

Universidade Federal de Juiz de Fora
Faculdade de Engenharia
Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído

Thiago Santos Rocha

Iluminação em Ambientes Esportivos Brasileiros:
Análise Normativa e Ensaio Projetivo Luminotécnico do Centro Esportivo da
FAEFID-UFJF

Juiz de Fora
2025

Thiago Santos Rocha

Iluminação em Ambientes Esportivos Brasileiros:

Análise Normativa e Ensaio Projetivo Luminotécnico do Centro Esportivo da
FAEFID-UFJF

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ambiente Construído, da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ambiente Construído. Área de concentração: Projeto do Ambiente Construído.

Orientador: Prof(a). Dr(a) Cristiano Gomes Casagrande

Co-orientador: Prof(a). Dr(a) Emerson Filipino Coelho

Juiz de Fora

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Santos Rocha, Thiago.

Iluminação em Ambientes Esportivos Brasileiros: : Análise Crítica Normativa, Bibliográfica e Ensaio Projetivo Para Aprimoramento Luminotécnico do Centro Esportivo da FAEFID-UFJF / Thiago Santos Rocha. -- 2025.

77 p.

Orientador: Cristiano Gomes Casagrande

Coorientador: Emerson Filipino Coelho

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído, 2025.

1. Luminotécnica. 2. Iluminação Esportiva. 3. Conforto Visual. 4. Norma. I. Gomes Casagrande, Cristiano, orient. II. Filipino Coelho, Emerson, coorient. III. Título.

Thiago Santos Rocha

Iluminação em Ambientes Esportivos Brasileiros: Análise Normativa e Ensaio Projetivo Luminotécnico do Centro Esportivo da FAEFID-UFJF

Dissertação apresentada ao PPG Ambiente Construído da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ambiente Construído. Área de concentração: Ambiente Construído

Aprovada em 06 de novembro de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Cristiano Gomes Casagrande - Orientador
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Emerson Filipino Coelho - Coorientador
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Marcos Martins Borgens - Membro Interno
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Cláudio Roberto Barbosa Rodrigues - Membro Externo
Instituto Federal Sudeste MG

Juiz de Fora, 22/10/2025.



Documento assinado eletronicamente por **Cristiano Gomes Casagrande, Professor(a)**, em 06/11/2025, às 11:14, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Emerson Filipino Coelho, Professor(a)**, em 06/11/2025, às 11:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marcos Martins Borges, Professor(a)**, em 10/11/2025, às 21:22, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Cláudio Roberto Barbosa Rodrigues, Usuário Externo**, em 11/11/2025, às 15:26, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Uffj (www2.uffj.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **2700623** e o código CRC **CC635285**.

Thiago Santos Rocha

Iluminação em Ambientes Esportivos Brasileiros:

Análise Normativa e Ensaio Projetivo Luminotécnico do Centro Esportivo da
FAEFID-UFJF

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Mestrado em Ambiente Construído,
como parte dos requisitos para obtenção do título
de Mestre em Ambiente Construído.

BANCA EXAMINADORA

Prof(a). Dr(a) Cristiano Gomes Casagrande - Orientador(a)
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof(a). Dr(a) Emerson Filipino Coelho - Co-Orientador(a)
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof(a). Dr(a). Marcos Martins Borges - Membro Interno
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof(a). Dr(a) Cláudio Roberto Barbosa Rodrigues - Membro Externo
IF Sudeste MG - Campus Juiz de Fora

Juiz de Fora, ____ de _____ de 20__.

Dedico este trabalho a todos, que em algum grau, se deixam tocar pelo esporte. Ao meu pai, Francisco, por ter me apresentado as emoções do esporte desde cedo. À minha mãe, América, por todo o cuidado e amor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, acima de qualquer dimensão material, ao meu Deus, por toda a capacidade e oportunidade para a realização deste trabalho. Cito, ainda no campo do sagrado, o meu guerreiro protetor que sempre me intercede e me entrega armaduras e armas espirituais para enfrentar qualquer adversidade. “São Jorge, eu estou feliz porque também sou da sua companhia.”

Agradeço, com todos os sentimentos bons que esse coração pode produzir, à minha família: minha mãe, América, por todo o cuidado e amor nos momentos de adversidade durante esse trabalho. Ao meu pai, Francisco, por ser meu exemplo de homem e por toda a base e incentivo para a realização deste trabalho. Ao meu irmão, Matheus, por me inspirar e incentivar a ser melhor apenas sendo quem é, com uma destreza, simpatia e inteligência ímpar. Ben e Lua, por todo o afeto e acolhimento incondicionais nos momentos de tensão.

Em especial, agradeço, *in memoriam*, a Amélia, meu exemplo maior de fibra. Obrigado por me ensinar com sua história de vida que a força e o afeto podem ser aliados. As cocadas estão fazendo falta.

Agradeço, de forma honrosa, a Cristiano Casagrande, por aceitar a caminhada de ser meu orientador neste trabalho e ter cumprido tal tarefa de forma genial e agregadora. E ainda, a Emerson Filipino, pela imensa contribuição ao trabalho com sua co-orientação.

Agradeço a todos os professores, colegas, e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído, por contribuírem de alguma forma com as vivências durante o processo

Agradeço, por fim, ao CAPES, pelo apoio financeiro que tornou esse trabalho possível. Exalto ainda a possibilidade e o privilégio de ter contato com o apoio de uma instituição referência na pesquisa brasileira.

“A cidade é moderna”

Dizia o cego ao seu filho

-Milton Nascimento

RESUMO

O espaço construído dedicado ao esporte se apresenta como uma tipologia que exige, por parte dos projetistas, uma abordagem multidisciplinar ao ser concebido, uma vez que, dentro do contexto, diversos usos podem acontecer de forma simultânea. O projeto de iluminação acompanha essa responsabilidade, de atender de forma competente todos os usuários do espaço e seus diferentes posicionamentos, fornecendo conforto e segurança. Porém, como abordado neste trabalho, as normativas e as padronizações a respeito do tema no país não acompanham, de forma satisfatória, a complexidade que o projeto luminotécnico exige. O déficit de regulamentações a respeito do tema, sobretudo em âmbito nacional, apresenta outro sintoma também levantado na pesquisa: a falta de estudos acadêmicos, focados em iluminação no que tange ao estudo do ambiente construído, referentes à iluminação esportiva. Junto a isso, pretende-se aplicar os critérios pesquisados em um ensaio projetivo no centro de treinamentos da Faculdade de Educação Física da UFJF, localizado na cidade Juiz de Fora, em Minas Gerais, no qual a demanda por uma melhor iluminação seja notável. O projeto luminotécnico visa aplicar, também, metodologias já existentes em normativas internacionais, a fim de comprovar sua eficiência.

Palavras-chave: Luminotécnica, iluminação esportiva, conforto visual, norma

ABSTRACT

The built environment dedicated to sports is a typology that demands a multidisciplinary approach from designers, as multiple uses may occur simultaneously within the same context. Lighting design carries the responsibility of competently serving all space users, regardless of their positioning, while providing comfort and safety. However, as discussed in this work, national regulations and standards do not adequately reflect the complexity required in sports lighting design. The lack of lighting-specific regulations, especially at a national level, reveals another symptom identified in the research: the shortage of academic studies focused on the built environment, particularly regarding sports lighting. In addition, this work seeks to apply the researched criteria through a design study at the training center of the Faculty of Physical Education - UFJF, located in Juiz de Fora, Minas Gerais, Brazil, where the demand for improved lighting conditions is clearly noticeable. The lighting design proposal also aims to incorporate methodologies from international standards, such as those established by the International Commission on Illumination and guidance from the DIALux, in order to demonstrate their effectiveness and verify performance through comparative simulation analysis.

Keywords: Lighting design, Sports Lighting, Visual comfort, Standard

Lista de Figuras

Figura 1: Gráfico de classificação sobre tipologia de trabalho a respeito da palavra chave pesquisada “Iluminação Esporte”.....	29
Figura 2: Gráfico de classificação sobre tipologia de trabalho a respeito da palavra chave pesquisada “Lighting Sport”.....;	29
Figura 3: Iluminação do Estádio São Januário.....	35
Figura 4: Iluminação do Estádio do Maracanã.....	35
Figura 5: Quadra para Intervenção Luminotécnica.....	44
Figura 6: Ilustração técnica das medidas e variáveis para medição.....	47
Figura 7: Ilustração esquemática do traçado da quadrícula.....	49
Figura 8: Quadrícula de barbantes executada no espaço de jogo.....	50
Figura 9: Fixação de barbante em sua extremidade.....	50
Figura 10: Luxímetro Digital Minipa MIm-1011 Original.....	50
Figura 11: Medições de valores de iluminância dos pontos.....	51
Figura 12: Informações técnicas da luminária utilizada.....	57
Figura 13: Imagem de satélite. Proximidade do centro esportivo com a vegetação...	59
Figura 14: Diagrama de distribuição luminosa do projeto.....	61
Figura 15: Quantitativo de Luminárias.....	61
Figura 16: Diagrama de distribuição luminosa do projeto.....	62
Figura 17: Esquema de distribuição de Luminárias.....	63
Figura 18: Simulação realista nova iluminação.....	65
Figura 19: Simulação realista nova iluminação.....	67

Lista de Tabelas

Tabela 1: Comentários sobre normas internacionais a respeito da iluminação esportiva

Tabela 2: Tabela de classificação EN 12193

Tabela 3: Valores numéricos alcançados em Projeto

Lista de Siglas

AS	Australian Standards
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CONMEBOL	Confederação Sul-Americana de Futebol
EN	European Standards
FAEFID	Faculdade de Educação Física e Desportos
GT	China National Standards
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IRC	Índice de Reprodução de Cor
JIS	Japanese Industrial Standards
NBR	Norma Brasileira
NOM	Norma Oficial Mexicana
OSHA	Occupational Safety and Health Administration
TCC	Temperatura de Cor Correlacionada
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora
USA	United States of America
VAR	Video Assistant Referee

Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	14
1.1 - Contextualização.....	13
2 METODOLOGIA.....	19
2.1 - Do levantamento bibliográfico.....	17
2.2 - Objetivos.....	18
2.3 - Impactos Esperados.....	19
3 DESENVOLVIMENTO TEÓRICO	21
3.1 - O Contexto Acadêmico Brasileiro.....	21
3.2 - A Iluminação e os Agentes do Ambiente Esportivo: O Atleta, A Câmera, A Torcida e a cidade.....	28
3.2.1 - O Impacto da Iluminação Para o Atleta	29
3.2.2 - Aspectos Relevantes Para a Captação de Imagens.....	32
3.2.3 - A Torcida.....	35
3.2.4 - Da Poluição Luminosa ao Entorno.....	36
4 DA PROPOSTA DE INTERVENÇÃO.....	38
4.1 - Contextualização do espaço.....	38
4.2 - Do Levantamento e Sua Metodologia.....	41
4.3 - Do Diagnóstico.....	49
4.4 - Da intervenção projetual.....	52
4.4.1 - Detalhamento dos Parâmetros Luminotécnicos e sua Conformidade com a EN 12193.....	57
5 RESULTADOS	62
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	65
REFERÊNCIAS.....	68

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

Os espaços de lazer presentes nas cidades podem ser compreendidos, dentro de seu leque de possibilidades, como ambientes propícios às vivências de esporte, recreação e entretenimento por toda a população urbana. Esses mesmos espaços devem apresentar a possibilidade de promover o bem-estar e a saúde, como também acarretar, por consequência, melhorias nos aspectos emocionais, sociais, culturais e físicos (Silva *et al.*, 2013). O conforto visual lumínico em ambientes esportivos, assim como em todo o espaço de convívio e ocupação humana dentro da rotina de uso dos espaços em período noturno, desempenha um papel fundamental na qualidade da vivência, fornecendo uma base de segurança para os usuários e, como consequência, um melhor desempenho dos mesmos.

Um levantamento publicado em 2016 pelo Ministério do Esporte (Brasil, 2016) mostra que aproximadamente 54% da população brasileira pratica algum tipo de esporte ou atividade física regularmente e, destes, 61% foram realizados em algum tipo de instalação esportiva, onde é relevante apontar que quase 50% dos brasileiros que praticam esportes ou atividades em instalações esportivas o fizeram em instituições públicas ou de acesso gratuito. Este mesmo estudo trouxe um panorama, por faixa etária, da porcentagem de esportistas e usuários ativos, que praticaram qualquer tipo de atividade física, e os resultados evidenciaram que existe uma maior participação dos jovens e que esta decresce com o aumento da idade. Este índice, relativamente expressivo entre jovens e adolescentes, demonstra que é latente a influência da escola com relação à prática esportiva e à promoção da continuidade do usuário no âmbito esportivo.

É expressivo também o número de instalações deste tipo no Brasil: em 2016, 96,4% dos municípios declararam a existência de instalações esportivas de propriedade da prefeitura, totalizando 41.641 instalações. Deste total, das 2.017 instalações esportivas das escolas públicas estaduais, 67,7% (1.366) são ginásios, e

nas 4.190 instalações esportivas das escolas municipais, os ginásios representam 78,1% (3.270) (IBGE, 2017).

Atualmente, a existência de quadras poliesportivas nas escolas públicas brasileiras não é obrigatória, todavia, houve um Projeto de Lei (6757/16) aprovado pela Comissão de Educação da Câmara dos Deputados, que entrou em processo de análise por outras comissões. Tal projeto de lei determinava, por obrigação, a construção de quadras poliesportivas nos estabelecimentos públicos a serem construídos, sendo eles do ensino fundamental e médio.

Tais dados demonstram a relevância de se pensar a qualidade dos espaços de esporte, sejam visando o esporte profissional de alto desempenho ou os espaços destinados à prática amadora e popular dos esportes praticados. Para Leite (2013), a evolução das técnicas de iluminação, desde o controle do fogo até a eletrificação, transformou a dinâmica da sociedade e das cidades, abrindo novas possibilidades para o uso e ocupação do ambiente noturno. Tendo em vista que a prática esportiva pode ocorrer em horários noturnos, pensar a iluminação destes espaços de forma padronizada e ergonômica se mostra como relevante.

Um dos principais fatores que serviram de gatilho de investigação para este trabalho se constitui na percepção inicial a respeito da lacuna regulatória, sobretudo no contexto brasileiro, a respeito da iluminação em ambientes esportivos no contexto brasileiro. Historicamente, a padronização da iluminação em ambientes esportivos se dava por apoio à norma NBR 8837, publicada em 1985. Porém, após o seu cancelamento em outubro de 2012, a padronização técnica foi aglutinada, em uma versão menos complexa e mais superficial, à 8995-5, ocupando apenas uma menção, pouco detalhada tecnicamente, na tabela de quantificação de fluxo luminoso, Índice de ofuscamento unificado e índice de reprodução de cor, por tipo de ambiente (Santos, 2020).

Para Oliveira e Lopes (2023), dado seu valor social e cultural, o esporte pode ser entendido como uma indústria cultural devido à sua capacidade de transmissão midiática e à concepção de produção econômica que possui. O futebol tornou-se uma vitrine que atraiu a atenção de diversos investidores alheios a ele. Trata-se de um nicho de mercado de grande rentabilidade. Tendo em vista a relevância

econômica e a capacidade de atrair atenção que o espetáculo esportivo possui, a qualidade dos aspectos técnicos referentes ao espaço onde este acontece exige uma atenção.

A incoerência e falta de uniformidade na normatização atual no tocante à iluminação de ambientes esportivos, não só é apresentada perante a superficialidade do tratamento do tema na atual norma de Iluminação de ambientes de trabalho Parte 1: Interior (NBR 8995-5), mas ainda sim perante à comparação da mesma com a recomendação que cada modalidade esportiva recomenda para a prática do esporte, por parte de cada uma de suas federações. O foco deste trabalho é, portanto, se debruçar sobre a não-uniformidade da padronização técnica no que tange à iluminação em ambientes esportivos em normativas e recomendações institucionais brasileiras. Busca-se explorar a temática, dentro da complexidade multidisciplinar que o tema exige

A Norma Europeia de Iluminação Esportiva (EN 12193/2018), citada por algumas fontes como o principal direcionador para as intervenções no território nacional, por outro lado, se apresenta de forma eficiente a respeito de alguns critérios luminotécnicos, como o fluxo luminoso, por exemplo. Porém, alguns outros importantes critérios, como o índice de ofuscamento, mitigação da sombra, direcionamento da luminária perante o ofuscamento e composição de materiais anti-impacto para as mesmas, não são contemplados pelo documento. Em consequência de todas essas deficiências de padronização, cogita-se que, de forma intuitiva, aconteça uma queda da qualidade dos projetos luminotécnicos em ambientes de esporte no Brasil.

