

Iluminação de estádios de futebol: Estudo de retrofit da iluminação do estádio Jonas Duarte Anápolis – Goiás

Illumination of soccer stadiums: Study of lighting retrofit of Jonas Duarte stadium Anápolis – Goiás

DOI:10.34117/bjdv7n9-321

Recebimento dos originais: 07/08/2021

Aceitação para publicação: 20/09/2021

Gustavo Mangabeira Ribeiro

Graduando em Engenharia Elétrica pela Universidade Evangélica de Goiás

Instituição: Universidade Evangélica de Goiás

Endereço: Av. Universitária Km 3,5 Cidade Universitária - Anápolis/GO
75083-515

E-mail: gustavomangabeiraribeiro@gmail.com

Igor Dalarmelino Borges

Graduando em Engenharia Elétrica pela Universidade Evangélica de Goiás

Instituição: Universidade Evangélica de Goiás

Endereço: Av. Universitária Km 3,5 Cidade Universitária - Anápolis/GO
75083-515

E-mail: igor.borges@aluno.unievangelica.edu.br

Vitor Hugo Marinho de Sousa

Graduando em Engenharia Elétrica pela Universidade Evangélica de Goiás

Instituição: Universidade Evangélica de Goiás

Endereço: Av. Universitária Km 3,5 Cidade Universitária - Anápolis/GO
75083-515

E-mail: vitormarinho2008@hotmail.com

Rafael Vinícius Araújo Reis

Graduando em Engenharia Elétrica pela Universidade Evangélica de Goiás

Instituição: Universidade Evangélica de Goiás

Endereço: Av. Universitária Km 3,5 Cidade Universitária - Anápolis/GO
75083-515

E-mail: rafaelvinicius.reis@gmail.com

Vitória Lino Horácio e Silva

Graduando em Engenharia Elétrica pela Universidade Evangélica de Goiás

Instituição: Universidade Evangélica de Goiás

Endereço: Av. Universitária Km 3,5 Cidade Universitária - Anápolis/GO
75083-515

E-mail: vih.lino@hotmail.com

Carlos Eduardo Fernandes

Mestre em Desenvolvimento Regional e Políticas Públicas

Instituição: Universidade Evangélica de Goiás

Endereço: Av. Universitária Km 3,5 Cidade Universitária - Anápolis/GO
75083-515
E-mail: caduengcivil@hotmail.com

RESUMO

Com o avanço das novas tecnologias, as indústrias desenvolveram lâmpadas com o intuito de diminuir os custos e melhorar a qualidade da iluminação dos ambientes com suas respectivas finalidades. Desta forma, na atualidade é necessário um cálculo luminotécnico de acordo com a finalidade do local para realizar um estudo de qual modelo de lâmpadas e projetores são mais adequados para a devida instalação. Desse modo, quando se trata de um cálculo luminotécnico para estádios esportivos, é importante que um estádio tenha sua utilização mais eficiente, sendo assim, é necessário que tenha um bom sistema de iluminação não dependendo somente da inserção de pontos de luz no ambiente como também é necessário analisar todos os aspectos, propriedades e condições para que o sistema projetado seja eficiente e confortável, para assim ter sua utilização total em períodos noturnos ou fim de tarde, com o objetivo de melhorar a iluminação do Estádio Jonas Duarte, foi realizado um estudo de caso a partir das condições atuais do local com foco na luminotécnica a fim de adequar com o guia de recomendações da FIFA (Federação Internacional de Futebol). Portanto, a finalidade do presente trabalho foi propor a melhoria da qualidade da iluminação para que jogadores, oficiais, espectadores e telespectadores tenham conforto visual e uma iluminação projetada uniformemente para toda área do campo.

Palavras-Chave: Luminotécnico, Iluminação, Estádio Jonas Duarte.

ABSTRACT

With the advancement of new technologies, the industries have developed lamps in order to reduce costs and improve the quality of lighting of environments for their respective purposes. Thus, nowadays it is necessary a luminotechnical calculation according to the purpose of the site to perform a study of which model of lamps and projectors are most suitable for proper installation. Thus, when it comes to a luminotechnical calculation for sports stadiums, it is important that a stadium has its most efficient use, so it is necessary to have a good lighting system not only depending on the insertion of light points in the environment but also it is necessary to analyze all aspects, properties and conditions for the projected system to be efficient and comfortable, in order to have its full use in night or late afternoon periods, with the aim of improving the lighting of the Stadium Jonas Duarte. A case study was conducted based on the current conditions of the site with a focus on luminotechnique in order to adapt with the FIFA recommendations guide (International Football Federation). Therefore, the purpose of this work was to propose the improvement of the quality of lighting so that players, officers, spectators and viewers have visual comfort and a lighting designed evenly for the entire area of the field.

Palavras-Chave: luminotechnical, lighting, Stadium.

1 INTRODUÇÃO

Em um mundo pós Revoluções Industriais, a indústria da iluminação evoluiu consideravelmente desde a criação da iluminação artificial até as tecnologias

contemporâneas, após as primeiras lâmpadas como a de arco voltaico, para mais, Thomas Edison ficou popularmente famoso ao inventar a lâmpada incandescente, que tem como princípio uma corrente elétrica percorrendo um filamento de tungstênio (resistência), assim então, convertendo energia elétrica em emissão de calor e luz¹⁻³. Desse modo, com o passar dos anos e com os avanços das novas tecnologias, as invenções como a de Edison se tornaram inviáveis devido a sua baixa eficiência energética pois a maior parte da energia elétrica é convertida em calor ao invés de energia luminosa¹⁻³.

