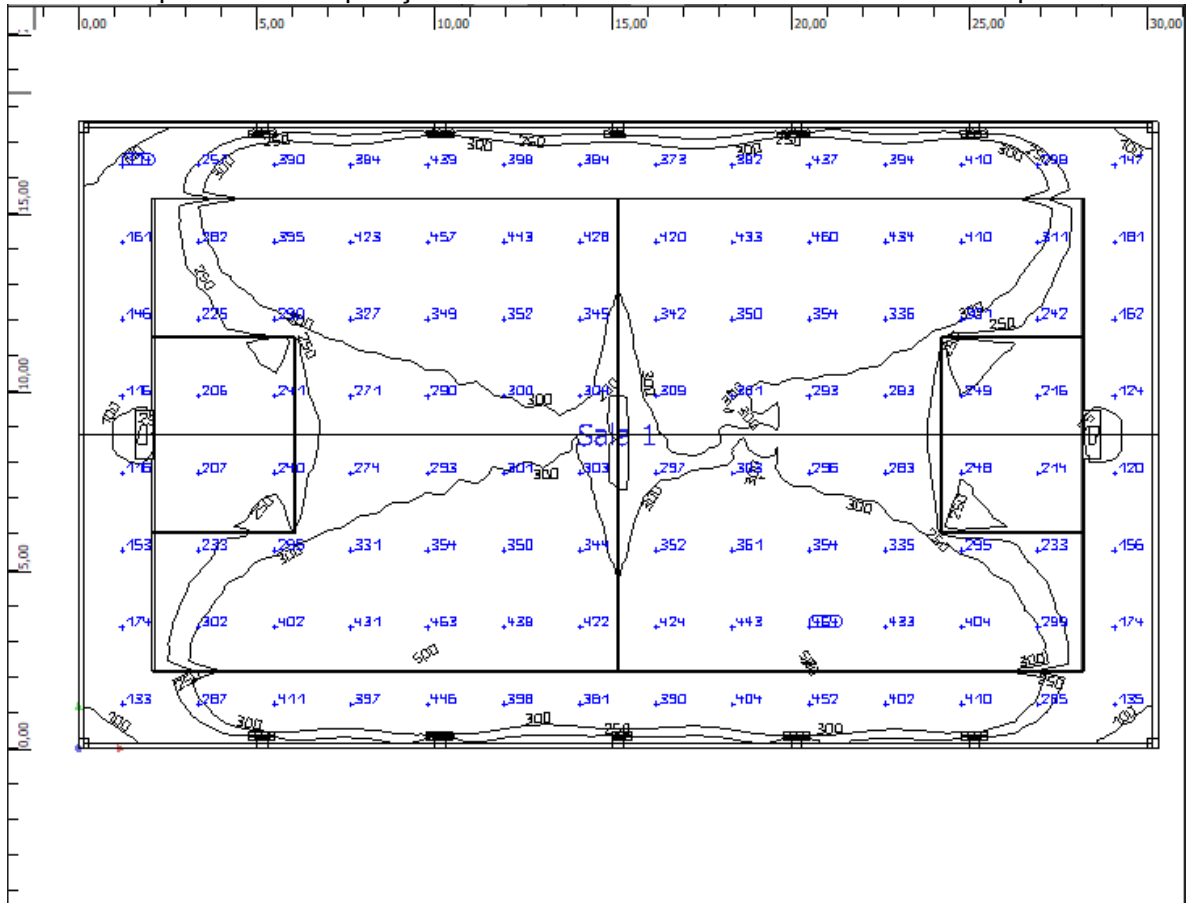
Fonte: Autor (2023).

Apêndice 3: Disposição das luminárias e curvas de iluminância da quadra 3.



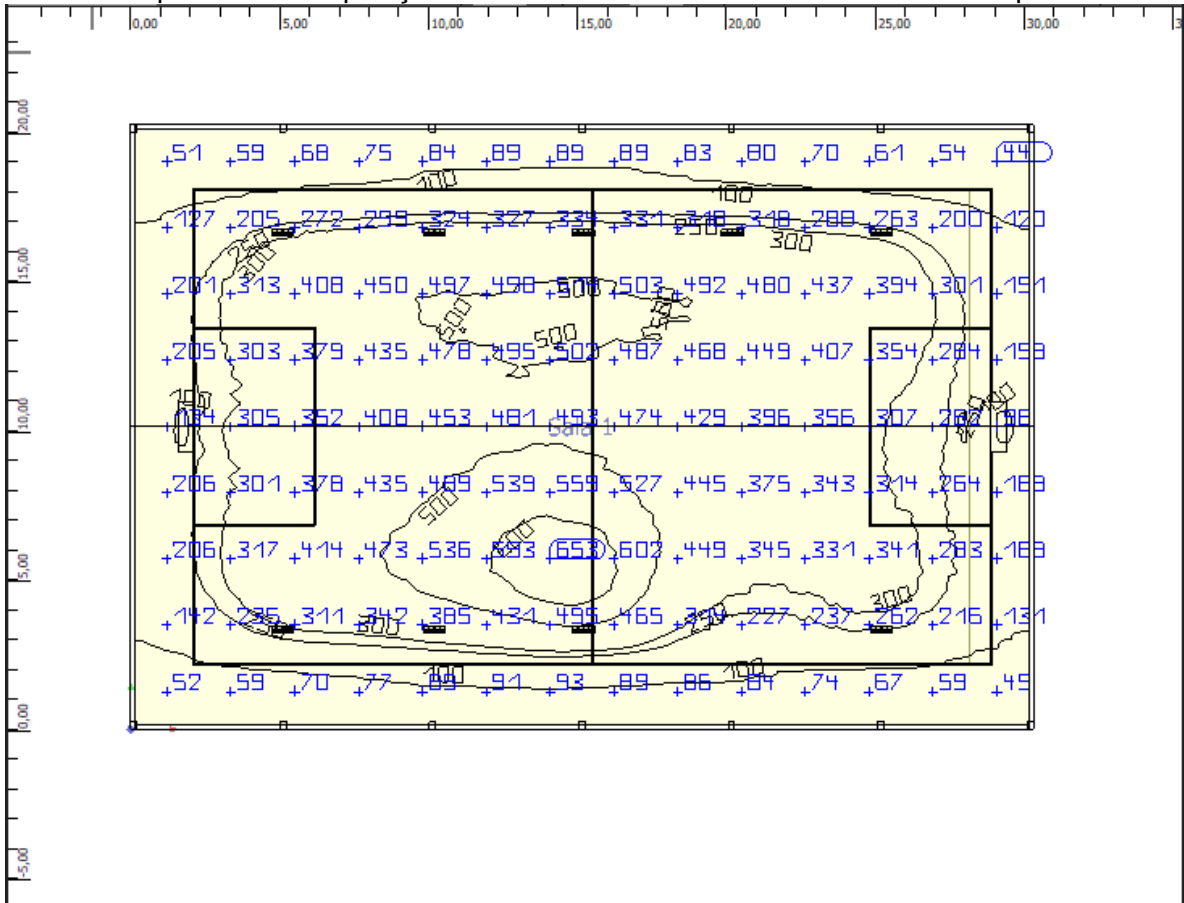
Fonte: Autor (2023).

Apêndice 4: Disposição das luminárias e curvas de iluminância da quadra 4.



Fonte: Autor (2023).

Apêndice 5: Disposição das luminárias e curvas de iluminância da quadra 5.



Fonte: Autor (2023).