Como explicado por Junior (2009) a respeito do funcionamento do olho humano em seu estudo sobre a visão no esporte, nota-se a estreita relação da luz com o organismo ocular: o sistema ocular humano funciona de forma comparável a uma câmera, onde a imagem é focalizada, a córnea, por meio do processo de refração, compacta o raio luminoso e a retina aprimora a imagem formada. Em sequência, o raio luminoso transpassado pela retina é convertido em impulso nervoso, chegando ao nervo óptico e, transferindo-se para o quiasma óptico e depois para o trato óptico, onde este impulso nervoso óptico passa pelo núcleo geniculado lateral e constrói uma imagem consciente palpável ao chegar no córtex visual primário ou V1. Quando o impulso nervoso encontra o V1, ele é direcionado para cada área específica do

encéfalo, responsável por um tipo específico de tarefa (cor, profundidade e outros). Tendo em vista que a prática esportiva pode ocorrer em horários noturnos, pensar a iluminação desses espaços de forma padronizada e ergonômica se mostra relevante.

Este trabalho tem como objetivo analisar de forma crítica, a desuniformidade e a superficial padronização na normatização brasileira sobre iluminação em ambientes esportivos, sugerindo diretrizes mais eficazes e abrangentes para projetos luminotécnicos. Por meio de uma abordagem multidisciplinar, o estudo busca evidenciar as inconsistências das normas nacionais em comparação às internacionais e demonstrar, por meio de ensaios projetuais, a complexidade técnica envolvida na concepção de iluminação adequada para a prática esportiva. Espera-se, portanto, ampliar o conhecimento acadêmico sobre o tema, promover melhorias na segurança, conforto e qualidade visual dos espaços esportivos e incentivar o desenvolvimento de uma norma unificadora que beneficie tanto o esporte profissional quanto o amador, impactando positivamente a experiência dos usuários e o aproveitamento dos espaços esportivos no país.

O trabalho está estruturado em seis capítulos. O primeiro capítulo se apresenta como uma introdução ao restante do trabalho, passando pela contextualização do tema, além de sua relevância acadêmica e social. Ainda no primeiro capítulo, são citadas as motivações e gatilhos de investigação que motivaram o desenvolvimento da pesquisa. O segundo capítulo trata da metodologia escolhida para a estrutura da pesquisa. Cita-se a relevância da pesquisa bibliográfica, voltada para normativas consolidadas internacionais, trabalhos acadêmicos no contexto nacional e internacional, além de manuais técnicos de federações esportivas. O capítulo dois ainda aborda os objetivos do trabalho de forma detalhada e os impactos esperados consequentes à pesquisa. O capítulo três apresenta toda a pesquisa de sustentação teórica do trabalho, primeiramente através da pesquisa bibliográfica sobre o contexto acadêmico e normativo que a pesquisa se propôs a investigar. Após o diagnóstico do contexto estudado, a pesquisa se volta para a produção acadêmica sobre o tema, levantando possíveis temáticas passíveis de serem levadas em consideração na abordagem luminotécnica de um ambiente esportivo. Destaca-se a tratativa dos agentes do espaço como estruturante para se pensar uma iluminação

adequada. O capítulo quarto abriga o ensaio projetual proposto para o centro de treinamentos da Faculdade de Educação Física e Desportos da Universidade Federal de Juiz de Fora, com todos os seus aspectos técnicos e projetuais. O trabalho se encerra com o capítulo cinco, com a abordagem dos resultados finais do trabalho, citando as conclusões da pesquisa bibliográfica e suas interpretações, até a experiência do ensaio projetual proposto. O capítulo seis, por fim, sugere assuntos relevantes para pesquisadores que se propõem a pesquisar o assunto da iluminação em ambientes esportivos, indicando tópicos relevantes, que possam complementar este trabalho, agregando ainda mais ao assunto.

2 METODOLOGIA

2.1 Do Levantamento Bibliográfico

O estudo tem a finalidade, em um primeiro plano, de explorar, em caráter exploratório bibliográfico, a situação atual do tema Iluminação em Ambientes Esportivos dentro do contexto acadêmico e normativo brasileiro, tanto em aspectos quantitativos quanto em aspectos qualitativos. Como descrito por Gil (2002) “A pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. Embora em quase todos os estudos seja exigido algum tipo de trabalho dessa natureza, há pesquisas desenvolvidas exclusivamente a partir de fontes bibliográficas. Boa parte dos estudos exploratórios pode ser definida como pesquisas bibliográficas. As pesquisas sobre ideologias, bem como aquelas que se propõem à análise das diversas posições acerca de um problema, também costumam ser desenvolvidas quase exclusivamente mediante fontes bibliográficas.” A pesquisa tem como motivação a investigação de uma demanda pela regulamentação técnica, perante o caráter deficitário que a mesma apresenta no contexto brasileiro e a desuniformidade por parte de entidades responsáveis por tal especificação técnica, entre elas federações esportivas e a norma de Iluminação de ambientes de trabalho Parte 1: Interior (NBR-8995-5) perante o cancelamento da norma NBR 8837.

Em um segundo momento do estudo bibliográfico, busca-se a aquisição de informações a respeito do tema, tendo como fontes estudos acadêmicos internacionais e nacionais, de forma multidisciplinar. A busca por materiais de apoio adotou como foco principal explorar a complexidade do tema, passando por áreas do conhecimento no campo do ambiente construído, da educação física, das ciências médicas e das ciências tecnológicas em engenharia elétrica. Foram levadas em consideração, produções disponíveis em bancos de dados reconhecidos como o Researchgate, o Google Acadêmico, o Scopus, além de outros. Foram priorizados materiais produzidos nos últimos 10 anos, a fim de se manter um compromisso com a contemporaneidade do estudo. Apesar de tal priorização, trabalhos datados em um período de tempo mais antigo não foram excluídos.

Em um terceiro setor da abordagem bibliográfica do trabalho, buscou-se estudar normas de iluminação esportiva já consolidadas em outros países, como forma de comparar o contexto normativo brasileiro e internacional. Destaca-se a busca por parâmetros mais complexos de normatização adotados e levantar dados importantes para demonstrar a complexidade do tema, e em contraponto, o déficit normativo brasileiro. No ato da pesquisa por normativas do tema, foram consideradas normas vigentes atuais, disponibilizadas por canais digitais oficiais das instituições padronizadoras.

2.2 Objetivos

Esta pesquisa, intitulada "Iluminação em Ambientes Esportivos Brasileiros: Análise Normativa e Ensaio Projetivo Luminotécnico do Centro Esportivo da FAEFID-UFJF", busca abordar a complexidade da iluminação em espaços esportivos, considerando a sua natureza multidisciplinar e a necessidade de padronização técnica. Os objetivos delineados para este estudo refletem a lacuna existente na normatização brasileira e a importância de se estabelecer diretrizes claras para o projeto luminotécnico nesses ambientes.

O objetivo geral desta pesquisa é lançar luz sobre a padronização da iluminação no contexto esportivo, em toda a amplitude e multidisciplinaridade que ele exige. Busca-se, assim, promover uma compreensão aprofundada das demandas luminotécnicas inerentes aos ambientes esportivos, que englobam desde o desempenho dos atletas e a segurança dos usuários até a qualidade da transmissão midiática e o conforto visual dos espectadores. A investigação visa, portanto, contribuir para o desenvolvimento de um arcabouço teórico e prático que subsidie a criação de regulamentações mais eficazes e abrangentes para o setor.

Como objetivo específico, busca-se demonstrar, por meio de uma pesquisa bibliográfica narrativa, a desuniformidade da normatização brasileira no que tange à iluminação de ambientes esportivos. Este objetivo envolve a análise crítica das normas e recomendações existentes no país, evidenciando as inconsistências e a superficialidade do tratamento dado ao tema em comparação com as exigências de cada modalidade esportiva e as diretrizes internacionais, além de exemplificar, por

meio de ensaios projetuais de luminotécnica, a complexidade da normatização necessária que o projeto exige. Através da aplicação de metodologias e critérios luminotécnicos, inclusive aqueles presentes em normativas internacionais, a pesquisa busca ilustrar as nuances e os desafios envolvidos na concepção de projetos de iluminação para ambientes esportivos, reforçando a necessidade de regulamentações mais detalhadas e específicas para garantir a qualidade, o conforto e a segurança nesses espaços.

2.3 Impactos Esperados

Como intenção geral da pesquisa, destaca-se a intenção de dar mais visibilidade ao tratamento do espaço esportivo com a devida relevância que a demanda de uso exige, tanto se tratando dos espaços de esporte amadores e educacionais, quanto para espaços de esporte profissionais de alto nível. Com um déficit de pesquisa em território nacional já identificado, planeja-se, com essa pesquisa, contribuir com a lacuna de conhecimento sobre o tema e incentivar que mais pesquisas a respeito do espaço esportivo sejam realizadas, dentro do diversificado leque multidisciplinar que o assunto aborda.

Há a intenção, ainda, de jogar luz sobre um déficit relevante a respeito da temática em diversos níveis do contexto nacional. Destaca-se a falta de estudos exploratórios sobre o tema no âmbito acadêmico brasileiro, sendo os principais trabalhos focados apenas em descrições de intervenções projetuais. Com essa deficiência identificada, também observou-se a falta de uma norma específica para a iluminação esportiva. A normatização brasileira sobre iluminação esportiva teve como marco a antiga norma, cancelada em 2012, quando aspectos como iluminância e uniformidade deixaram de contar com um documento dedicado ao esporte. A temática foi incorporada de forma superficial na NBR ISO 8995-1, cuja abordagem é genérica e voltada principalmente a locais de trabalho, não contemplando as complexidades técnicas e operacionais típicas das instalações esportivas, como requisitos por modalidade, controle de ofuscamento e demandas de transmissões televisivas. Atualmente, o Brasil permanece sem uma norma específica e aprofundada para

iluminação em ambientes esportivos, evidenciando uma lacuna regulatória que impacta diretrizes mais precisas para projeto, verificação e desempenho luminotécnico dessas tipologias.

Como benefícios alcançados, busca-se a melhora da padronização de iluminação em ambientes esportivos, e conseqüentemente, um maior conforto e segurança para todos os agentes envolvidos num evento esportivo, que demandam um usufruto da iluminação em período noturno. O benefício citado pode atuar de forma ramificada dentro do contexto de uso do espaço de esporte. Com a melhora da experiência dos agentes presentes no espaço esportivo, há a possibilidade de uma maior adesão de público de espectadores em espetáculos esportivos, e conseqüentemente, uma melhor experiência de lazer para o público, afetando assim, por exemplo, um positivo impacto econômico para instituições esportivas, até com finalidade filantrópica. Como um segundo exemplo, agora para o esporte de prática popular, amadora e educacional, destaca-se uma melhoria espacial desses espaços, podendo impactar no maior conforto e segurança para os praticantes. Também é citável, dentro do leque de benefícios, a expansão do horário útil para utilização de quadras, campos e ginásios para o período noturno, o que proporciona uma amplitude de possibilidades para usuários para buscar a prática de atividade física.

No fim da pesquisa, espera-se ter em mãos, de forma organizada, todo o material demonstrativo de embasamento, que comprove a necessidade ou a não necessidade para a formulação de uma norma de iluminação esportiva nacional unificadora, ou, até mesmo, a adaptação de normas internacionais vigentes. Pela unificação da proposta de normatização, entende-se pela sugestão de um único modelo de normatização em comum entre normas nacionais de luminotécnica e federações esportivas do país.

3 DESENVOLVIMENTO TEÓRICO

3.1 - O Contexto Acadêmico Brasileiro.

Um dos principais fatores que serviram de motivação para a investigação neste trabalho foi a percepção inicial a respeito da ausência de uma norma padronizadora a respeito da iluminação em ambientes esportivos no contexto brasileiro. Historicamente, a padronização da iluminação em ambientes esportivos se dava por apoio à norma NBR 8837, publicada em 1985. Essa normativa consistia em um tabelamento, que indicava, apenas o índice de iluminação para cada modalidade esportiva, quantificada pelo índice de iluminância média e pelo índice de uniformidade, havia, também, recomendações pouco aprofundadas a respeito das características necessárias para a iluminação de eventos televisionados. Ao comparar a então norma NBR 8837 com algumas atuais normas internacionais a respeito do tema, nota-se, sensivelmente, que a norma em questão não se propunha a contemplar devidamente a complexidade dos demais fatores que compõem um projeto luminotécnico. Porém, após o seu cancelamento em outubro de 2012, não há nenhuma outra norma nacional responsável pela padronização de tal tópico (Santos, 2020).

Foram pesquisadas, no decorrer deste trabalho, algumas normas internacionais que contemplem a temática de iluminação em ambientes de esporte e comentadas a respeito da coerência de cada uma. Na Tabela 1, são apresentadas algumas normas internacionais estudadas e o estado da arte em que elas se encontram.

Tabela 1: Comentários sobre normas internacionais a respeito da iluminação esportiva

Países	Norma	Ano de Publicação	Comentário
Europa	EN nº 12.193	2018	A norma europeia se apresenta como a mais seguida, inclusive no Brasil, com uma estrutura bem completa que aborda toda a complexidade da iluminação esportiva, citando fatores como, por exemplo, o índice de refletância da superfície para melhor conforto visual do atleta
Japão	JIS Z 9122	1997	(Não analisada por falta de tradução)
USA	OSHA 3021 and 3149	2009	A norma americana aborda de forma complexa apenas algumas modalidades esportivas, que aparentemente são mais populares dentro do país
Australia	AS 2560.1 AS 2560.2 AS 4282:	2019	A norma australiana se apresenta tão completa quanto a norma europeia, apenas organizando as informações de forma diferente. Ela se organiza abordando as diferentes escalas do projeto luminotécnico, dividindo entre aspectos gerais, aspectos específicos e ainda um guia para controle de iluminação externos
China	GT/38539	2020	A norma chinesa se difere das outras normas analisadas, já seu foco não se dá para o ambiente de esporte em si, mas para as lâmpadas que vão compor o tal espaço. como diferença dessa abordagem, algumas recomendações como a altura de instalação das luminárias aparecem em destaque.
Rússia	SP 440.1325800	2018	(Não analisada por falta de tradução)
México	NOM-025-STPS-1994	2018	A Norma Mexicana se apresenta como superficial, porém ainda sim útil. Assim como a norma brasileira cancelada em 2012 e as indicações das federações esportivas nacionais, o único índice abordado pela norma mexicana é o fluxo luminoso. O único dado fornecido é a quantidade lux em cada ambiente de esporte, diferente da brasileira que fornece apenas um valor geral

Fonte: Do Autor

Em contraponto, ainda segundo Santos (2020), é amplamente considerada em projetos de iluminação em ambientes de esporte a norma europeia sobre o assunto PN-EN 12193. Como destacado por Cecchini, S; Leccese, Francesco; Maffei, PL;

Tuoni, G (2004), a norma europeia de iluminação em ambientes esportivos se mostra eficiente em abordar amplos assuntos referentes a esse tópico, como requisitos mínimos de iluminação horizontal, iluminação vertical e grau de uniformidade. Em observação à EN 12193, nota-se ainda uma complexidade de tratativas não presentes no contexto normativo brasileiro. São considerados, por exemplo, fatores de transmissão midiática relacionados à captação de iluminação pelas câmeras, o índice de refletância dos materiais da superfície de prática e indicações a respeito da mitigação de sombras na mesma superfície.

Ainda a respeito da ausência de normas padronizadoras, consideram-se, no Brasil, as indicações fornecidas pelas respectivas federações de cada esporte. Porém, nota-se que tais indicações se apresentam de forma superficial e insuficientes para a real complexidade do uso da luz de um espaço esportivo.

A comparação a respeito dos estados normativos a respeito do contexto europeu e brasileiro, ilustrado pelo cancelamento da NBR 8837 em 2012, demonstra um déficit de estudos a respeito do tema no contexto acadêmico brasileiro, o que dificulta a concepção projetual de espaços esportivos padronizados. Para um diagnóstico a respeito, foi escolhida uma tratativa bibliográfica narrativa sobre o tema.

O objetivo central do levantamento bibliográfico é realizar a observação qualitativa de dados referentes a uma temática de estudo específica. Por meio dessa abordagem, procura-se organizar e diagnosticar o atual estado da temática pesquisada no contexto acadêmico de recorte. As conclusões tiradas a partir dessa análise podem servir de ponto de partida para o desenvolvimento de um trabalho. As conclusões tiradas a partir do estudo bibliográfico, podem jogar luz para possíveis lacunas de conhecimento, saturação, tendência, hiato sobre o estado da iluminação em ambientes esportivos.

Foi realizado ainda, uma abordagem bibliométrica sob a metodologia de Araujo (2006) da temática proposta, tendo como a principal intenção mapear quantitativamente a produção acadêmica se tratando da temática da iluminação para ambiente de esportes. A pesquisa levou em consideração possíveis trabalhos publicados nos principais portais digitais de conteúdo acadêmico. Não foi posto como

critério qualquer filtro de data ou qualificação das publicações mapeadas. Tal processo foi assumido como forma de afirmar o caráter generalista das intenções deste trabalho e perante a pressuposta observação de escassez dessa temática na produção acadêmica nacional.

A estruturação do levantamento bibliográfico se deu por apoio no uso das palavras-chave de referência que, em hipótese, poderiam remeter à temática buscada. A busca por palavra para Santana, Narciso e Fernandes (2025) “permite a busca por palavra-chave (keyword search), na qual procura realizar a junção relacionada entre as palavras digitadas pelo usuário e as palavras do índice, que apontam para os documentos que as contêm.”