Com o passar do tempo, as indústrias evoluíram muito quando se trata de lâmpadas e refletores com o intuito de diminuir custos e melhorar a qualidade da iluminação dos ambientes com suas respectivas finalidades de uso, sendo elas para iluminação pública (hospitais, praças, escolas e estádios esportivos) ou privada (residências e pontos comerciais)¹⁻³. Desse modo, o LED (Diodo Emissor de Luz) foi a descoberta revolucionária nos últimos anos quando se trata de conversão de energia elétrica em luz devido a sua alta eficiência energética, aumento considerável no tempo de vida útil, índice de reprodução, temperatura de cores e baixa emissão de calor¹⁻³. Desta forma, a baixa emissão de calor do LED resolve o problema das lâmpadas incandescentes em relação à eficiência energética¹⁻³. Torna-se necessário um cálculo luminotécnico de acordo com a finalidade do local para saber qual lâmpada ou projetor deverá ser usado, devido as especificações técnicas diferentes como potência, fluxo luminoso, intensidade luminosa, iluminância e luminância¹⁻³.

Quando se trata de um cálculo luminotécnico para estádios esportivos, é importante que um estádio tenha sua utilização mais eficiente, sendo assim, é necessário que tenha um bom sistema de iluminação não dependendo somente da inserção de pontos de luz no ambiente como também é necessário analisar todos os aspectos, propriedades e condições para que o sistema projetado seja eficiente e confortável, para assim ter sua utilização total em períodos noturnos ou fim de tarde^{4,5}. Do mesmo modo recepcionando atletas, telespectadores, mídia para que entrem ou saiam com segurança e para que as ações que ocorram no estádio possam ter uma praticidade do que está sendo realizado de uma forma clara para todos^{4,5}. Desse modo, é importante que os aspectos físicos, incluindo os níveis de iluminação, brilho, contraste e claridade devem ser corretos, homogêneos e uniformemente projetados para toda a área do campo^{4,5}. Por essas questões ditas sobre um maior cuidado com a iluminação quando se refere a um ambiente que depende em sua utilidade um aspecto ótico de claridade com qualidade^{4,5}. Neste presente, trabalho foi realizado uma comparação das condições atuais da iluminação do Estádio

Jonas Duarte com um estudo luminotécnico feito pela TecnoWatt no ano de 2016, além da comparação com o guia de recomendação da FIFA(Federação Internacional de Futebol), no qual apresentaram um cálculo luminotécnico que se adequa ao local⁶. Todavia, o projeto não foi executado por questões internas da prefeitura municipal. Desse modo, além de apresentar esta comparação, foi feito um estudo de caso dos aspectos gerais de iluminação do estádio Jonas Duarte com o intuito de propor melhorias de questões técnicas dos projetos que não foram executados.

2 METODOLOGIA

Para obter os resultados acerca da problematização do presente trabalho, de início foi feita uma busca por referências bibliográficas correspondentes com o tema em plataformas como o Google Scholar. Além disso, foi de extrema importância entrar em contato com a prefeitura municipal de Anápolis para ter acesso aos projetos do Estádio Jonas Duarte além da autorização para entrar no local e coletar dados relacionados ao trabalho com o intuito de analisar e fazer comparações entre as condições atuais da iluminação do estádio, o projeto da empresa TecnoWatt e os requisitos mínimos do guia de recomendações da FIFA.

2.1 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1.1 Intensidade luminosa

É uma determinada concentração de luz em uma direção específica, pode -se perceber, que é nada mais que um vetor, possuindo assim módulo, direção e sentido^{7,8}. O módulo tem a unidade candela e sua direção é orientada pelo centro da fonte luminosa como uma referência^{7,8}. A equação é o limite da razão entre o fluxo luminoso em um ângulo sólido do eixo do feixe de luz e o valor do ângulo dado, quando o mesmo ângulo tende a zero ^{7,8}. A intensidade luminosa tem a unidade de medida em candela (cd) ^{7,8}. A candela é equivalente à intensidade luminosa na direção perpendicular de uma superfície plana^{7,8}.

2.1.2 Fluxo luminoso

É uma quantidade de luz total emitida por uma fonte luminosa para todas as direções capazes de produzir uma percepção visual em todo o espaço^{7,8}. Esta energia pode ser quantificada através de uma grandeza que chamamos de lúmen (lm) e o símbolo desta é o ϕ ^{7,8}. O lúmen pode ser descrito como um fluxo luminoso que é emitido no interior de

algum ângulo sólido igual a um esferorradiano, por uma fonte puntiforme luminosa com intensidade invariável e igual a uma candela, com valor igual em todas as direções^{7,8}. Com tudo, aplicando na pratica a fonte puntiforme não existe, então quando o diâmetro é inferior a 20% da distância da fonte até a superfície, é considerada puntiforme. A equação do fluxo consiste em K_m que é o valor do watt – luminoso = 683 lm/W, $\frac{d\phi(\lambda)}{d\lambda}$ é a distribuição espectral do fluxo radiante (W) e em $V(\lambda)$ que é a eficácia luminosa espectral^{7,8}.