Tendo por fundamento as justificativas, os critérios de inclusão e de exclusão de artigos, para a identificação e a seleção dos artigos, foram dados os seguintes passos:

(1) Determinação das palavras-chave de apoio a serem pesquisadas: “Iluminação” “Esporte”. A princípio, houve a tentativa de se explorar a pesquisa de forma nichada, acrescentando a delimitação dos resultados conforme o tipo de sítio esportivo, como “quadra”, “campo” ou “pista”, porém, notou-se uma certa ambiguidade de significados a respeito dessas palavras ao serem pesquisadas. A decisão final das palavras-chave pesquisadas também levou em consideração o caráter generalista da pesquisa, tendo a intenção de trabalhar cada esporte de forma isolada em uma hipotética segunda etapa.

(2) Escolha das plataformas digitais nas quais as pesquisas seriam submetidas. Foram realizadas pesquisas nas plataformas ResearchGate, SciELO e Google Acadêmico. Porém, para fins de otimização de tratativa de dados, foram analisadas apenas as informações desta última, uma vez que o sistema de filtros de pesquisa da mesma se apresentava como mais completo e com ferramentas mais adequadas para a filtragem de resultados.

(3) Aplicação da Pesquisa.

(4) Análise das características dos artigos mostrados.

(5) Conclusão

Observou-se que, o caráter e a quantidade da temática alvo do levantamento empírico quanto ao tema abordado se mostrou eficaz para a construção de uma percepção em relação à presença da temática de iluminação esportiva. A plataforma que melhor forneceu dados a respeito da quantidade de trabalhos em relação ao tema foi o Google Acadêmico “que se consiste em uma ferramenta gratuita de busca de publicações científicas, a qual permite localizar trabalhos acadêmicos de vários tipos (teses, dissertações, artigos de congressos e de periódicos tanto de acesso aberto como fechado) e em múltiplas línguas” (Barilan, 2008). Ele busca referências em qualquer documento que esteja disponível na Web. Essa base de dados não considera citações feitas por livros, embora as citações recebidas por livros sejam consideradas (Vieira; Wainer, 2013). Esse melhor desempenho de busca se deu pela presença de melhores filtros e mecanismos de seletividade por meio da literalidade dos termos pesquisados. Portanto, como recorte de análise, serão dissertadas impressões de forma detalhada sobre os resultados provenientes desta plataforma em específico, separando por termo utilizado.

Quando o termo pesquisado foi “Iluminação Esporte” a plataforma apresentou um total de 36 mil publicações. Foram analisados e interpretados os 20 primeiros trabalhos apresentados pela plataforma, ranqueados ao nível de relevância. O número de trabalhos analisados, foi estabelecido como em uma quantidade fixa, a fim de demarcar um limite de análise possível dentro do porte e prazo do trabalho. A demarcação também cumpre um papel igualar a análise em relevância entre as duas pesquisas. Em sua grande maioria, a temática de iluminação em ambiente esportivo é abordada em trabalhos de estudo de caso ou de relato projetual, nos quais a temática de iluminação era tratada de forma complementar ao todo de um projeto. Em comparação com o mesmo termo, porém em língua inglesa (Lighting Sport), foram exibidas no total 279.000 resultados, onde nota-se que a temática é melhor abordada em pesquisas de exploração, e a questão da inovação, se tratando de novas tecnologias no âmbito, se torna mais presente nos 20 artigos de língua inglesa analisados.

Um ponto de comparação e análise a respeito dos resultados está na abordagem dos artigos nos recortes analisados. Na maioria dos estudos de caso presentes nos artigos de língua portuguesa, a temática da iluminação se apresenta de forma pontual dentro do contexto de projeto geral de ambientes esportivos. Já em comparação com a pesquisa de língua inglesa, os estudos de caso são menos frequentes, porém mais detalhados em respeito ao projeto luminotécnico da mesma tipologia de ambientes.

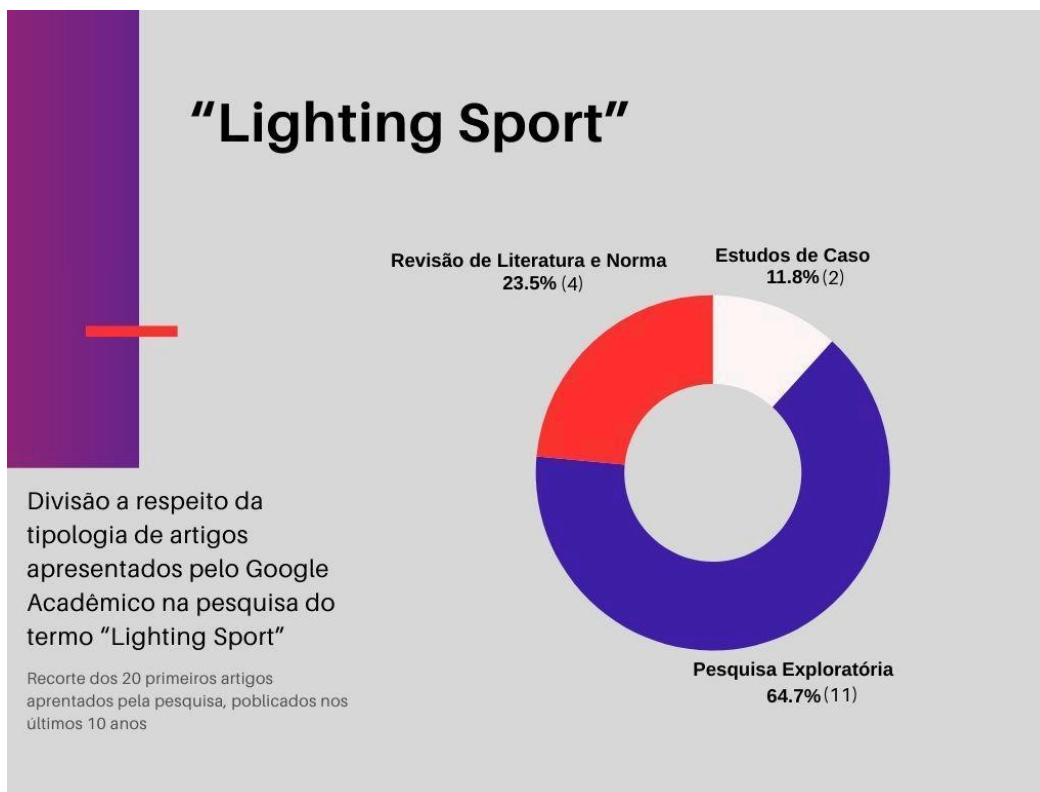
Nas figuras 1 e 2, são apresentados de forma ilustrativa a divisão a respeito das tipologias de trabalhos, perante a pesquisa bibliográfica na plataforma Google Acadêmico.

Figura 1: Gráfico de classificação sobre tipologia de trabalho a respeito da palavra chave pesquisada “Iluminação Esporte



Fonte: do Autor

Figura 2: Gráfico de classificação sobre tipologia de trabalho a respeito da palavra chave pesquisada “Lighting Sport”



Fonte: Do Autor

A exploração bibliográfica narrativa executada a respeito do tema mostra que a pouca informação e baixa padronização a respeito da iluminação em ambientes esportivos, se apresentam como insuficientes para se projetar. Nota-se, por consequência, uma notável subjetividade da interpretação e na execução de projetos de iluminação em ambientes de esporte. Sobre a metodologia adotada, outra importante conclusão a respeito desse padrão de pesquisa, é a possibilidade de se separar, por nicho de conhecimento, a pesquisa com relação à modalidade esportiva que se tem a intenção de se abordar.

3.2 A Iluminação e os Agentes do Ambiente Esportivo: O Atleta, A Câmera, A Torcida e a cidade.

Em uma análise de revisão bibliográfica narrativa a respeito do tema, nota-se que os estudos sobre iluminação do ambiente esportivo se voltam de forma interessante, para todos os agentes presentes no ambiente de esporte, sendo eles os atletas, os espectadores e as câmeras que captam as imagens para transmissão. Essa preocupação, é claramente manifesta pelos objetos da norma europeia de iluminação esportiva, Consta:

Esta norma europeia trata da iluminação esportiva para garantir boas condições visuais para jogadores, atletas, árbitros, espectadores e transmissões de TV. O objetivo deste documento é fornecer recomendações e especificar requisitos para uma iluminação esportiva de boa qualidade por meio de:

- Otimizar a percepção das informações visuais utilizadas durante eventos esportivos;
- manter o nível de desempenho visual;
- proporcionar conforto visual aceitável;
- Restrição à luz intrusiva.

(EN 12193:2018)

Porém, em estudos posteriores à formulação da norma em questão, nota-se que a complexidade proposta pela mesma pode ser ampliada, principalmente no que diz respeito aos outros agentes do espaço que não sejam os atletas. Em desenvolvimento da mesma problemática de superficialidade do tratamento técnico, este trabalho propõe considerar outros agentes do espaço que não foram citados em norma. O primeiro novo agente a ser considerado são os trabalhadores que laboram na preparação do evento esportivo. Essa consideração surge a partir da recomendação de algumas federações, dentro da sua regulamentação protocolar de organização. Como exemplo, cita-se, pela Confederação Sul-americana de Futebol, a necessidade de “Se

manter a iluminação suficiente para a instalação de infraestrutura temporária pré-evento por parte dos executores” (CONMEBOL. 2019, p.12) Apesar do avanço em se considerar tal quesito, a recomendação se apresenta, perceptivelmente, de forma subjetiva, podendo ser melhor abordada de forma mais técnica e quantificada.

3.2.1 O Impacto da Iluminação Para o Atleta

É notória a relevância da iluminação para a prática da atividade esportiva por parte daqueles que a executam. Performar esportivamente em alto nível exige do corpo humano seu máximo. No que tange à iluminação dos espaços esportivos, a visão dos atletas envolvidos se torna um aspecto importante a ser levado em consideração. “A importância de visão dentro dos padrões normais de acuidade é fundamental em atletas, como futebolistas, que precisam de reflexo rápido para decidir uma jogada durante o transcorrer de uma partida. Portanto, avaliar a capacidade de um atleta enxergar o que está à sua frente (visão central) ou dos lados (visão lateral) é de fundamental importância, pois os olhos normais podem reconhecer objetos em uma área de pelo menos 140° (quase meio círculo).” (Tavares, 1999).

A tomada de decisão é o que move e direciona o atleta, e esta é feita como uma resposta rápida a estímulos fornecidos pelo ambiente. Para Romeas (2016), “a tomada de decisão refere-se à capacidade do cérebro humano de perceber informações relevantes do ambiente, interpretá-las corretamente e, em seguida, selecionar a resposta motora adequada”. Sendo a visão um estímulo relevante para a percepção espacial, tratar da iluminação e dos seus elementos correlatos se torna indispensável para um correto funcionamento do cérebro do atleta durante sua prática. Para os desportistas, é fundamental direcionar o olhar para o local certo no momento adequado, pois isso influencia diretamente na percepção da trajetória e do tempo de contato com o objeto esportivo. O tempo de resposta da adaptação visual e a acuidade visual dinâmica são aspectos especialmente relevantes, uma vez que a maioria das modalidades esportivas exige que os participantes identifiquem e acompanhem rapidamente objetos e pessoas em movimento. Para o atleta, não basta apenas localizar um alvo com rapidez; ele também precisa ser capaz de perceber diferenças sutis com precisão (Zimmerman, Lust e Bullmore, 2011).

O que já é contemplado pela norma europeia de iluminação esportiva é que cada esporte exige dos atletas a assimilação de diferentes respostas sensoriais em específico. Isso se dá pelas diferentes mecânicas que cada jogo exige. Como exemplificação, destaca-se a diferença de direcionamento visual que exige de forma diferente o voleibol e o futsal. O voleibol exige que o atleta olhe majoritariamente para cima, uma vez que é a região em que a bola trafega durante o jogo. Já no futsal, a bola trafega majoritariamente no chão, exigindo que o atleta olhe de forma predominante para baixo. Esses diferentes eixos visuais exigem soluções de projeto luminotécnico para evitar desconfortos durante uma partida, uma vez que qualquer rápido incidente visual pode influenciar em uma errada tomada de decisão por parte do atleta e afetar o andamento da partida, como explicitado por Romaes (2016).

Um dos principais fatores a serem considerados para o conforto lumínico durante um evento esportivo é o ofuscamento. A avaliação do ofuscamento tem sido amplamente estudada a partir de um cenário em que o observador realiza uma tarefa que requer condições mais estáticas. No entanto, pesquisas que consideram atividades mais dinâmicas, nas quais o observador possua maior variação no campo visual devido ao movimento, não são comuns. Em estudos modernos, levar em conta o direcionamento visual tem se tornado uma tendência, já que em pesquisas mais antigas, o ofuscamento era tratado de forma estática. Quando se fala em iluminação esportiva, é fundamental considerar o direcionamento da visão e sua movimentação ocular, uma vez que a natureza do esporte exige isso. Mais adiante, é necessário considerar em qual direção específica cada esporte vai exigir o direcionamento. Sobre a dinamicidade do direcionamento da visão e o ofuscamento, enaltece-se o trabalho de Jakubiec;Reinhart (2011). O trabalho apresentou um modelo adaptativo de conforto visual a partir de uma "zona adaptativa", permitindo aos usuários mudar a direção da visão em 45° para cada um dos lados e assim evitar o ofuscamento em um espaço de trabalho. Jakubiec;Reinhart (2012)

Apesar de os estudos sobre a relação entre o ofuscamento e direcionamento da visão serem novos, apenas o fato de sua relevância ser confirmada já nos permite afirmar que considerar o movimento dos olhos e a relação com o direcionamento do foco de luz é importante para evitar um breve desconforto de iluminação.

Em caráter de hipótese, há a intenção, além da exploração do ofuscamento, a abordagem de alguns outros fatores relativos à iluminação que podem causar desconforto para os atletas. Em especial, destaca-se o sombreamento do campo de jogo. Um dos questionamentos que o trabalho se propõe a fazer, é se o sombreamento projetado no campo de jogo pode influenciar nas rápidas decisões cognitivas tomadas pelos atletas. Levanta-se a questão a respeito das possíveis distrações que uma sombra pode causar em um jogador, ou até mesmo na percepção de movimentos adversários com a aproximação da mesma. Uma vez confirmada essa hipótese, ficará claro que a mitigação da sombra por parte do projeto luminotécnico se tornará uma responsabilidade. Além da questão da sombra como fator de interferência, há também, uma preocupação geral presente no que se trata do projeto de infraestrutura de esportes, que é a padronização do espaço. Garantindo que os atletas possam ter estímulos cognitivos uniformes em qualquer praça esportiva dentro das padronizações, fortalecendo a qualidade do jogo e a isonomia do mesmo.

Nas imagens a seguir, demonstra-se a falta de padronização luminotécnica em dois estádios localizados na mesma cidade, que sediam jogos dos mesmos campeonatos, pertencentes às mesmas federações. Na Figura 3, nota-se claramente uma diferença em relação à Figura 4 no que diz respeito à padronização de sombras, coeficiente de uniformidade (presença de focos de iluminação em diferentes áreas do campo) e intensidade luminosa.

A presente análise baseia-se em imagens extraídas de transmissões televisivas e não considera possíveis processos de correção, ajuste ou pós-produção de imagem aplicados por emissoras de TV, como balanço de branco, ganho, contraste, HDR ou gradação de cor, que podem mascarar ou alterar a percepção real das condições de iluminação do ambiente esportivo. Para a obtenção de resultados absolutamente fidedignos, o ideal seria a verificação luminotécnica in loco, por meio de medições diretas com instrumentos calibrados — como luxímetros e câmeras com parâmetros controlados — e a avaliação do sistema de iluminação instalado em operação real. Assim, a análise apresentada deve ser compreendida como indicativa e complementar,

não substituindo a inspeção e validação presencial da iluminação no local do evento esportivo.

Figura 3: Iluminação do Estádio São Januário



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=2cJSqNdSMGc>

Figura 4: Iluminação do Estádio Maracanã



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=evKiHVMdHbg>

3.2.2 Aspectos Relevantes Para a Captação de Imagens

Diversos são os fatores a respeito de iluminação a serem abordados quando tratamos da captação de imagem em ambientes esportivos. A demanda por uma iluminação adequada é expressa de forma clara através dos manuais de operações das federações pesquisadas. Como citado pela Federação de Futebol Sul-Americano em seu manual de operações, a iluminação de um evento para futebol requer testes preliminares a cada partida por parte das câmeras de filmagem e de fotografia. No mesmo documento, é expressa a importância da qualidade imagética a ser trabalhada, uma vez que tal produto carrega consigo todo um escopo econômico da venda de transmissão de imagens e de todo conteúdo publicitário que a imagem do jogo carrega. A iluminação do campo de jogo, portanto, deve permitir uma satisfatória captação de imagens, presumindo uma interação correta entre luz e câmera, que é um princípio base da fotografia. (Conmebol, 2019)

Alguns conceitos básicos de iluminação e captação de imagens demonstram uma relevância notável a serem tratados em um projeto luminotécnico para praças esportivas. Para o televisionamento das partidas esportivas, a colorimetria da imagem exerce um papel fundamental para a compreensão do espetáculo esportivo. A diferenciação cromática, por exemplo, é empregada na identificação das equipes em campo, promovida pelas cores diferentes dos uniformes. Uma vez que a iluminação não colabora para tal visualização, há margem para uma possível confusão por parte dos espectadores. O parâmetro de iluminação a ser levado em consideração nesse quesito é o índice de reprodução de cor da lâmpada que ilumina o ambiente em questão.

O IRC é a medida da correspondência entre a cor real de um objeto e sua aparência quando iluminado por determinada fonte de luz. Pode ser considerada como cor real aquela que o objeto apresenta quando iluminado pela luz do sol, que é um radiador integral. O IRC é dado em porcentagem,

indicando aproximadamente como a iluminação artificial permite ao olho humano perceber as cores com maior ou menor fidelidade. Lâmpadas com IRC próximo de 100%, por exemplo, reproduzem as cores com maior fidelidade. (Casagrande, 2016)

Tal fidelidade de representação de cor, é novamente desejável perante a importância de uma boa percepção cromática para a compreensão da dinâmica do jogo.

Mais um fator já considerado pelas normativas internacionais no assunto é o fator de uniformidade de iluminação. Esse fator é relevante para a correta assimilação lumínica das câmeras em questão, evitando uma constante adaptação por parte das lentes no ato de migrar para regiões menos e mais iluminadas durante a transmissão televisiva.

A imagem dentro do espetáculo esportivo, atualmente, exerce muito mais do que apenas a função de passar uma mensagem para o telespectador, ela cumpre funções de definições técnicas dentro da mecânica do próprio jogo. Um exemplo de tal, é a adoção do árbitro de vídeo em diversos esportes. Para uma melhor interferência do equipamento de filmagem arbitral, recomenda-se, em estudo de Droogenbroeck (2023), o emprego de múltiplas câmeras posicionadas em diferentes direções a fim de analisar o mesmo lance passível de julgamento de forma mais ampla. “Praticamente, nosso VARS analisa os diferentes fluxos e combina as informações das múltiplas câmeras. Nós mostramos que o uso de um sistema multivisualização melhora muito o desempenho em comparação com uma visualização única e que alcançamos bons resultados de desempenho em nossas tarefas de reconhecimento de vídeo.”

Tendo em vista a multifocalidade das câmeras de capacitação técnica, a iluminação esportiva precisa acompanhar o comportamento do equipamento responsável, fornecendo uma boa iluminação em todos os locais onde haja a intenção de ser filmado ou fotografado.

Em outro espectro da iluminação para ambientes esportivos. A qualidade da iluminação deve, por si, contemplar também a captação de imagens perante novos recursos tecnológicos atuais. Como exemplo desses novos recursos, destaca-se o uso da fotogrametria para o estudo de movimentos detalhados de atletas. Para Romeiro

(2025), “a fotogrametria é definida como a ciência e tecnologia responsável por adquirir informações confiáveis por imagens capturadas por sensores, visando reconstruí-la em um espaço tridimensional, também conhecido como espaço objeto, a partir de um conjunto de imagens bidimensionais, referidas como espaço imagem.” A luz, portanto, torna-se um fator técnico relevante para a qualidade de captação destes estímulos visuais no espaço, e para a correta admissão dos mesmos para o ambiente digital 3D. Esse processo fornece aos profissionais a análise detalhada e simulada dos movimentos físicos dos atletas.

3.2.3 A torcida

Em uma avaliação empírica a respeito da iluminação voltada para o torcedor presente na iluminação esportiva, nota-se uma ausência de tratativas para o nicho. O projeto luminotécnico voltado para arquibancadas e para regiões de encontro para torcedores, precisará ser pensado de forma estratégica, visando o conforto dos mesmos, uma vez que a experiência do torcedor dentro da instalação esportiva, tange outros impactos dentro da administração do espaço. Destaca-se o papel comercial e econômico da “experiência do cliente” junto ao organizador do evento em questão (Botelho; Guissoni, 2020). A tratativa do evento esportivo como uma fonte de lucro e uma forma de afirmação da marca, obriga os administradores a pensar na boa impressão para esse cliente em questão, no caso, o torcedor. Para Leal e Moutinho (2008)

O engajamento dos torcedores fornece uma vantagem estratégica atraente aos clubes, uma vez que o envolvimento com a personalidade da marca leva as pessoas a consumirem ativamente as ofertas de produtos e/ou serviços do clube. Em diversas localidades do mundo, torcedores engajados procuram participar ativamente de eventos esportivos organizados pelo clube que apoia, tais como: jogos, eventos de patrocinadores e parceiros do clube, eventos associados aos atletas do clube, etc. Torcedores engajados reservam e comprometem uma parte de seus orçamentos financeiros e, ainda, energia emocional na busca de interação com o seu clube favorito (Stander, Beer et al., 2016).

Uma vez colocada em questão a experiência do torcedor perante o espetáculo esportivo, tratar da espacialidade do espaço onde eles são alocados se torna um investimento relevante ao visar o retorno econômico proveniente da experiência comercial. De forma mais expandida, a relação do torcedor com a fotografia e seu compartilhamento em redes sociais, se apresenta como um marketing fluido da experiência dentro do estádio. Pensar na marca do espetáculo esportivo e sua repercussão digital passa de forma clara pela experiência do usuário e seu compartilhamento imagético através das mídias digitais, como abordado por Silva, 2022. Para uma qualidade de compartilhamento dessa experiência imagética no campo digital, a qualidade da fotografia carrega consigo toda uma carga de impressões a respeito do espaço em que ela está sendo retratada. É responsabilidade do projetista luminotécnico pensar em todo o ambiente e impacto da luz nas experiências ali presentes, uma vez que para Costa, (2024) em relação à fotografia, a luz é o único elemento que sempre fará diferença na imagem, pois exprime cor, profundidade, robustez, sombras, pode esconder algo ou destacar características. Uma cena ou um objeto pode ser totalmente comum sob um tipo de luz, mas assim que se muda o ângulo ou a intensidade, pode se tornar interessante nas suas mais variadas formas.

Além da experiência de conforto ao espectador e da qualidade da experiência por parte dos mesmos, alguns estudos já traçam caminhos mais complexos e pouco explorados no âmbito da iluminação.

3.2.4 Da Poluição Luminosa ao Entorno.

O segundo agente a ser adicionado na análise é o entorno urbano. Alguns estudos europeus recentes se propõem a estudar o impacto da iluminação de equipamentos esportivos de grande porte, dentro do contexto de poluição luminosa das cidades.

A poluição luminosa causada por essas luzes artificiais para o cultivo é tão intensa observável do espaço, e os estádios são responsáveis por uma parte significativa das emissões de luz nas cidades onde estão localizados (a

porcentagem de emissão é de 10%, podendo chegar a 30% em casos isolados)” (Sobajo, 2024)

O estudo aborda, de forma focal, a luz utilizada na manutenção da grama em períodos noturnos no Reino Unido, porém, tal preocupação se estende para a iluminação esportiva em dias de jogos, uma vez que a maioria dos equipamentos funciona até o início da madrugada em alguns contextos. No contexto brasileiro, essa preocupação se torna mais relevante, uma vez que grande parte das praças esportivas de grande porte está localizada em espaços urbanos consolidados (Amaral,2013).

Em algumas normativas fora do país, a preocupação com a poluição luminosa das instalações esportivas em relação ao entorno já é uma realidade. Destaca-se aqui a norma australiana de iluminação esportiva (AS 4282:2019). A mesma reforça a ideia de preocupação com questões ecológicas ao entorno, prevenindo qualquer alteração da fauna, flora e na vida entomológica dos entornos implantados, como exemplo a norma traz, a influência da poluição luminosa no ciclo de migração dos pássaros terrestres e marítimos e no ciclo de gestação das tartarugas marinhas. O mesmo documento ainda afirma o minucioso processo de se considerar a entrada de luz externa dentro da instalação esportiva em questão, afirmando que o controle da luminotécnica na superfície de jogo pode sofrer influência. A norma trata desse fenômeno como luz intrusa. A relevância dessa tratativa, se justifica majoritariamente em instalações esportivas inseridas em espaços públicos de lazer, nos centros urbanos verticalizados e sem cobertura.

4 PROPOSTA DE INTERVENÇÃO

Neste capítulo, será proposta uma intervenção em ambiente poliesportivo, nas dependências da Faculdade de Educação Física (FAEFID) da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). O local escolhido foi a quadra localizada próxima às instalações de tênis, do campus da FAEFID. A decisão para a escolha deste local específico, passa pelo registro informal de relatos por parte de atletas, utilizadores e de professores da instituição a respeito da falta de eficiência da iluminação no local. Outros fatores que pesaram para a escolha, é que, entre todas as sub-dependências da Faculdade de Educação Física, a quadra poliesportiva escolhida é a mais antiga se tratando da última manutenção, sendo algumas intervenções realizadas de forma não planejada.

O capítulo será destinado a descrever o processo de projeto luminotécnico, que tem a intenção de atender os questionamentos, além de responder às metodologias de projeto já sugeridas pelas normativas já presentes em conjunto com as novas demandas normativas levantadas no processo desta pesquisa, como as entrevistas e o levantamento bibliográfico sobre a temática.

4.1 Contextualização do espaço

A Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), instituída oficialmente em 23 de dezembro de 1960, representa um vetor de desenvolvimento educacional, social e cultural de relevância para a Zona da Mata Mineira e para o cenário nacional. Sua gênese, a partir da federalização de faculdades preexistentes em uma cidade já reconhecida por sua efervescência intelectual, consolidou um polo de produção de conhecimento que transcendeu as fronteiras regionais. A construção de seu campus universitário, em 1969, foi um passo decisivo para a centralização e integração de suas atividades acadêmicas, unificando as diversas áreas do saber em um ecossistema propício à pesquisa, ao ensino e à extensão.

Nesse contexto de excelência acadêmica, a Faculdade de Educação Física e Desportos (FAEFID) emerge como uma unidade de fundamental importância, articulando a formação profissional com a responsabilidade social. Estruturada em três

departamentos — Desportos, Fundamentos da Educação Física e Ginástica e Arte Corporal — a FAEFID oferece um percurso formativo completo, que abrange desde a graduação, com os cursos de Bacharelado e Licenciatura, até a pós-graduação *stricto sensu* (mestrado e doutorado) e *lato sensu* (especialização). A faculdade se destaca não apenas pela qualificação de seus egressos, mas também por seu profundo compromisso com a comunidade externa, o qual se materializa em uma robusta agenda de projetos de extensão.

A extensão universitária, um dos pilares da FAEFID, funciona como uma ponte entre o saber acadêmico e as demandas sociais, buscando aplicar o conhecimento gerado intramuros em benefício direto da população. Atualmente, a faculdade coordena aproximadamente doze projetos de extensão gratuitos, que atendem a um público diversificado de cerca de oitocentos indivíduos, englobando crianças, adolescentes, adultos e idosos. Dentre as iniciativas, destacam-se programas de atletismo, basquetebol, ginástica rítmica, judô, voleibol, futebol, futsal, dança e natação. Tais projetos não apenas promovem a saúde e a inclusão social, mas também constituem um campo prático essencial para a formação discente, permitindo que os graduandos apliquem seus conhecimentos teóricos sob a supervisão de um corpo docente qualificado, em um ciclo virtuoso de ensino, pesquisa e serviço à comunidade.

Paralelamente à sua vocação extensionista, a FAEFID se consolida como um centro nevrálgico para o desporto, sediando competições de âmbitos local, regional e estadual em sua moderna infraestrutura. A faculdade é palco recorrente de eventos como os Jogos Universitários de Juiz de Fora e os Jogos Intercolegiais, além de campeonatos mineiros de diversas modalidades, que se beneficiam de instalações como sua pista de atletismo e seu complexo poliesportivo. Ao fomentar a prática desportiva e sediar tais eventos, a instituição não apenas dinamiza o calendário esportivo da região, mas também reforça seu papel na formação de atletas e na promoção de uma cultura do esporte. Dessa forma, a FAEFID transcende sua função precípua de unidade de ensino, afirmando-se como um agente de transformação social e um polo de desenvolvimento esportivo, em plena consonância com a missão institucional da UFJF de produzir e disseminar conhecimento para o progresso da sociedade.

Para o exercício projetual escolhido para exemplificação das normativas estudadas, foi escolhida a quadra poliesportiva de treinamentos da Faculdade de Educação Física e Desportos. A escolha se baseou em diálogos junto à co-orientação deste trabalho, e a sensível demanda por uma melhoria na iluminação da mesma. Foram relatados, em reuniões, o histórico de intervenções não planejadas na iluminação do espaço. Tais intervenções resultaram em uma iluminação sensivelmente deficitária em diversos aspectos técnicos.

Figura 5: Quadra para Intervenção Luminotécnica



Fonte: <https://www2.ufjf.br/faefid/institucional/fotos/gallery/fotos-novo-complexo-esportivo/>

Para além do histórico de intervenções sem planejamento, algo que justifica a tratativa do espaço citado, é a alta demanda de utilização do mesmo. O espaço é amplamente utilizado nos programas de extensão da universidade em parceria com a comunidade local, oferecendo treinos quase diários à criança e adolescentes de programas de incentivo ao esporte da universidade.

4.2 Do Levantamento e Sua Metodologia

A qualidade da iluminação em instalações esportivas é um fator crítico que impacta diretamente o desempenho dos atletas, a segurança dos participantes e a experiência visual dos espectadores. Para garantir que os níveis de iluminância estejam em conformidade com os requisitos estabelecidos, normas técnicas internacionais, como a EN 12193:2018, fornecem diretrizes detalhadas para o projeto, cálculo e, fundamentalmente, para a medição da iluminação. Este capítulo tem como objetivo apresentar e discutir a metodologia de medição da iluminância em instalações esportivas conforme preconizado pela norma europeia BS-EN 12193:2018, focando nos aspectos práticos e teóricos que fundamentam a obtenção de dados precisos e confiáveis. A compreensão aprofundada desses métodos é essencial para a validação de projetos luminotécnicos e para a manutenção da qualidade da iluminação ao longo do tempo, assegurando que as condições visuais atendam aos padrões exigidos para cada modalidade esportiva.

A verificação dos níveis de iluminância em uma instalação de iluminação esportiva, seja ela nova ou existente, exige a realização de medições no local. Para que essas medições sejam consistentes e comparáveis, a norma EN 12193:2018 estabelece a necessidade de se definir uma grade de referência específica. Essa grade serve como um referencial comum tanto para os cálculos luminotécnicos realizados em fase de projeto quanto para as medições de campo, promovendo uma base padronizada para a avaliação do desempenho da instalação. As grades de medição são, em sua maioria, de formato retangular, e os pontos de medição ou cálculo são posicionados no centro de cada um dos retângulos que compõem essa grade. A definição precisa dos limites da grade é crucial e está detalhada na seção 3.4 da norma, que aborda os pontos de grade para medição e cálculo. O nível de referência para a grade de medição é, via de regra, o plano do solo para a avaliação da iluminância horizontal. Contudo, para a avaliação da iluminância vertical, o plano de referência é estabelecido a 1 metro acima do solo, a menos que haja uma especificação diferente para uma modalidade esportiva particular. A determinação dos pontos da grade é diretamente influenciada pelas dimensões de comprimento e largura da área de referência, ou, no caso de pistas (como exemplificado na Figura 2 da

norma), por um quarto do comprimento do seu limite interno e sua largura, conforme descrito na seção 5.1.2 da norma. Essa abordagem sistemática garante que as medições sejam representativas da distribuição da luz em toda a área de jogo, permitindo uma análise abrangente da conformidade da instalação com os requisitos normativos.