2.1.3 Iluminância

A iluminância ou também dita como iluminamento, é uma grandeza que faz relação com o fluxo luminoso, acontece na direção perpendicular a uma superfície e a sua área⁷⁻⁹. A unidade de luminância do SI é o lux (lx), representa o iluminamento de uma superfície plana com a área de $1 m^2$ através de um fluxo luminoso equivalente a $1 lm^{7-9}$. A equação é composta por iluminância E, com unidade de medida em lux (lx), fluxo luminoso $d\phi$ e área da superfície iluminada (m^2)⁷⁻⁹.

Vemos que o estudo da iluminância, é crucial para os projetos de iluminação em si, pois cada finalidade sempre tem especificado um valor de iluminância, que pode ser definido como a ideal para atividade tratada sem transtornos algum^{7,8}. Falando de projeto, uma das primeiras etapas para ter um projeto exemplar é sempre definir a iluminação base a ser executada em cada área estudada^{7,8}. Através da NBR5413, podemos ter o conhecimento das iluminâncias médias mínimas para a iluminação ideal^{7,8}.

2.1.4 Iluminância horizontal

Considerando que a distância do foco luminoso até o plano P é dada por d e o ângulo que o eixo do feixe de luz faz com a normal é representado por $\alpha^{7,8}$. Assim a área iluminada por apenas um ponto, uma área elementar do plano P e representada por dS, onde o ângulo sólido que se entende que essa porção do plano^{7,8}.

2.1.5 Iluminância vertical

A iluminação vertical é recomendada para o reconhecimento de objetos, com uma importância em jogos profissionais e em torneios com um grande número de espectadores, como competições televisionadas, sendo recomendado um plano vertical perpendicular sobre a linha do espectador^{7,8}.

2.2 NORMAS E RECOMENDAÇÕES PARA ILUMINAÇÕES DE ESTÁDIOS

Nos estádios de futebol, o sistema de iluminação tem uma das funções mais importantes na exibição do espetáculo dos jogos que acontecem ao entardecer e à noite¹⁰⁻¹². Assim, a principal função deste sistema é iluminar uniformemente todo o local a fim de garantir a qualidade de vídeo digital para as companhias televisivas que vão transmitir os jogos¹⁰⁻¹². Desse modo, isto deve ser feito garantindo a boa visibilidade dos jogadores e oficiais, sem que a claridade extravase para os espectadores que estão nas arquibancadas, assistindo o evento na televisão, o ambiente ao redor do estádio e a vizinhança¹⁰⁻¹².

2.2.1 Categorias de Competições

Ao classificarmos as categorias de competições nos estádios de futebol de acordo com recomendações da FIFA, podemos enumerar 5 classes, das quais, 2 exigem uma maior qualidade, por serem eventos televisionados e as outras 3 são destinadas a eventos não televisionados (Tabela 1)¹⁰⁻¹².

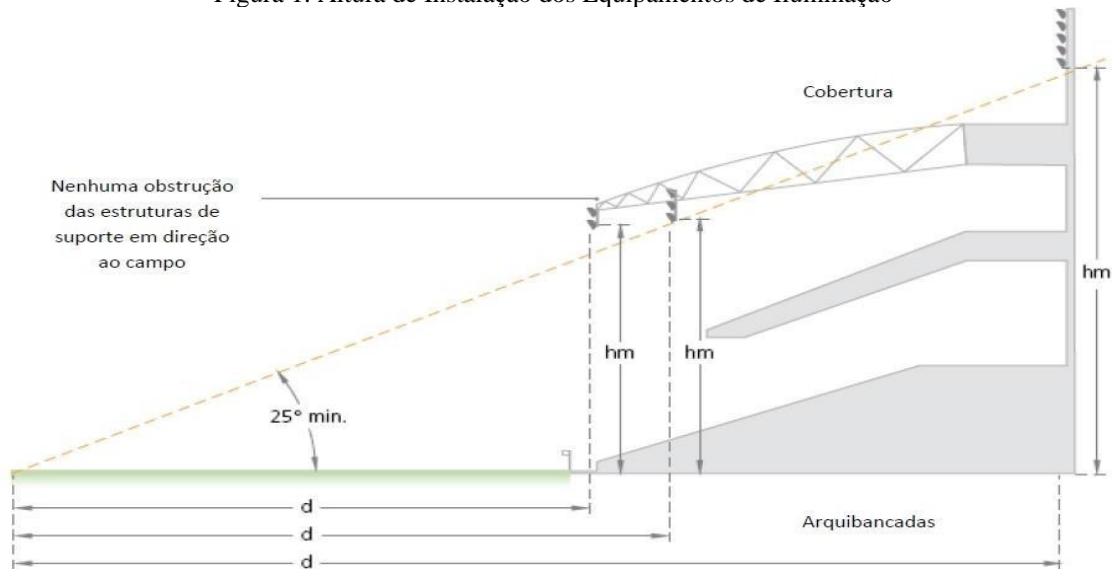
Tabela 1 - Categorias de Competição e Seus Tipos de Iluminação

Classes	Categoria	Tipo de Iluminação
Classe V	Televisionado internacionalmente	O campo do evento deve ser livre de sombras.
Classe IV	Televisionado nacionalmente	O campo do evento deve ser livre de sombras.
Classe III	Jogo nacional não televisionado	O campo do evento deve ser iluminado com pelo menos oito postes (recomendado).
Classe II	Ligas e clubes não televisionados	O campo do evento deve ser iluminado com pelo menos seis postes (recomendado).
Classe I	Treinamento e recreação não televisionados	O campo do evento deve ser iluminado com pelo menos quatro postes (recomendado).

2.2.2 Requisitos das classes IV e V

As classes IV e V tem exigências mínimas quando se trata de iluminação do campo pois são categorias televisivas¹⁰⁻¹². Desta forma, a seguir serão apresentadas com mais detalhes as características que este tipo de evento deve ter¹⁰⁻¹². A estrutura onde estão os projetores deve estar entre os ângulos de 25° (ângulo mínimo), não ultrapassando 45° (ângulo máximo) com a horizontal (Figura 1)¹⁰⁻¹².

Figura 1. Altura de Instalação dos Equipamentos de Iluminação



Todavia, os projetores formam um conjunto de raios de luz saindo do centro do mesmo até o campo¹⁰⁻¹². Esse conjunto de raios formam um ângulo com a reta normal que deverá ser no máximo 70 (Figura 2)¹⁰⁻¹².

Figura 2. Ângulo Máximo do Refletor com a Normal



2.2.3 Direcionamento multizona

Quando se trata de jogos de futebol essa técnica é intrínseca pois nas classes IV e V os eventos são televisionados e devem ter uma transmissão com a maior qualidade possível tentando amenizar as sombras dos atletas e árbitros¹⁰⁻¹². Desse modo, essa estratégia é fundamentada em projetar vários feixes de luz em uma zona específica do campo com muitos projetores de locais distintos¹⁰⁻¹².

De acordo com o guia de recomendações, o campo foi nomeado e fracionado em 3 regiões, a região central foi chamada de 2 e nos extremos do campo são as regiões de número 1¹⁰⁻¹². Assim, conforme com os tipos de classes, existe um padrão recomendado para uma transmissão com a qualidade de imagem correspondente¹⁰⁻¹². Na categoria de

número V, devem projetar raios de luz em cada região com 4 matrizes de luzes vindas de lados diferentes (Figura 3) ¹⁰⁻¹². Sendo assim, em eventos de categoria IV, é necessário que cada região do campo tenha feixes de luz originadas de 3 matrizes vindas de cada lado do campo (Figura 4) ¹⁰⁻¹².

Figura 3. Direcionamento Multizona para eventos de Classe V

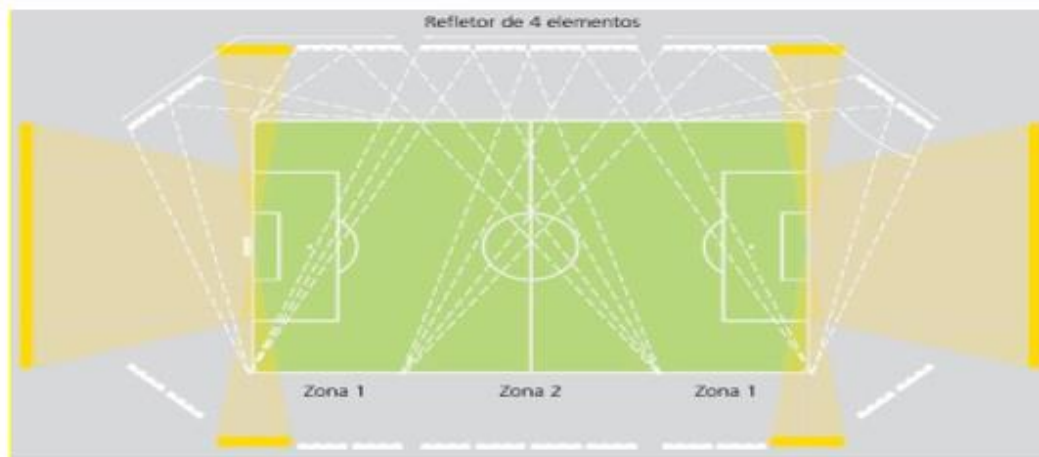


Figura 4. Direcionamento Multizona para eventos de Classe IV



2.3 CARACTERÍSTICAS DO PROJETO DE ILUMINAÇÃO

2.3.1 Métodos para cálculo de uniformidade luminosa

2.3.1.1 Coeficiente de variação

O coeficiente de variação (CV) é utilizado para determinar a dispersão luminosa em relação à média de iluminação, calculando-se assim a uniformidade luminosa ^{1,2,10-12}. Define-se então coeficiente de variação como a razão entre o desvio padrão da iluminação de todos os pontos e a média de iluminação nesses pontos onde σ é o desvio padrão, X_L é

o valor horizontal em cada ponto, \bar{X} é a média dos valores em todos os pontos e n é o número total de pontos (Equações 1, 2) ^{1,2,10-12}.

$$CV = \frac{\sigma}{\bar{x}}, \text{ (Eq.1)}$$

Sendo,

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum(x_L - \bar{x})^2}}{n}, \text{ (Eq.2)}$$

2.3.1.2 Gradiente de uniformidade

Apesar de ser utilizado para medir a variação de todo tipo de medida, o gradiente de uniformidade (UG) é utilizado para calcular a uniformidade luminosa em projetos de iluminação ^{1,2,10-12}. Desse modo, ele mede a velocidade com que a iluminação aumenta ou diminui em um ponto, em relação aos pontos vizinhos ^{1,2,10-12}. Essa medição influencia a distância entre os pontos, ou seja, quanto menor a taxa de variação, maior a distância ^{1,2,10-12}.