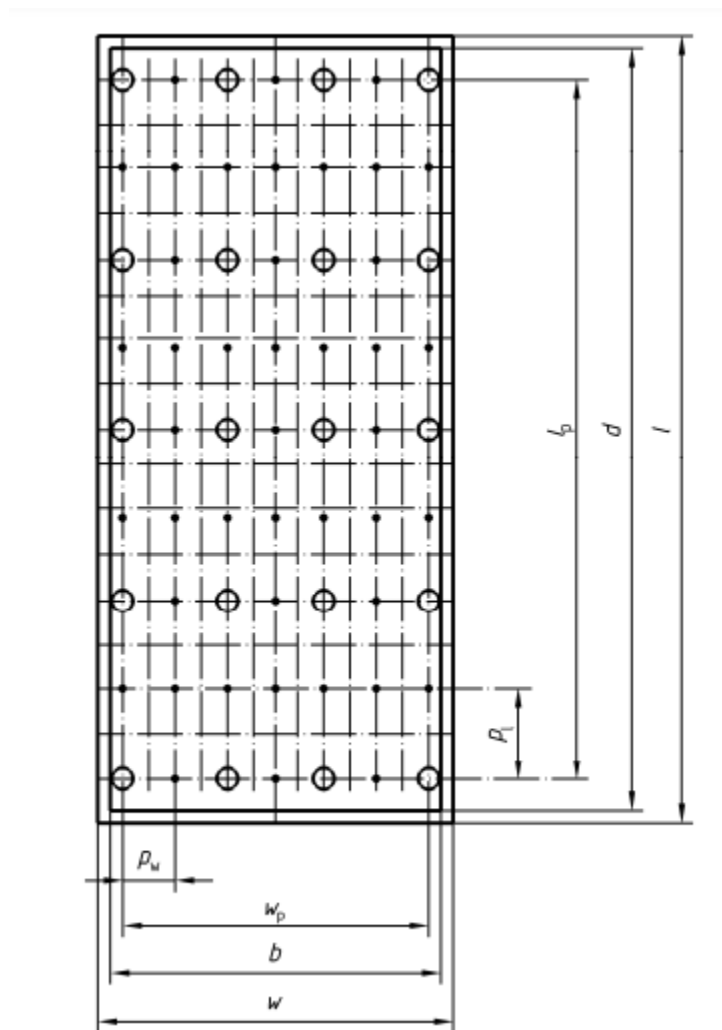
O dimensionamento da grade de medição e cálculo é um aspecto fundamental para a precisão dos resultados obtidos. A norma EN 12193:2018 detalha que o tamanho da grade (p) é intrinsecamente dependente de diversos fatores, incluindo as características da área esportiva em questão, a geometria da instalação luminotécnica, a distribuição da intensidade luminosa das luminárias empregadas, a acurácia desejada para as medições e as grandezas fotométricas que serão avaliadas. Embora a relação entre esses fatores e o tamanho ideal da grade não possa ser expressa de forma simplificada, a norma oferece uma metodologia prática para estimar o tamanho máximo da grade, conforme seguinte equação (1)

$$p = 0,2 \times 5^{(\log d)} \quad (1)$$

Nesta equação, “ p ” representa o tamanho da grade em metros, e “ d ” corresponde à dimensão mais longa da área de referência em metros. Esta fórmula, derivada do Relatório CIE X005, baseia-se na premissa de que o logaritmo de “ p ” é proporcional ao logaritmo de “ d ”, fornecendo uma estimativa razoável para o espaçamento dos pontos de medição. Por exemplo, para uma dimensão d de 1 metro, “ p ” seria 0,2 metros; para “ d ” de 10 metros, “ p ” seria 1 metro; e para “ d ” de 100 metros, “ p ” seria 5 metros. Após a determinação do tamanho da grade “ p ”, o número de pontos na dimensão mais longa é calculado como o número ímpar inteiro mais próximo do quociente d/p . O espaçamento resultante entre os pontos da grade é então utilizado para determinar o número ímpar inteiro mais próximo de pontos na dimensão mais curta, visando estabelecer uma proporção de comprimento para largura da célula da grade próxima de 1. Essa abordagem assegura uma distribuição simétrica e

representativa dos pontos de medição sobre a área de referência, otimizando a coleta de dados e a posterior análise da uniformidade da iluminação. (CIE, 1992)

Figura 6: Ilustração técnica das medidas e variáveis para medição



Fonte: EN 12193

pw = Incremento da malha de cálculo na largura

b = Largura da área principal (PA)

pl = Incremento da malha de cálculo no comprimento

d = Comprimento da área principal (PA)

w = Largura da área de referência

wp = Largura da malha de cálculo

l = Comprimento da área de referência

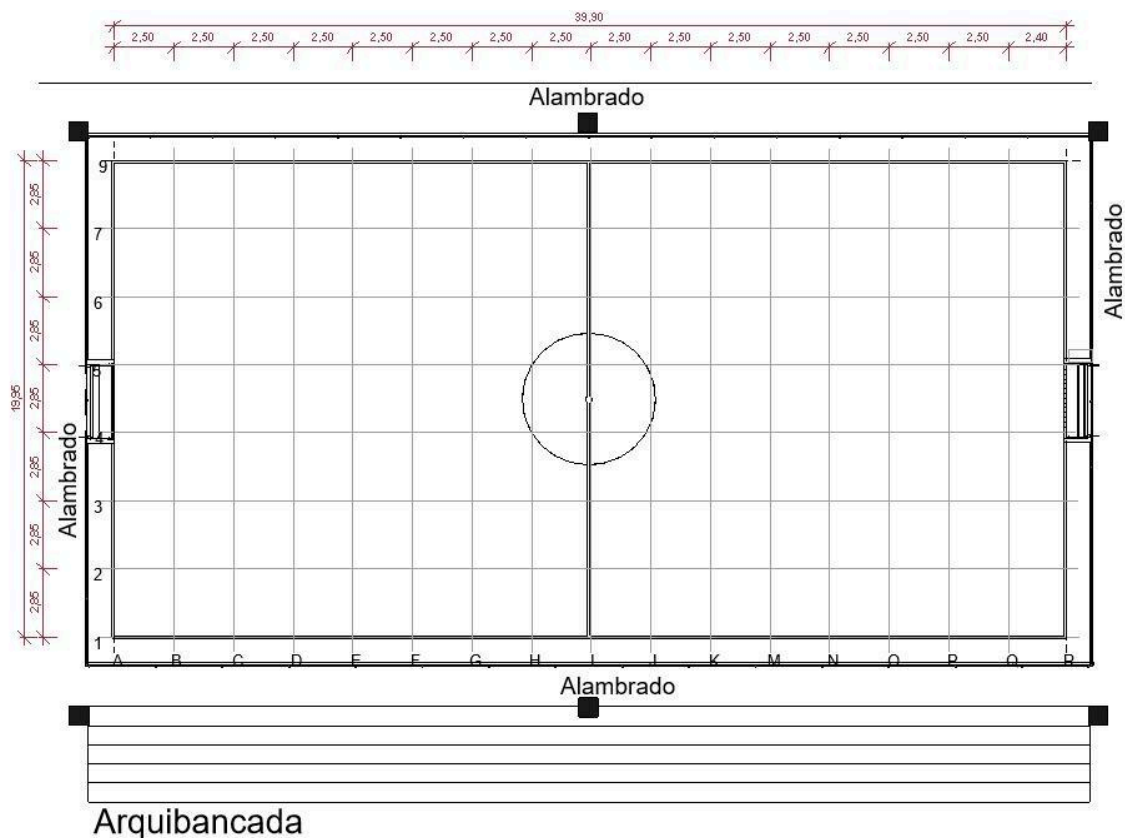
lp = Comprimento da malha de cálculo

• = Ponto de medição

Em cenários onde uma área total compreende múltiplas áreas de jogo demarcadas, como em ginásios poliesportivos, a norma EN 12193:2018 permite que o cálculo e a medição sejam realizados sobre a área total. Nesse caso, as dimensões da área completa são utilizadas para determinar o número de pontos da grade, seguindo a metodologia descrita na seção 5.1.2. Contudo, é imperativo que verificações adicionais sejam conduzidas para cada área de jogo individualmente. Isso é particularmente relevante quando há usuários específicos ou competições que exigem padrões de iluminação distintos, como é o caso de modalidades como badminton, basquete ou vôlei. A flexibilidade na aplicação da grade permite uma avaliação abrangente da instalação, ao mesmo tempo em que garante a conformidade com os requisitos específicos de cada esporte, otimizando a utilização do espaço e a adequação da iluminação às diversas necessidades.

Previamente realizado o levantamento arquitetônico da quadra a ser considerada para a aplicação do projeto de ensaio projetual, foi aplicado sobre a mesma a projeção do grid de medição lumínica em simulação digital. Assim, alcançou-se o resultado ilustrado na Figura 7

Figura 7: Ilustração esquemática traçado da quadrícula



Fonte: Do Autor

Após a simulação digital da quadrícula sobre o levantamento da superfície de jogo, dedicou-se o planejamento de execução do levantamento em sua materialidade. Optou-se portanto, em realizar a execução da quadrícula com a utilização de barbantes, e sua fixação com fita autocolante nas extremidades

Figura 8: Quadricula de barbantes executada no espaço de jogo



Fonte: Do Autor

Figura 9: Fixação de barbante em sua extremidade



Fonte: Do Autor

A grade de cálculo, conforme definida pela norma, tem como principal finalidade verificar o desempenho especificado de uma nova instalação luminotécnica. Embora a grade de medição possa, em princípio, ser idêntica à grade de cálculo, a prática demonstra que essa abordagem resultaria em um número excessivo de pontos de medição, tornando o processo inviável em muitos casos. Diante disso, a norma EN 12193:2018 recomenda a utilização de um número reduzido de pontos para as medições de campo. Os valores medidos nesses pontos são então comparados com os valores calculados correspondentes, servindo como base para a verificação do desempenho da instalação. É crucial que essa grade reduzida seja formalmente acordada entre o projetista de iluminação e o cliente, estabelecendo um consenso sobre a metodologia de validação. A norma ressalta que as grades de cálculo propostas na seção 5.1.1 são concebidas de forma que o número de pontos para comprimento ou largura seja ímpar, permitindo sempre uma grade de medição a cada dois pontos, mantendo uma distribuição simétrica dos pontos sobre a área de referência.

A acurácia e a confiabilidade das medições de iluminância em instalações esportivas dependem intrinsecamente da seleção e calibração adequadas do equipamento de medição. A norma EN 12193:2018 enfatiza a importância de utilizar instrumentos apropriados para garantir a correção dos resultados obtidos. Embora a norma não detalhe especificamente os requisitos técnicos para os equipamentos, ela faz referência à Publicação CIE 69, que fornece informações abrangentes sobre os requisitos de desempenho para equipamentos fotométricos. Isso implica que os luxímetros e medidores de iluminância utilizados devem atender a padrões internacionais de precisão, linearidade, resposta espectral e estabilidade. A calibração regular desses instrumentos por laboratórios acreditados é um pré-requisito fundamental para assegurar que as medições reflitam com fidelidade os níveis de iluminância reais no campo esportivo. A utilização de equipamentos não calibrados ou inadequados pode levar a erros significativos, comprometendo a validade da avaliação da conformidade da instalação luminotécnica com os requisitos normativos e as expectativas de desempenho. Para a medição dos índices de iluminância no projeto

proposto para a quadra poliesportiva da FAEFID foi utilizado o luxímetro de modelo Luxímetro Digital Minipa Mlm-1011 Original devidamente calibrado.

Figura 10: Luxímetro Digital Minipa Mlm-1011 Original

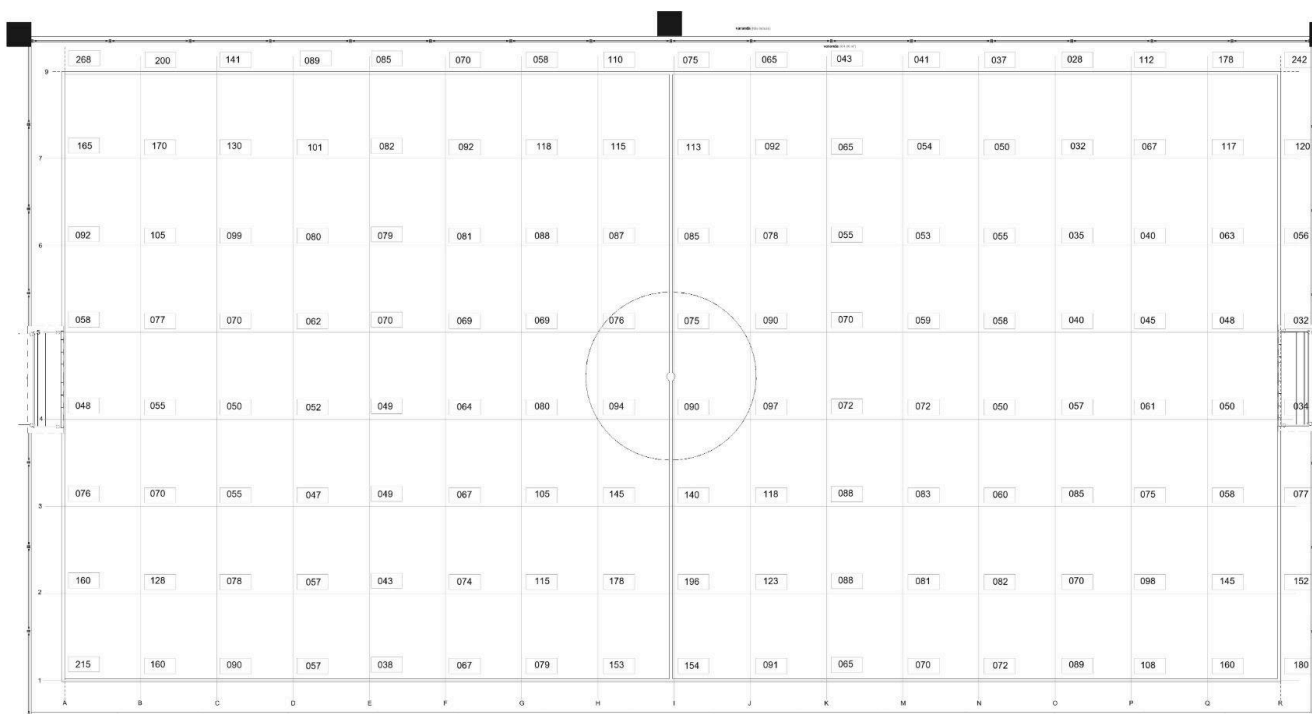


Fonte: <https://www.minipa.com.br/temperatura-e-ambiente/luximetros/138-mlm-1011>

4.3 Do Diagnóstico.

. Após a aplicação da metodologia de levantamento do ambiente de estudo, foram digitalizados os valores de iluminância medidos em cada ponto. Na imagem, ilustra-se as anotações de cada ponto, em lux, dos valores das iluminâncias medidos

Figura 11: Medições de valores de iluminância dos pontos



Fonte: Do Autor

Com base nos dados de iluminância fornecidos, os seguintes resultados foram obtidos:

- Iluminância Mínima (E_{\min}): 28 lx
- Iluminância Máxima (E_{\max}): 268 lx
- Iluminância Média (E_{avg}): 88.73 lx

- Uniformidade ($U1 = E_{\min} / E_{\max}$): 0.1045
- Uniformidade ($U2 = E_{\min} / E_{\text{avg}}$): 0.3156

Estes valores indicam uma ampla variação na distribuição da luz sobre a superfície da quadra, com pontos significativamente mais escuros e mais claros. A iluminância média de 88.73 lx sugere um nível geral de iluminação que pode ser inadequado para a maioria das atividades esportivas, especialmente aquelas que exigem alta percepção visual.

A norma europeia EN 12193, intitulada "Iluminação de instalações esportivas", estabelece os requisitos mínimos de iluminância e uniformidade para diversas modalidades esportivas, considerando diferentes classes de competição e uso. As classes são geralmente definidas como:

Classe I: Para competições de alto nível, com espectadores e/ou transmissão televisiva.

Classe II: Para competições de nível médio, treinamento de alto nível e uso escolar.

Classe III: Para treinamento geral, uso recreativo e escolar.

Para quadras poliesportivas, os requisitos de iluminância média horizontal e uniformidade variam significativamente. Tomando como exemplo o futsal, que pode ser praticado em quadras poliesportivas, a norma EN 12193 sugere os seguintes valores:

Tabela 2: Tabela de classificação EN 12193

Classe de Competição	Iluminância Média (E_{avg})	Uniformidade ($U0 = E_{\min} / E_{\text{avg}}$)
Classe I	500 lx	0.7
Classe II	200 lx	0.6
Classe III	75 lx	0.5

Fonte: Tabela de classificação EN 12193

A iluminância média calculada para a quadra é de 88.73 lx. Mesmo considerando a classe de uso mais básica (Classe II - recreativo/treinamento), que exige uma iluminância média de 75 lx, a quadra, em diversos pontos de medição, mal atinge este patamar. Para qualquer nível de competição acima do recreativo, como a Classe II (200 lx) ou Classe I (500 lx), a iluminância média atual é drasticamente insuficiente. Esta baixa iluminância geral compromete a visibilidade da bola e dos jogadores, aumentando o risco de acidentes e diminuindo a qualidade da experiência esportiva. A falta de luz adequada pode levar à fadiga visual e dificultar a percepção de profundidade e velocidade, elementos cruciais em qualquer esporte (Pedro,2022).

A uniformidade da iluminação é um aspecto crítico para garantir que todos os pontos da quadra recebam uma quantidade de luz similar, evitando áreas excessivamente claras ou escuras que possam causar ofuscamento ou sombras indesejadas. Os valores de uniformidade calculados são:

•U1 (E_{\min} / E_{\max}): 0.1045

•U2 ($E_{\min} / E_{\text{avg}}$): 0.3156

No contexto da avaliação da uniformidade da iluminância, dois coeficientes são comumente empregados: U1 (E_{\min} / E_{\max}) e U2 ($E_{\min} / E_{\text{avg}}$). O coeficiente U1, calculado pela razão entre a iluminância mínima (E_{\min}) e a iluminância máxima (E_{\max}) registrada na superfície, oferece uma medida da dispersão mais extrema dos valores de iluminância, indicando a relação entre o ponto mais escuro e o mais claro. Por outro lado, o coeficiente U2, definido como a razão entre a iluminância mínima (E_{\min}) e a iluminância média (E_{avg}), proporciona uma avaliação mais abrangente da uniformidade, relacionando o ponto de menor iluminância com o nível médio de luz em toda a área. Enquanto U1 é útil para identificar disparidades pontuais e extremas, U2 é frequentemente o parâmetro preferencial em normas técnicas, como a EN 12193, pois reflete de maneira mais fidedigna a percepção geral da uniformidade da iluminação em uma área, sendo menos suscetível a flutuações localizadas e mais representativo da experiência visual do usuário. Uma alta uniformidade (U2 próximo de 1) indica que a

iluminância está distribuída de forma homogênea, sem variações abruptas que possam comprometer a visibilidade ou causar desconforto visual.