2.3.1.3 Valores para Coeficiente de Variação e Gradiente de Uniformidade

Sabendo-se como são calculados os valores de CV e UG, pode-se definir o limite aceitável para cada uma dessas unidades (Tabela 2) ^{1,2,10-12}.

Tabela 2: Valores Padrão de Variação de Iluminação

	Eventos televisionados	Eventos não televisionados
Coeficiente de variação (CV)	0,13 ≤ CV ≤ 0,15	0,3 ≤ CV ≤ 0,4
Gradiente de uniformidade (UG)	1,5 ≤ UG ≤ 2	2 ≤ UG ≤ 2,5

A fonte de onde foi extraída a informação dos valores da Tabela B não demonstrava informações para valores de coeficiente de variação entre 0,15 e 0,3.

2.4 ILUMINAÇÃO DO CAMPO

2.4.1 Câmera de campo vertical

A iluminação vertical é de extrema importância para que os telespectadores enxerguem os detalhes dos jogadores com maior clareza quando as câmeras derem zoom, por exemplo, focar no rosto e no número da camisa dos jogadores ou até mesmo um toque na bola ¹⁰⁻¹². Assim, para que tenha uma transmissão de TV com qualidade e alta definição, a iluminância vertical tem sua importância para que haja um equilíbrio luminoso no campo ¹⁰⁻¹².

2.4.2 Câmera fixa vertical

A câmera fixa vertical é a que mais transmite imagens durante os jogos de futebol devido sua capacidade de se movimentar da extremidade esquerda para a direita e vice versa, além de mostrar o campo de modo geral¹⁰⁻¹². Desse modo, essas câmeras fixas estão localizadas em uma área acima da lateral ou da linha de fundo possibilitando imagens mais macro do campo e assim capturando imagens com uma qualidade digital de forma equilibrada¹⁰⁻¹².

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 ESTUDO DE CASO – ESTÁDIO JONAS DUARTE

O Estádio Jonas Ferreira Alves Duarte localizado na cidade de Anápolis - GO (interior do estado do Goiás), no endereço Avenida Brasil Sul, 3165/3291 no bairro Cidade Jardim. Foi inaugurado em 11 de Abril de 1965. Após esse fato, ocorrem outras reformas importantes como a construção das arquibancadas descobertas. O estádio foi destaque ao acomodar em seu interior, áreas que pudessem auxiliar a população e atletas na realização de eventos socioculturais como shows, desfiles, feira da indústria/comércio e para alistamento militar, tudo isso em parceria com a prefeitura da cidade.

Em relação a parte elétrica do estádio, há uma subestação que possui 1 transformador de energia elétrica com potência de 500 kVA, com uma tensão de 13,8 kV oriunda da concessionária de energia elétrica local. A relação de transformação é de 13,8 kV / 380 V e é utilizado na alimentação de toda a parte elétrica do estádio, incluindo a iluminação do campo e pontos comuns, instalações elétricas de salas, arquibancada e sanitários.

Na falta de energia no local, o gerador de emergência é responsável por suprir e fornecer a energia elétrica do estádio de modo geral incluindo os projetores, iluminação dos corredores, parte administrativa, arquibancada, sanitários e vestiários (Figura 5 a). Assim, o grupo gerador fabricado pela Stemac tem uma potência aparente de 434 kVA, tensão de alimentação 380 V trifásico, corrente nominal de 660 A, rotação 1800 rpm (rotações por minuto) e uma frequência de 60 Hz (Figura 5 b).

Figura 5. (a) Grupo Motor Gerador (b) Dados de Placa do Grupo Gerador



O estádio tem em seu sistema de iluminação, 6 torres sendo 3 de cada lado, onde está a uma distância aproximada de 67 metros do centro do campo e tem distância lateral entre elas de 35 metros. Cada torre comporta 24 projetores que suporta uma estrutura metálica com 4 fileiras e 6 colunas, tendo o total no geral de 144 projetores (Figura 6, 7). As lâmpadas são de vapor metálico 2000W modelo HQI-T (Figura 8), com tensão de 380V, soquete modelo E40 (Figura 9) da fabricante OSRAM com uso de reatores da fabricante Fattor modelo RVMT2000AE (Figura 10) para o correto funcionamento. Visto que tais equipamentos são importados por não serem produzidos no Brasil, mas que possuem estabelecimentos para assistência técnica caso o mesmo precise de manutenção ou urgência para a troca, constatando essa necessidade caso venha alguma lâmpada ou reator a falhar os mesmos equipamentos possui em estoque nos alojamentos do estádio para a troca e instalação.