Comparando o U_2 ($E_{\min} / E_{\text{avg}}$) com os requisitos da EN 12193, observa-se que mesmo para a Classe III (uniformidade mínima de 0.5), o valor medido de 0.3156 está significativamente abaixo do recomendado. A uniformidade ideal para a Classe II é de 0.6 e para a Classe I é de 0.7. A disparidade entre a iluminância mínima (28 lx) e a máxima (268 lx) é um indicativo claro de uma distribuição luminosa deficiente.

A presença de pontos com iluminância muito baixa (28 lx) em contraste com pontos mais iluminados (268 lx) cria zonas de sombra e ofuscamento, dificultando a adaptação visual dos atletas e espectadores. A transição abrupta entre áreas claras e escuras pode causar desconforto visual, reduzir a capacidade de rastrear objetos em movimento rápido (como uma bola) e mascarar detalhes importantes do jogo. Áreas mal iluminadas podem ocultar obstáculos ou irregularidades no piso, aumentando o risco de quedas e lesões para os praticantes. A falta de uniformidade afeta diretamente a performance dos atletas, que podem ter sua visão prejudicada em determinadas áreas da quadra, influenciando a precisão de movimentos e a tomada de decisões.

4.4 Da intervenção projetual

O projeto de intervenção tem como objetivo adequar o projeto luminotécnico para a quadra poliesportiva da Faculdade de Educação Física da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) com os requisitos estabelecidos pela norma europeia EN 12193, que versa sobre iluminação de instalações esportivas. Este estudo visa destacar os aspectos em que o projeto demonstra excelência no atendimento às diretrizes normativas, contribuindo significativamente para a adequação do ambiente esportivo às exigências de desempenho visual e segurança. A análise detalhada dos parâmetros luminotécnicos propostos revela um planejamento meticuloso, que não apenas supera as deficiências preexistentes, mas também estabelece um novo padrão de qualidade para a iluminação do espaço, otimizando as condições para a prática de diversas modalidades esportivas e para a experiência de atletas e espectadores.

Como ferramenta principal de simulação luminotécnica, foi utilizado integralmente o software DIALux. O DIALux é um software líder mundial para o projeto, cálculo e visualização de iluminação, tanto em ambientes internos quanto externos. Desenvolvido para atender a padrões internacionais de iluminação, ele permite que profissionais da área criem simulações fotorrealistas e análises detalhadas, utilizando luminárias reais de diversos fabricantes. Sua capacidade de processar modelos 3D complexos e integrar cálculos luminotécnicos precisos, como distribuição de intensidade luminosa e níveis de iluminância, o torna uma ferramenta indispensável para arquitetos, designers de iluminação e engenheiros, garantindo a conformidade com normas técnicas e a otimização energética dos projetos.(DIALux, 2024)

A presente análise baseia-se em imagens extraídas de transmissões televisivas e não considera possíveis processos de correção, ajuste ou pós-produção de imagem aplicados por emissoras de TV, como balanço de branco, ganho, contraste, HDR ou gradação de cor, que podem mascarar ou alterar a percepção real das condições de iluminação do ambiente esportivo. Para a obtenção de resultados absolutamente fidedignos, o ideal seria a verificação luminotécnica in loco, por meio de medições diretas com instrumentos calibrados — como luxímetros e câmeras com parâmetros controlados — e a avaliação do sistema de iluminação instalado em operação real. Assim, a análise apresentada deve ser compreendida como indicativa e complementar, não substituindo a inspeção e validação presencial da iluminação no local do evento esportivo.

Um dos pilares do sucesso deste projeto reside na escolha criteriosa da luminária, a OCULUS LED 24800lm 840 IP66 I kl. GLASS 105D SP10kV 146W da Lena Lighting. Este equipamento não apenas atende, mas excede as expectativas em termos de eficiência energética e qualidade luminosa. Com uma impressionante eficácia luminosa de 161.1 lm/W, a luminária selecionada demonstra um compromisso com a sustentabilidade e a redução do consumo de energia, um aspecto cada vez mais relevante em instalações modernas. A temperatura de cor correlata (TCC) de 4000 K proporciona uma luz neutra, ideal para ambientes esportivos, garantindo conforto visual e a percepção acurada das cores, enquanto o Índice de Reprodução de Cor (IRC) de

80 assegura que as cores dos objetos e do ambiente sejam reproduzidas de forma fiel, um fator crucial para a clareza visual e a segurança dos atletas durante a prática esportiva. A robustez da luminária, evidenciada pelo seu grau de proteção IP66, garante durabilidade e resistência a intempéries, tornando-a adequada para o ambiente de uma quadra poliesportiva, mesmo em condições adversas. As características técnicas da luminária utilizada estão dispostas na Figura 12

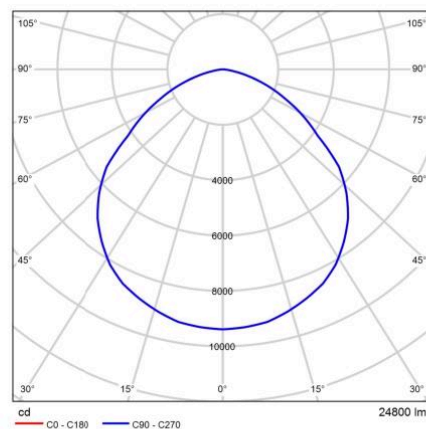
Figura 12: Informações técnicas da luminária utilizada

Product data sheet

Lena Lighting - OCULUS LED 24800lm 840 IP66 I kl. GLASS 105D SP10kV 146W



Article No.	964947
P	153.9 W
Φ_{Lamp}	—
$\Phi_{Luminaire}$	24800 lm
η	—
Luminous efficacy	161.1 lm/W
CCT	4000 K
CRI	80



Polar LDC

OCULUS LED 24800lm 840 IP66 I kl. GLASS 105D SP10kV 146W

OCULUS LED is a HIGH-BAY luminaire from the NEXT GEN product line, constituting a new generation of luminaires dedicated to LED technology. The designed-from-scratch body made of die-cast aluminum and powder-coated uses natural conduction and convection processes, which have a positive effect on the luminaires heat management. The shape of the body with an integrated, effective heat sink and high-quality materials ensure maximum heat dissipation from the LED module. The drivers external compartment, separated from the body, guarantees optimal thermal working conditions for the power supply system. This enables the luminaire to work in an ambient temperature of max 60°C. LEDs from a reputable manufacturer and new LED modules enable very high luminous efficiency. This guarantees that the required lighting level and significant energy savings are achieved. The diffuser and optical system are composed of precise linear lenses made of polycarbonate (PC). There are 3 dedicated ranges of light distribution available: 55°, 75°, 105°. GLASS version with tempered glass (without lenses) and 105° distribution is also available. Standard equipped with a 0.3m long H07RN-F cable terminated

Glare evaluation according to UGR												
μ Ceiling		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
μ Walls		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
μ Floor		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Room size X Y		Viewing direction at right angles to lamp axis					Viewing direction parallel to lamp axis					
2H	2H	29.7	31.0	30.0	31.2	31.5	29.8	31.1	30.1	31.3	31.6	
	34	30.7	31.8	31.0	32.1	32.4	30.8	32.0	31.2	32.3	32.5	
	44	31.0	32.1	31.3	32.3	32.6	31.1	32.2	31.5	32.5	32.8	
	64	31.1	32.1	31.4	32.4	32.7	31.3	32.3	31.6	32.6	32.9	
	84	31.1	32.1	31.4	32.4	32.7	31.3	32.2	31.6	32.5	32.9	
4H	2H	31.0	32.0	31.4	32.3	32.6	31.2	32.2	31.6	32.5	32.8	
	2H	30.2	31.3	30.5	31.6	31.9	30.3	31.4	30.6	31.7	32.0	
	34	31.3	32.3	31.7	32.6	32.9	31.5	32.4	31.9	32.7	33.1	
	44	31.7	32.5	32.1	32.9	33.3	31.9	32.7	32.3	33.1	33.4	
	64	31.9	32.6	32.3	33.0	33.4	32.1	32.8	32.5	33.2	33.6	
8H	12H	31.9	32.5	32.3	32.9	33.3	32.1	32.7	32.5	33.1	33.5	
	2H	31.8	32.5	32.3	32.9	33.3	32.0	32.7	32.4	33.1	33.5	
	34	32.1	32.6	32.5	33.0	33.5	32.3	32.8	32.7	33.2	33.7	
	44	32.1	32.6	32.6	33.0	33.5	32.3	32.8	32.8	33.2	33.7	
	64	32.1	32.5	32.6	33.0	33.5	32.3	32.7	32.8	33.2	33.7	
12H	44	31.8	32.4	32.3	32.9	33.3	32.0	32.6	32.4	33.0	33.4	
	34	32.1	32.6	32.5	33.0	33.5	32.3	32.7	32.7	33.2	33.7	
	44	32.1	32.6	32.6	33.0	33.5	32.3	32.7	32.8	33.2	33.7	
	64	32.1	32.5	32.6	33.0	33.5	32.3	32.7	32.8	33.2	33.7	
	12H	32.1	32.5	32.6	33.0	33.5	32.3	32.7	32.8	33.2	33.7	
Variation of the observer position for the luminaire distances S												
S = 1.0H		+0.2 / -0.3					+0.2 / -0.3					
S = 1.2H		+0.3 / -0.5					+0.3 / -0.5					
S = 2.0H		+1.1 / -1.4					+1.0 / -1.4					
Standard table		BK03					BK03					
Correction summand		14.3					14.4					
Corrected glare indices referring to 24800lm Total luminous flux												

UGR diagram (SHR: 0.25)

Fonte: Catálogo DIALux

A norma EN 12193 estabelece requisitos rigorosos para os níveis de iluminância e uniformidade, essenciais para garantir condições visuais ótimas em instalações esportivas. O novo projeto luminotécnico em questão demonstra um alinhamento exemplar com essas exigências. Os dados de cálculo apresentados, referentes ao plano de trabalho da quadra, revelam uma iluminância média (\bar{E}) de 543 lx, superando significativamente o valor mínimo de 75 lx especificado para áreas de treinamento de classe III, conforme a predefinição a norma em questão. Embora a norma EN 12193 categorize as instalações esportivas em classes (I, II, III) com diferentes requisitos de iluminância para cada esporte e nível de competição, a obtenção de uma iluminância média nesses valores, juntamente com os outros critérios abordados, indica que o projeto está bem posicionado para atender ou exceder os requisitos para a maioria das atividades esportivas praticadas em quadras poliesportivas, mesmo aquelas de nível competitivo mais elevado.

Uma escolha projetual relevante foi o posicionamento das luminárias de forma zenital ao plano de jogo. Entende-se como zenital, a angulação da superfície iluminante em uma posição perpendicular ao piso iluminado. A decisão projetual se deu perante a análise da cobertura do ambiente. A mesma apresenta condições de abrigar a distribuição das luminárias de forma zenital, necessitando de pequenas intervenções estruturais na mesma. A escolha da distribuição em plano perpendicular ao piso se deu, em grande parte, para desviar a fonte luminosa do eixo de visão dos atletas em questão, a fim de evitar o ofuscamento durante a prática do esporte. Além do ofuscamento, aborda-se também a menor projeção de sombras possível no piso de jogo, levando em consideração o fator de distração e isonomia do jogo em tomadas de decisões durante o jogo. Um critério levado em consideração, em adição aos anteriores citados, é a sugestão sobre o controle da iluminação em fuga da edificação esportiva, principalmente no que se trata de edificações vizinhas a áreas de preservação ambiental, áreas de vegetação, ou proximidades com a fauna e flora marinha. A iluminação em fuga da edificação esportiva se apresenta como prejudicial à vida animal e entomológica do ambiente (Mazzoti, 2022). Ao optar-se pela instalação de uma iluminação perpendicular ao piso, evita-se que feixes de iluminação se dispersem lateralmente, o que é altamente relevante no contexto do projeto da quadra do Centro

Esportivo FAEFID, uma vez a proximidade da mesma com uma área de vegetação e preservação da Universidade Federal de Juiz de Fora.

Figura 13: Imagem de satélite. Proximidade do centro esportivo com a vegetação



Fonte: Google Maps

Adicionalmente, a uniformidade da iluminação é um fator crítico para evitar sombras e garantir que todos os pontos da quadra recebam luz de maneira consistente. O projeto apresenta um coeficiente de uniformidade U_0/g_1 de 0.69. A norma EN 12193 preconiza valores mínimos de uniformidade para diferentes classes de iluminação, variando geralmente de 0.5 a 0.7 para iluminância horizontal. O valor de 0.69 alcançado pelo projeto está em plena conformidade com as exigências da norma para muitas aplicações esportivas, indicando que a luz é distribuída de forma homogênea por toda a área de jogo. Essa uniformidade é fundamental para a percepção precisa da trajetória da bola e dos movimentos dos jogadores, reduzindo a fadiga visual e o risco de acidentes. A altura do plano de trabalho de 0.500 m, utilizada nos cálculos, é uma consideração padrão que reflete a altura média de interação com o solo em atividades esportivas, reforçando a aplicabilidade dos resultados obtidos. Em

suma, a aderência do projeto aos parâmetros de iluminância e uniformidade da EN 12193 é um testemunho da sua qualidade e da sua capacidade de proporcionar um ambiente luminotécnico de excelência para a prática esportiva na UFJF.

Além do índice de uniformidade U_0/g_1 já abordado, é relevante citar o índice de irregularidade (g_2) encontrado no valor de 0.61. Em termos simples, o g_2 mede quão irregular é a distribuição da luz em uma determinada área. Ele é calculado pela razão entre a iluminância mínima (E_{min}) e a iluminância máxima (E_{max}) em uma superfície de cálculo. Este parâmetro é particularmente relevante para a certificação de iluminação de emergência, de acordo com a norma europeia EN 1838. Com o valor de 0.61 alcançado, significa que o projeto de iluminação de emergência atende com folga ao critério de uniformidade da norma. Em projetos de iluminação geral, o parâmetro mais comum para avaliar a uniformidade é o g_1 (também conhecido como U_0), que é a razão entre a iluminância mínima (E_{min}) e a iluminância média

Em síntese, o projeto luminotécnico para a quadra poliesportiva da UFJF, conforme detalhado na documentação DIALUX, representa um avanço significativo na adequação das instalações esportivas aos padrões internacionais de qualidade e segurança. A seleção de luminárias de alta performance, aliada a um planejamento que resultou em níveis de iluminância e uniformidade superiores aos requisitos mínimos da norma EN 12193 para diversas categorias, demonstra um compromisso com a excelência. Este relatório técnico reitera que o projeto não apenas corrige as deficiências luminotécnicas preexistentes, mas também estabelece um modelo de iluminação que promove o desempenho atlético, o conforto visual e a segurança dos usuários, alinhando-se perfeitamente com as melhores práticas e diretrizes normativas. A implementação deste projeto contribuirá para elevar o padrão das instalações da UFJF, proporcionando um ambiente otimizado para a prática esportiva e o desenvolvimento acadêmico. Nas imagens 14 e 15, demonstra-se os valores alcançados na simulação do projeto luminotécnico no software Dialux

Figura 14: Relatório de Valores Alcançados

Properties	\bar{E} (Target)	E_{min}	E_{max}	$U_o (g_1)$ (Target)	g_2	Index
Working plane (Outdoor space 4) Perpendicular illuminance (adaptive) Height: 0.500 m, Wall zone: 0.000 m	543 lx (≥ 50.0 lx) ✓	372 lx	609 lx	0.69 (≥ 0.40) ✓	0.61	WP1

Utilisation profile: DIALux presetting (5.1.4 Standard (outdoor transportation area))

Fonte: Dialux Evo

Figura 15: Quantitativo de luminárias

Luminaire list

Φ_{total} 942400 lm	P_{total} 5848.2 W	Luminous efficacy 161.1 lm/W
-----------------------------	-------------------------	---------------------------------

pcs.	Manufacturer	Article No.	Article name	P	Φ	Luminous efficacy
38	Lena Lighting	964947	OCULUS LED 24800lm 840 IP66 I kl. GLASS 105D SP10kV 146W	153.9 W	24800 lm	161.1 lm/W