Figura 6. Iluminação da Lateral do Campo



Figura 7. Torre de Iluminação

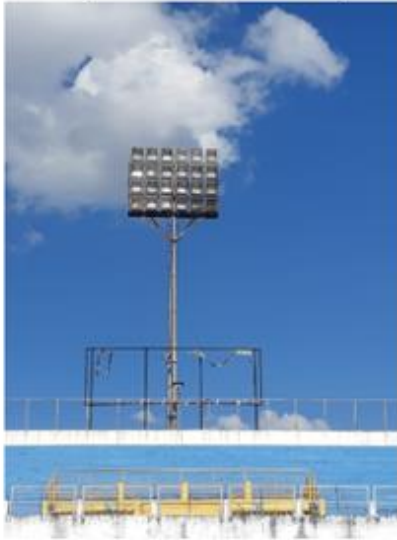


Figura 8. OSRAM HQI-T 2000W 380V



Figura 9. Soquete Reserva Tipo E40



Figura 10. Reator 380 V 2000 W

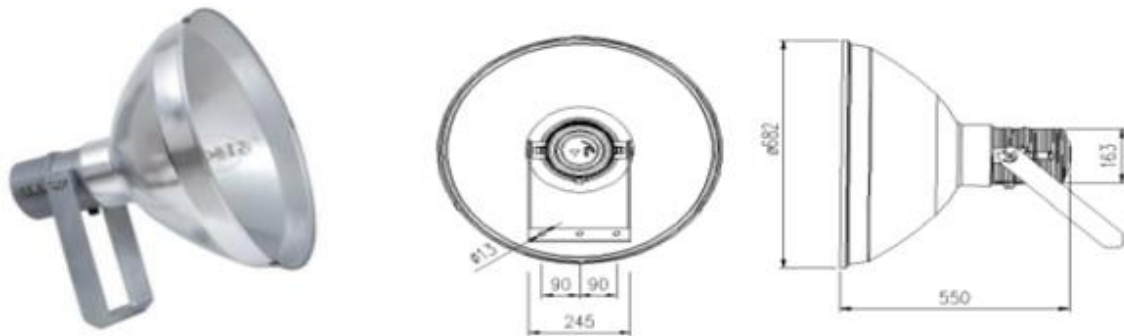


3.2 ESTUDO LUMINOTÉCNICO SIMON LIGHTING

A empresa Tecnowatt fez um estudo luminotécnico para retrofit da iluminação do Estádio Jonas Duarte no ano de 2016. O estudo foi baseado na norma internacional IESNA lighting handbook, item 20, classe III. (Tabela 20.2). O projeto foi desenvolvido para suprir as deficiências luminotécnicas de acordo com o local na qual a empresa só garante os resultados apresentados somente se forem utilizados os mesmos produtos especificados.

A luminária proposta no projeto da TecnoWatt foi a PR 30 - BH16 (Figura 11) com reator de uso externo, com alto fator de potência e com ignitor para lâmpadas de vapor metálico de 2000 Watts. Desse modo, foi elaborado o estudo com lâmpadas de vapor metálico de 2000 W, bulbo tubular, soquete E40, fluxo luminoso de 205.000 lm, na qual tem como fabricante a Osram e modelo: POWERSTAR HQI / HIT-T.

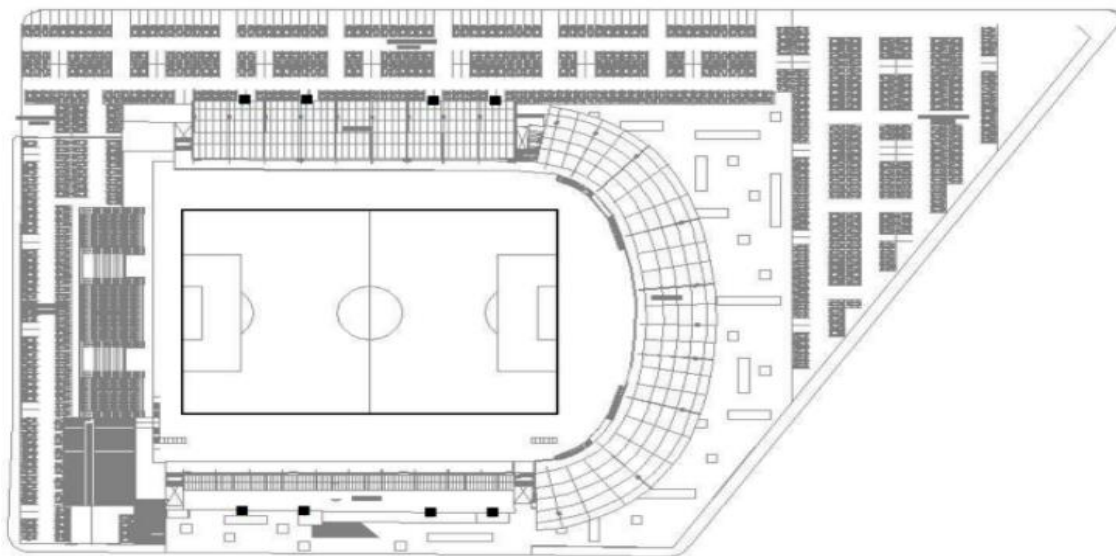
Figura 11. Luminária PR 30⁶



3.2.1 Planta baixa do estádio jonas duarte

Na figura 12 demonstra a planta baixa ou vista superior do campo e da arquibancada. O local tem suas dimensões padrão de um campo de futebol apresentando 70 m de largura e 105 m de comprimento.

Figura 12. Planta Baixa do Estádio Fonte



No estudo luminotécnico apresentado pela TecnoWatt houve o aumento de uma torre de iluminação de cada lado do campo totalizando 8 estruturas, contendo suporte para 22 refletores em cada torre, totalizando 176 unidades.