Fonte: DiaLux EVO

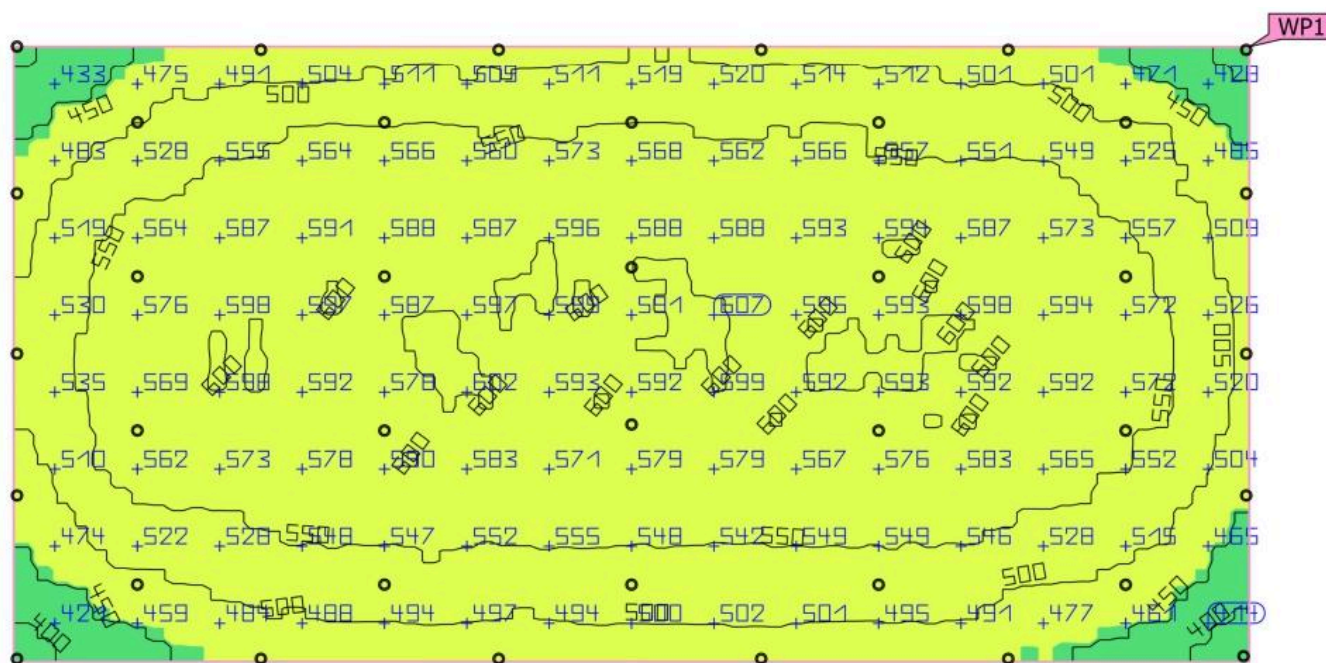
4.4.1 Detalhamento dos Parâmetros Luminotécnicos e sua Conformidade com a EN 12193

A excelência do projeto luminotécnico para a quadra poliesportiva da UFJF é intrinsecamente demonstrada pela otimização de parâmetros luminotécnicos cruciais, que não apenas atende, mas frequentemente supera as rigorosas exigências da norma EN 12193. A análise aprofundada desses parâmetros revela a robustez e a visão de futuro incorporadas no design.

Iluminância Média (\bar{E}): O projeto alcança uma iluminância média de 543 lx no plano de trabalho da quadra. Este valor é notavelmente superior aos requisitos mínimos estabelecidos pela EN 12193 para a maioria das categorias de uso esportivo.

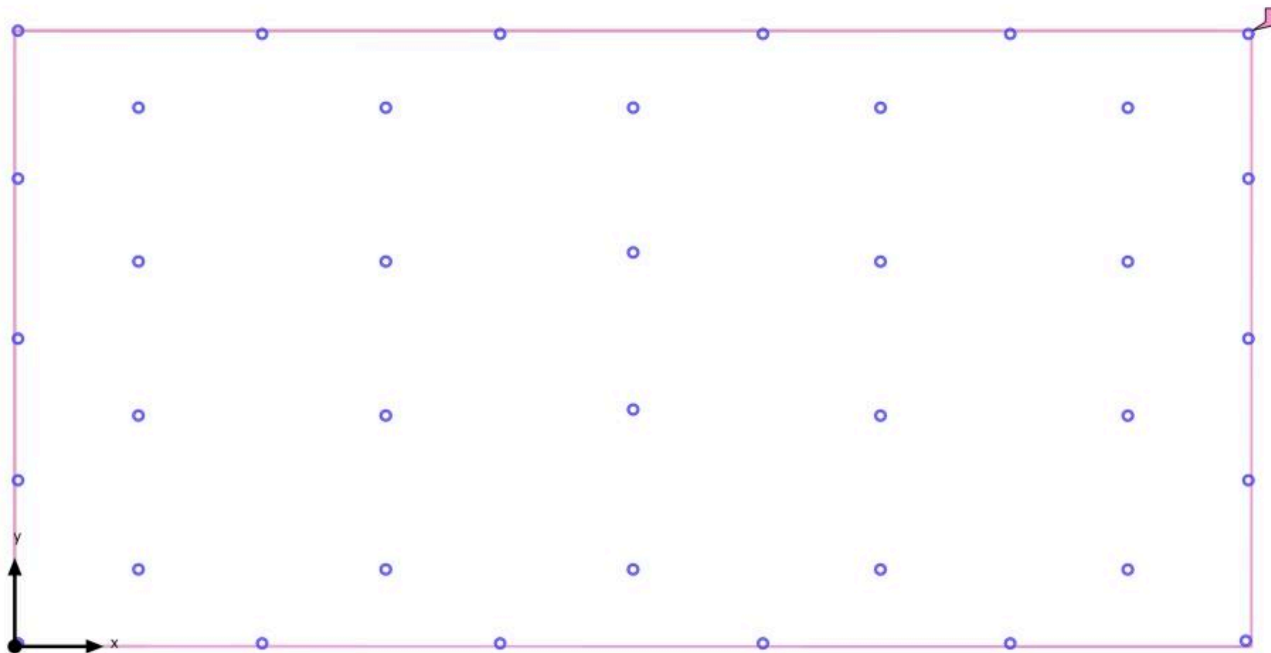
Por exemplo, para atividades recreativas ou de treinamento (Classe III), a norma tipicamente exige iluminâncias médias entre 75 lx e 200 lx, dependendo da modalidade. Para competições de nível médio (Classe II), os valores podem variar de 200 lx a 500 lx. Ao atingir 543 lx, o projeto posiciona a quadra em um patamar que pode acomodar até mesmo competições de alto nível (Classe I), que demandam iluminâncias médias acima de 500 lx, garantindo visibilidade excepcional para atletas, árbitros e espectadores. A alta iluminância média assegura que a quadra seja um ambiente vibrante e bem-iluminado, propício para a prática esportiva intensa e para a segurança dos usuários.

Figura 16: Diagrama de distribuição luminosa do projeto



Fonte: Do Autor

Figura 17: Esquema de distribuição de Luminárias



Fonte: Do Autor

Uniformidade $U_0/g1$: A uniformidade da iluminação é um indicador crítico da qualidade luminotécnica, pois minimiza as variações de brilho que podem causar desconforto visual e dificultar a percepção. O projeto apresenta um coeficiente de uniformidade $U_0/g1$ de 0.69. A norma EN 12193 estabelece que a uniformidade deve ser mantida em níveis elevados para evitar sombras e garantir que a bola e os jogadores sejam sempre visíveis, independentemente de sua posição na quadra. Para a maioria das aplicações esportivas, a norma recomenda valores de uniformidade horizontal (U_0) entre 0.5 e 0.7. O valor de 0.69 demonstra uma distribuição luminosa excepcionalmente homogênea, o que é fundamental para esportes de alta velocidade e precisão, onde a percepção contínua do objeto de jogo é vital. A uniformidade elevada contribui diretamente para a redução da fadiga ocular e para a melhoria do desempenho atlético, permitindo que os atletas reajam rapidamente e com precisão.

Iluminância Mínima (E_{min}) e Máxima (E_{max}): Os valores de iluminância mínima de 428 lx e máxima de 609 lx, em conjunto com a iluminância média, reforçam a excelente distribuição da luz. A pequena variação entre E_{min} e E_{max} , em relação à média, sublinha a eficácia do sistema em evitar pontos excessivamente claros ou escuros. Isso é crucial para a adaptação visual dos atletas, que não precisarão ajustar constantemente seus olhos a diferentes níveis de luz, o que poderia levar a erros e desconfortos. A consistência da iluminação em toda a área de jogo é um diferencial que eleva a qualidade do ambiente esportivo.

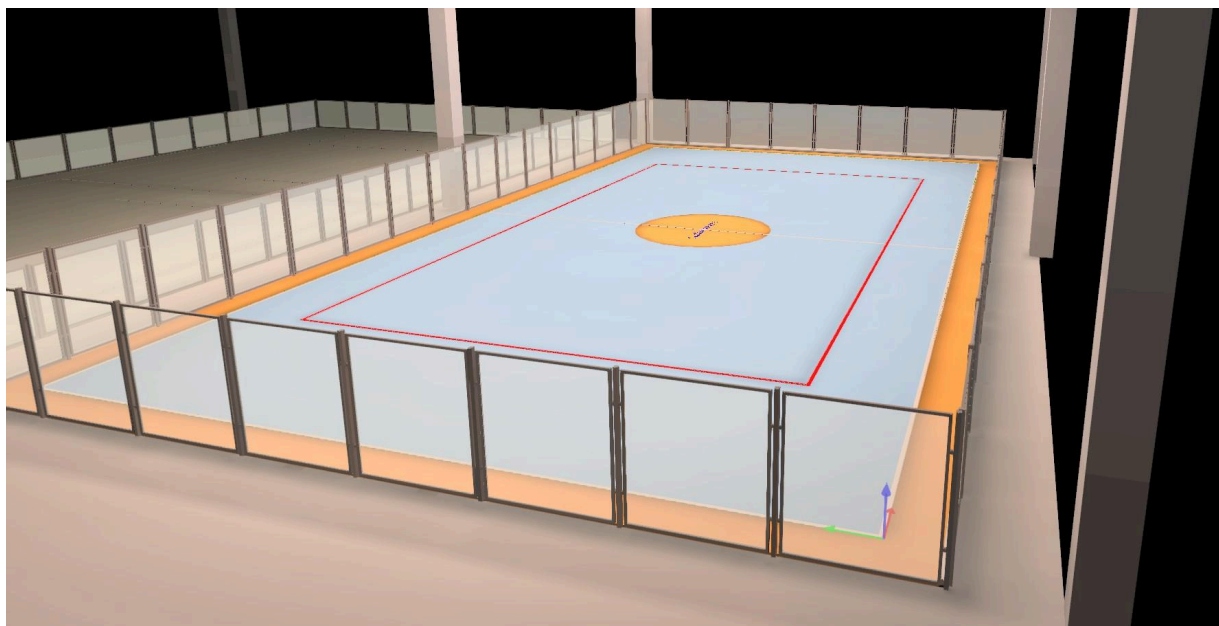
Eficácia Luminosa da Luminária: A escolha da luminária OCULUS LED, com uma eficácia luminosa de 161.1 lm/W, é um testemunho do compromisso do projeto com a eficiência energética. Este valor indica que a luminária converte uma grande parte da energia elétrica consumida em luz visível, minimizando o desperdício de energia na forma de calor. A EN 12193, embora não especifique diretamente a eficácia luminosa das luminárias, promove indiretamente o uso de tecnologias eficientes ao focar na sustentabilidade e na redução do consumo de energia. A alta eficácia luminosa contribui para a redução dos custos operacionais e para a pegada de carbono da instalação, alinhando o projeto com as melhores práticas de sustentabilidade.

Temperatura de Cor Correlacionada (TCC) e Índice de Reprodução de Cor (IRC): A TCC de 4000 K (luz neutra) e o IRC de 80 são parâmetros que impactam diretamente a qualidade visual e a percepção das cores. A EN 12193 enfatiza a importância de uma boa reprodução de cor para a clareza visual e a segurança. Um IRC de 80 é considerado muito bom para ambientes esportivos, garantindo que as cores dos uniformes, equipamentos e marcações da quadra sejam percebidas de forma natural e precisa. A TCC de 4000 K é ideal para ambientes onde a atenção e o foco são necessários, pois proporciona uma iluminação que não é nem muito quente (amarelada) nem muito fria (azulada), criando um ambiente visualmente confortável e estimulante. Esses parâmetros são cruciais para a experiência do atleta e para a capacidade de discernir detalhes importantes durante o jogo.

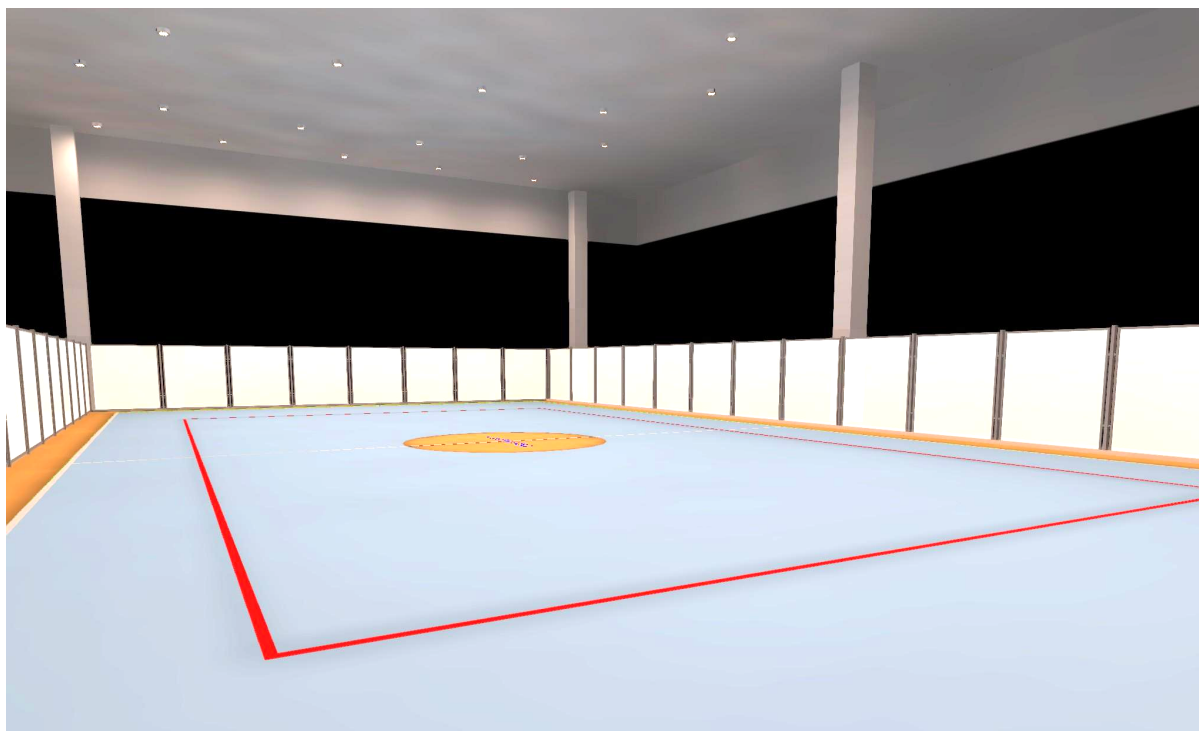
Em suma, a análise detalhada desses parâmetros luminotécnicos demonstra que o projeto para a quadra poliesportiva da UFJF não apenas cumpre, mas excede as expectativas da norma EN 12193/2018, estabelecendo um novo padrão de excelência

em iluminação esportiva. A Tabela 3 demonstra de forma compilada os valores alcançados em projeto. A combinação de alta iluminância, uniformidade exemplar, eficiência energética e qualidade de cor cria um ambiente otimizado para a prática esportiva, contribuindo para o desempenho, segurança e conforto de todos os usuários.

Figura 18: Simulação realista nova iluminação



Fonte: Do Autor

Figura 19: Simulação realista nova iluminação

Fonte: Do Autor

Tabela 3: Valores numéricos alcançados em Projeto

Resultados Numéricos Alcançados na Simulação em Dialux - Centro de Treinamentos FAEFID - UFJF	
Iluminância Média (lux)	543 lux
Iluminância Mínima (lux)	428 lux
Iluminância Máxima (lux)	609 lux
Coef. de Uniformidade (Uo/g1)	0.69
Coef. de Irregularidade (g2)	0.61
Índice de Reprodução de Cor (IRC)	80%
Temperatura de Cor	4000k
Nº de luminárias	20

Fonte: Do autor

5 RESULTADOS

A pesquisa revelou uma notável fragilidade na normatização brasileira, evidenciada pelo cancelamento da NBR 8837 em 2012 e pela ausência de uma norma específica e abrangente para a iluminação esportiva. Atualmente, as diretrizes são insuficientes, aglutinadas de forma simplificada na NBR 8995-5, que trata da iluminação de ambientes de trabalho, com menções pouco detalhadas para o contexto esportivo.

Em contraste, a norma europeia EN 12193/2018 se destaca como um referencial robusto, abordando critérios luminotécnicos como iluminância horizontal e vertical, uniformidade, transmissão midiática, índice de refletância e mitigação de sombras. Essa comparação ressalta a profundidade das diretrizes internacionais frente à superficialidade das indicações das federações esportivas brasileiras. A análise bibliográfica narrativa, focada no Google Acadêmico, nos dá indícios, ainda que embrionários que enquanto a produção acadêmica brasileira (termo “Iluminação Esporte”) se concentra em estudos de caso complementares, a produção internacional (termo “Lighting Sport”) apresenta pesquisas mais aprofundadas sobre inovação e tecnologia. Essa disparidade indica um déficit de estudos exploratórios no Brasil, contribuindo para a subjetividade na execução de projetos de iluminação esportiva.