De acordo com as dimensões do campo e para uma distribuição uniforme do fluxo luminoso, o projeto foi elaborado com 4 torres contendo 3 vãos entre as mesmas. Desse modo, foi dimensionada uma distância de 17,5 m entre os vãos das extremidades e 35 m no vão central. Além disso, as torres ficaram a 38 m da linha lateral do campo e a 73 metros da linha de meio de campo.

Devido à diferença de nível do local, as torres foram calculadas com uma altura de 39 m no nível mais baixo e 37 m no nível mais elevado do terreno de modo que o topo dos postes fiquem nivelados mantendo o ângulo dos refletores de acordo com as normas da FIFA.

3.2.2 Intensidade luminosa do projeto

De acordo com o software utilizado pela empresa responsável, com os produtos especificados no projeto eles simularam a iluminação no Simon Lighting e calcularam a intensidade luminosa em cada ponto do campo. Desse modo, a simulação apresentou um nível mínimo de 927 lux, nível máximo de 1558 lux, um nível médio de 1245 e uma uniformidade de 0,74 (mín/méd)

Conforme as normas internacionais da FIFA, a altura do solo até a base dos projetores deve possibilitar que se tenha um ângulo de ao menos 25° entre a reta que sai do meio do campo até a base dos refletores e a reta no nível do solo. Desse modo, com base nas dimensões do estádio, esses ângulos tem um valor de aproximadamente 25° , sendo que as alturas das torres são diferentes devido ao desnivelamento do local, em vista disto, as alturas das torres são de 37 m e 39 m e a medida da linha do meio campo até a base da torre dos projetores é de 73 metros (Figuras 15,16).

Figura 13 - Altura de Instalação dos Equipamentos de Iluminação da torre de 39 m

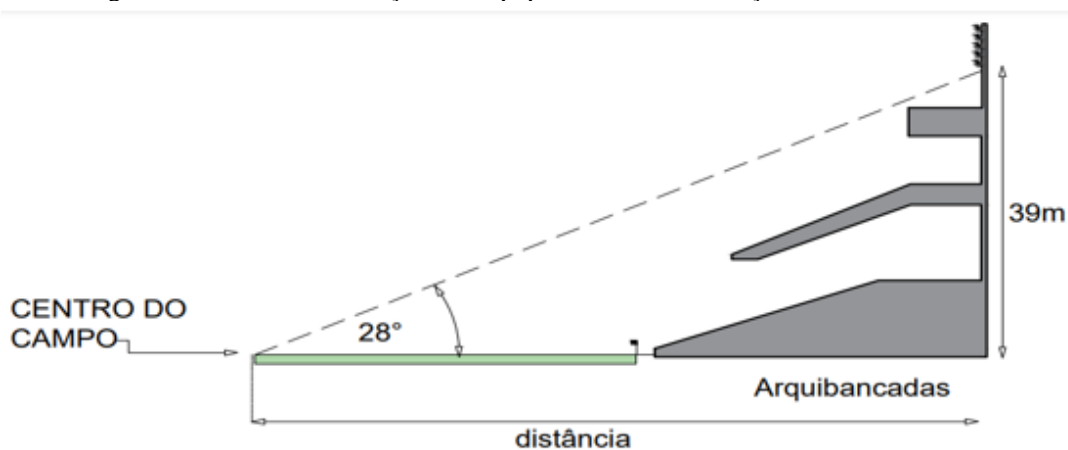
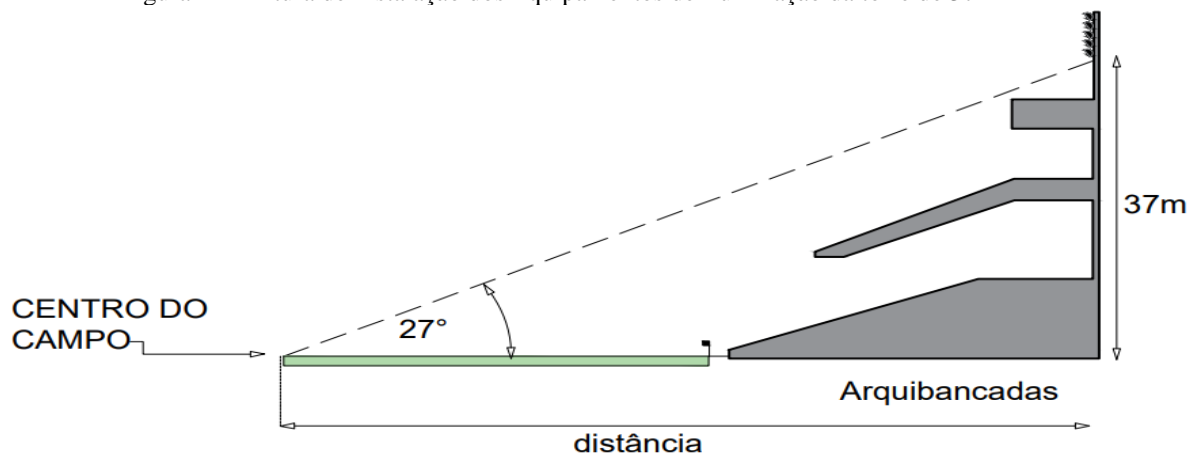


Figura 14 - Altura de Instalação dos Equipamentos de Iluminação da torre de 37 m



O ângulo de inclinação de cada refletor não pode ultrapassar o valor de 70° para se manter dentro das especificações da FIFA. E como vimos anteriormente essa medida do ângulo de inclinação varia na faixa entre 55° e 65° , sendo o primeiro encontrado nos refletores do topo e o segundo nos refletores mais baixos do conjunto.

Logo, conclui-se que a altura e instalação dos refletores estão de acordo com as normas internacionais, pelos ângulos serem menores que 70° .

3.3 PARALELO DA NORMA/GUIA AO ESTÁDIO E PARECER TÉCNICO

A análise sugestiva que se trata o artigo para atendimento do sistema no Jonas Duarte atendendo as prerrogativas e recomendações trazidas pela CBF com o enfoque a FIFA melhoraria a iluminação do campo adaptando aos requisitos dos campeonatos regionais. O estado atual do campo não foi possível realizar a inspeção e coleta de dados a respeito dos pontos de luz e sua iluminância, para uma melhor apresentação do problema inferido sobre o sistema de iluminação do campo por falta de equipamento de medição e pela dificuldade que se tem para adentrar ao estádio devido a pandemia da covid-19. Portanto, para atender ao requisito guiado pela própria FIFA em seu guia para eventos televisionados de classe IV com uso de câmera fixa recomenda-se a iluminância média 2000 lux, ainda indica que a uniformidade luminosa tem parâmetros e requisitos com o coeficiente de variação CV de aproximadamente 0,13 a 0,15. Entretanto, como já foi observado o atendimento dessas recomendações seria necessário um estudo, caso algum time que use o estádio para receber adversários em seus jogos e consiga uma evolução maior no futebol entrando em campeonatos nacionais, para se adequar aos requisitos no que se diz a respeito da iluminância vertical média que consequentemente segue padrões recomendados pela FIFA em relação a luminosidade do campo e características

construtivas desde a montagem (altura, posição, quantidade, material, ângulo, direcionamento.) a instalação (tipo de projetor, lâmpada, especificações técnicas).

Como a própria FIFA (Federação Internacional de Futebol) com a sua recomendação e requerimentos técnicos. Fornece os parâmetros e dimensionamentos apresentados anteriormente para padronização de elementos gerais dos estádios e o que nos destaca é o fator luminotécnico dos campos de futebol considerando todos os aspectos para a obtenção de uma melhor acuidade visual, performance, tomada de decisões em partidas, segurança dentro e fora de campo, conforto visual em estádios, transmissão televisivada de confrontos de futebol, entre outros fatores que uma iluminação bem calculada seja projetada pelo campo possa fornecer de vantagem. Desse modo, percebe-se que o nível de iluminação com qualidade é necessário para que o fluxo luminoso que se projeta pelo campo tenha uniformidade e quantidade suficiente, determinando então um maior cuidado com a iluminação quando se refere a um ambiente que depende em sua total utilidade um melhor aspecto ótico de claridade, visual e entre diversos outros fatores para melhor atender a utilidade de estádios de futebol.

4 CONCLUSÃO

Este estudo de caso propõe a análise do sistema geral de iluminação acerca dos campos esportivos com intuito de mostrar a necessidade, importância e a relevância de um sistema bem dimensionado nos estádios com foco na projeção eficaz da iluminação para a prática de atividades de caráter televisivos incluindo o futebol e a realização de eventos socioculturais.

O estudo leva em conta a análise do estádio Jonas Duarte, por ser um local histórico da cidade e que vem em busca de melhorias constantes a fim de atender e receber jogos que ocorrem na cidade de Anápolis e regiões. Desta forma, essas melhorias acontecem a fim de trazer qualidade para a realização desses eventos. Assim, é necessário uma série de mudanças na parte de luminotécnica do estádio para que fique padronizado com os requisitos mínimos sugeridos pela FIFA.

REFERÊNCIAS

1. Creder, H. Instalações elétricas. (Livros Tecnicos e Cientificos, 2007).
2. Cavalin, G. & Cervelin, S. Instalações Elétricas Prediais - 14ed. (2006).
3. Fantozzi, F., Leccese, F., Salvadori, G., Rocca, M. & Garofalo, M. LED Lighting for indoor sports facilities: Can its use be considered as sustainable solution from a techno-economic standpoint. *Sustain.* 8, 1–13 (2016).
4. Redação, D. Iluminação Esportiva.
5. Ministério-do-Esporte & FGV. Guia de recomendações de parâmetros e dimensionamentos para segurança e conforto em estádios de futebol. 211 (2011).
6. Estádio, I., Duarte, J. & Go, A. Estudo Luminotécnico.
7. Osram. Manual Luminotécnico Prático. 28.
8. Unicamp. Luminotécnica. Laboratório de Iluminação 2 (2017).
9. ABNT, A. B. de N. T. NBR ISO/CIE 8995-1: Iluminação de ambientes de trabalho, Parte 1: Interior. Abnt 54 (2013).
10. Rosa, C. C. D. da. ILUMINAÇÃO DE ESTÁDIOS DE FUTEBOL: O CASO DO ESTÁDIO RAULINO DE OLIVEIRA. (2017).
11. Monteiro, D. et al. Avaliação da iluminação artificial do estádio luso brasileiro. (2018).
12. Association Fédération Internationale de Football. Football Stadiums-Technical recommendations and requirements. FIFA Fédération Int. Footb. Assoc. 1–125 (2007).