A revisão bibliográfica demonstrou que a iluminação em ambientes esportivos impacta diretamente diversos agentes. Para o atleta, a iluminação é crucial para o desempenho e a segurança, influenciando a tomada de decisões rápidas e precisas. A pesquisa levantou a hipótese de que o sombreamento no campo de jogo pode causar distrações e prejudicar a percepção de movimentos, afetando a isonomia do jogo. A inconsistência na uniformidade e intensidade luminosa, como observado em estádios brasileiros, reforça essa preocupação. Para a captação de imagens, essencial na era do esporte televisionado, a iluminação adequada é vital para a qualidade imagética, que sustenta o vasto escopo econômico de transmissão e publicidade. Conceitos como o Índice de Reprodução de Cor (IRC) e a uniformidade da iluminação são fundamentais para a fidelidade cromática e para evitar a constante adaptação das lentes das câmeras. A pesquisa também destacou a importância da iluminação para

novas tecnologias, como o árbitro de vídeo (VAR) e a fotogrametria, que demandam luz de qualidade para a reconstrução tridimensional de movimentos de atletas. A torcida, embora muitas vezes negligenciada, representa um agente com impacto comercial e econômico significativo. O conforto visual e a qualidade da iluminação nas arquibancadas influenciam a experiência do torcedor e sua capacidade de capturar e compartilhar imagens de qualidade nas redes sociais, funcionando como marketing fluido. Por fim, a poluição luminosa ao entorno emergiu como uma preocupação ambiental e urbana. Estudos europeus indicam que a iluminação de equipamentos esportivos de grande porte contribui significativamente para a poluição luminosa das cidades, com normas internacionais já incorporando essa preocupação para prevenir alterações na fauna e flora locais e controlar a “luz intrusa”.

O estudo de caso prático envolveu um levantamento luminotécnico da quadra poliesportiva da FAEFID/UFJF. As medições revelaram uma distribuição luminosa inconsistente, com iluminância mínima de 28 lx, máxima de 268 lx e média de 88.73 lx. A uniformidade (U_2) foi de 0.3156. Comparando com a norma EN 12193, que sugere 75 lx para uso recreativo (Classe III), a quadra mostrou-se inadequada, especialmente em pontos com apenas 28 lx. Para classes superiores (Classe II com 200 lx, Classe I com 500 lx), a iluminância média é drasticamente inferior. A baixa uniformidade (0.3156 contra 0.5 mínimo para Classe III) resulta em zonas de sombra e ofuscamento, causando desconforto visual, reduzindo a capacidade de rastrear objetos e aumentando o risco de acidentes, além de comprometer o desempenho dos atletas [2]. Este diagnóstico reforçou a necessidade de uma intervenção luminotécnica para adequar o espaço às demandas contemporâneas do esporte.

Diante das deficiências, foi proposta uma intervenção luminotécnica para a quadra da FAEFID, utilizando a luminária OCULUS LED 24800lm 840 IP66 I kl. GLASS 105D SP10kV 146W da Lena Lighting. Este equipamento se destaca pela eficácia luminosa de 161.1 lm/W, TCC de 4000 K, IRC de 80 e grau de proteção IP66. Os cálculos luminotécnicos pós-intervenção demonstraram uma melhoria substancial, com iluminância média (\bar{E}) de 543 lx, superando os requisitos da EN 12193 para todas as classes, inclusive a Classe I (500 lx). O coeficiente de uniformidade $U_0(g1)$ de 0.69 também está em plena conformidade com a norma, que preconiza valores mínimos de

0.5 a 0.7. A alta uniformidade garante uma distribuição homogênea da luz, eliminando sombras e ofuscamento, e proporcionando uma percepção precisa da trajetória da bola e dos movimentos dos jogadores, reduzindo a fadiga visual e o risco de acidentes. A implementação deste projeto resultaria em um ambiente esportivo otimizado, com benefícios diretos para atletas, espectadores e a qualidade geral da experiência esportiva, alinhando-se perfeitamente com as melhores práticas e diretrizes normativas.

Em síntese, os resultados confirmam a hipótese inicial de que a normatização brasileira para iluminação em ambientes esportivos é deficiente e desuniforme. O diagnóstico da quadra da FAEFID, com os valores deficitários medidos, ilustrou as consequências dessa lacuna, enquanto a proposta de intervenção demonstrou a viabilidade de alcançar e superar os requisitos de normas internacionais como a EN 12193, garantindo um ambiente seguro, confortável e propício ao desempenho esportivo. A análise comparativa com o cenário internacional e a produção acadêmica reforça a urgência de se desenvolver uma regulamentação técnica mais robusta e abrangente no Brasil.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A iluminação em ambientes esportivos representa, dentro do contexto de estudos do ambiente construído, um exemplo interessante da forma complexa que os aspectos ambientais devem ser tratados no processo de padronização e normatização. O estudo da iluminação tange uma gama multidisciplinar de conhecimentos, e os entrelaça com o objetivo de tornar a relação do indivíduo com a luz saudável e segura. Possibilitar o uso do espaço noturno por meio da iluminação artificial representa um importante salto tecnológico da história da humanidade, exigindo, nos tempos atuais, melhorias e aprimorações.

No contexto da iluminação esportiva, exige-se que a normatização seja compatível com a complexidade que o uso do espaço impõe, uma vez que a prática esportiva, seja ela de forma recreativa ou em alto desempenho, coloca a visão e assimilação do usuário em posição de agudeza ímpar.

Uma normativa deficitária sugere um ônus relevante na qualidade dos espaços esportivos, seja em escala individual, perante a falta de parâmetros projetuais sugeridos para os profissionais de projeto, ou em escala coletiva, apresentando uma despadronização entre edificações. Essa pesquisa buscou, mediante pesquisas bibliográficas narrativas, demonstrar o estado deficitário em que a normatização a respeito da iluminação em espaços esportivos se encontra nacionalmente.

A norma para projetos em ambientes esportivos atualmente no Brasil, se encontra incluída de forma pontual e pouco elaborada dentro de normativa geral de ambientes interiores. Como uma forma de propor um aprimoramento desse nicho de projeto, a pesquisa desenvolveu uma argumentação por meio de pesquisa bibliográfica narrativa, comparações com normas internacionais e exemplificação em ensaios de projeto, que a luminotécnica esportiva precisa ser abordada de forma ampla e multidisciplinar. Apesar de as normativas internacionais se encontrarem em um nível de especialização e desenvolvimento mais avançado, e cumprirem a função técnica de sugerir parâmetros adequados, aplicá-las em território nacional exigiria uma adaptação para o contexto brasileiro, seja por questões culturais de abordagem, pela língua, ou

por maior afinidade com os contextos técnicos do Brasil. Para esse fim, esta pesquisa ainda se propôs a pesquisar sobre diversas normativas internacionais e sugerir, por meio de aplicação em ensaio projetual, uma abordagem que mesclasse algumas normativas, em uma tentativa de adequar as aplicações às mesmas nas praças desportivas brasileiras.

Ressalta-se ainda, que o exercício de projeto presente neste trabalho representa não apenas um caráter acadêmico, mas também um produto de legado para a Faculdade de Educação Física e Desportos da Universidade Federal de Juiz de Fora, e como uma reafirmação dos valores da atuação da FAEFID no contexto acadêmico, abordando o caráter prático de atuação fundamentado pelo estudo teórico

6.1 Recomendação Para Trabalhos Futuros

Para aprofundar a compreensão sobre a iluminação em espaços esportivos e otimizar as práticas projetuais, sugere-se uma maior integração com as ciências biológicas. A investigação da relação entre o corpo humano e a iluminação, sob uma perspectiva clínica, como a biomecânica e a oftalmologia, pode revelar *percepções* cruciais. Estudos futuros poderiam explorar como diferentes aspectos da luz afetam o desempenho visual dos atletas, a percepção de profundidade, o tempo de reação e a fadiga ocular, bem como os impactos fisiológicos e psicológicos da exposição luminosa em ambientes de alto desempenho. Essa abordagem multidisciplinar permitiria desenvolver diretrizes de iluminação que não apenas atendam a requisitos técnicos, mas que também promovam a saúde, o bem-estar e o máximo desempenho dos praticantes de atividades físicas, considerando as particularidades da visão humana e a interação complexa com o ambiente luminoso.

Adicionalmente, é imperativo o amadurecimento da intenção de redigir, de forma objetiva e em ato, uma nova norma brasileira de iluminação esportiva. A atual lacuna normativa, evidenciada pela dissertação, compromete a qualidade e a segurança dos projetos luminotécnicos no país. Um esforço colaborativo entre pesquisadores, profissionais da área, federações esportivas e órgãos reguladores é fundamental para a criação de um documento abrangente e atualizado, que contemple

as especificidades das diversas modalidades esportivas e as tecnologias de iluminação contemporâneas. Complementarmente, a realização de pesquisas estruturadas, por meio de entrevistas com atletas, sobre a percepção e a experiência em projetos executados ou em espaços diagnosticados, representaria uma valiosa fonte de dados empíricos. Essa metodologia qualitativa permitiria validar as premissas teóricas e normativas com a vivência real dos usuários, identificando pontos críticos e oportunidades de aprimoramento que poderiam ser incorporados na elaboração da nova norma e em futuras intervenções projetuais.

REFERÊNCIAS

ADMINISTRAÇÃO DE PADRONIZAÇÃO DA CHINA **GT/38539. Sports Lighting**, Pequim .2020.

AMARAL, G. G. do. *O estádio contemporâneo: arquitetura regeneradora de seu tecido urbano*. 2013. Dissertação (Mestrado em Projeto de Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

ARAÚJO, Carlos Alberto; **Bibliometria: evolução histórica e questões atuais**. Em Questão, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 11-32, 2006. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/EmQuestao/article/view/16>>. Acesso em: 9 set. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 8837: Iluminação esportiva**. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.

BARILAN, J. **A comparison of WoS, Scopus and Google Scholar**. Scientometrics, Dordrecht, v. 74, n. 2, p. 257–271, 2008.

BERNARDINA, G. R. D. et al. Action Sport Cameras as an Instrument to Perform a 3D Underwater Motion Analysis. PLOS ONE, v. 11, n. 8, p. e0160490, 11 ago. 2016.

BORJA, J. Hacer ciudad en la ciudad actual. El espacio público como oportunidad cultural y de ocio. In: Ocio y desarrollo. Potencialidades del ocio para el desarrollo humano. Documentos de estudios de Ocio (18). Universidad de Deusto, 2001.

BRASIL. Decreto nº 3.298, de 24 de outubro de 1989. Regulamenta a Lei nº 7.853, de 24 de outubro de 1989. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 24 out. 1989.

BISSOLOTI, Kaila; PEREIRA, Fernando Oscar Ruttkay. METODOLOGIA PARA ANÁLISE DE ILUMINAÇÃO NATURAL ZENITAL EM QUADRAS POLIESPORTIVAS. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., 2019. Anais [...]. [S. l.], 2019. p. 2845–2855. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/encac/article/view/4350>. Acesso em: 30 jan. 2025.

BOTELHO, D.; GUISSONI, L. A. Experiência e engajamento do cliente. *Revista de Administração de Empresas (RAE)*, São Paulo, v. 60, n. 1, p. 3–6, jan. 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rae/a/HFb6cyKqBLZbBjqtRrCZKVR/>

CAREGNATO, S. E. Google acadêmico como ferramenta para os estudos de citações: avaliação da precisão das buscas por autor. Ponto de Acesso, Salvador, v. 5, n. 3, p. 72-86, dez. 2011. Disponível em: <<http://www.brapci.ufpr.br/brapci/>>. Acesso em: 20 jan. 2016.

CASAGRANDE, Cristiano Gomes. Desafios da iluminação pública no Brasil e nova técnica de projetos luminotécnicos fundamentada na fotometria mesópica. 2016. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufjf.br/jspui/handle/ufjf/2573>.

CONMEBOL, Manual de Operações. Assuncion, 2019

COSTA, Erick Gontijo. A beleza é cega e afastada: Herberto Helder e a fotografia. Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Literatura e Crítica Literária – FronteiraZ, São Paulo, n. 32, p. 118-133, jul. 2024. DOI: <https://doi.org/10.23925/1983-4373.2024i32p118-133>.

DIAL GMBH. *DIALux Evo 13.2*. Lüdenscheid, Alemanha: DIAL GmbH, 2024. Disponível em: <www.dialux.com/en-GB>. Acesso em: 15 out. 2025.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION **EN 12193 Part 2 – Light and lighting - Sports lighting**. Brussels, Belgium, 2007.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. **EN 1838: Lighting applications - Emergency lighting**. Brussels, 2013.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

HELLEN; MAGAGNIN, R. C. PERCEPÇÃO E COMPORTAMENTO DE PEDESTRES EM AMBIENTES DE CAMINHADA. Revista Projetar - Projeto e Percepção do Ambiente, v. 9, n. 3, p. 76–91, 26 set. 2024.

HELD, J. et al. VARS: Video Assistant Referee System for Automated Soccer Decision Making from Multiple Views. arXiv (Cornell University), 10 abr. 2023.

INTERNATIONAL COMMISSION ON ILLUMINATION. Proceedings of the CIE Seminar on Computer Programs for Light and Lighting, 5-9 October 1992, Vienna, Austria. Viena: CIE Central Bureau, 1992. 113 p. ISBN 978-3-900734-41-1.

GUEDES, D. P. **Exercício físico na promoção da saúde**. Londrina: Midiograf, 1995. GUEDES, Dartagnan Pinto; GUEDES, Joana Elisabete Ribeiro Pinto. ATIVIDADE FÍSICA, APTIDÃO FÍSICA E SAÚDE. Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 18–35, 2012. DOI: 10.12820/rbafs.v.1n1p18-35. Disponível em: <https://rbafs.org.br/RBAFS/article/view/451>. Acesso em: 1 out. 2024.

JAPANESE STANDARD ASSOCIATION **JIS: 9122: Sports Lighting**, . Tokio.1997

JAKUBIEC, J. A.; REINHART, C. The 'Adaptative Zone' A Concept for Assessing Glare Throughout Daylit Spaces. 12th Conference of International Building Performance Simulation Association. Sydney, 2011. p. 2178 - 2185

JAKUBIEC, J. A.; REINHART, C. F. The "Adaptive Zone": a concept for assessing discomfort glare throughout daylit spaces. Lighting Research and Technology, v. 44 , n. 2 , p. 149-170, jun. 2012.

LEAL, P. D. C.; MOUTINHO, L.. Fandom affiliation and tribal behaviour: a sport marketing application. Quantitative Market Research, v.11, n.1, p.17-39, 2008.

LEFCHAK, F. J. **Análise das relações entre o tipo de piso da quadra de futsal e a resposta adaptativa muscular em praticantes de futsal masculino** [Trabalho de Conclusão de Curso – TCC]. Criciúma: Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC, 2011. Disponível em: <<http://repositorio.unesc.net/handle/1/336>>.

LEITE, E. D.; ALVES, W. F. **ILUMINAÇÃO PÚBLICA: SUA RELEVÂNCIA PARA A SEGURANÇA E QUALIDADE DE VIDA DO CIDADÃO**. Revista Contemporânea, [S. l.], v. 3, n. 07, p. 8223–8247, 2023. DOI: 10.56083/RCV3N7-046. Disponível em: <https://ojs.revistacontemporanea.com/ojs/index.php/home/article/view/1185>. Acesso em: 1 out. 2024.

MAZO, G. Z. Atividade Física, **Qualidade de Vida e Envelhecimento**. Porto Alegre:

MAGAGNIN, R. C.; FONTES, M. S. G. de C.; SALCEDO, R. F. B. Spatial quality evaluation of pedestrian streets. Journal of Civil Engineering and Architecture. v. 8. p. 1574-1584. 2014. Disponível em: <https://www.davidpublisher.com/index.php/Home/Article/index?id=2503.html>. Acesso em: 04 jun. 2023.

JUNIOR, N. K. **Estudo sobre a visão no esporte: o caso do futebol e do futsal**. Revista De Educação Física / Journal of Physical Education, v. 78, n. 144, 2009. DOI: <https://doi.org/10.37310/ref.v78i144.249>.

MATSUDO, S. M.; MATSUDO, V. K. R.; BARROS NETO, T. L. **Atividade física e envelhecimento: aspectos epidemiológicos**. Revista Brasileira de Medicina do Esporte, v. 7, n. 1, p. 2-13, Jan./Fev. 2001.

MAZOTTI, E. S., & Pirró L. F. de S. (2025). POLUIÇÃO LUMINOSA: O USO DE TÉCNICAS PARA PROJETAR ILUMINAÇÃO VISANDO MITIGAR OS EFEITOS DA POLUIÇÃO LUMINOSA. *Revista Belas Artes*, 38(1), 4–27.

NORMAS OFICIALES MEXICANAS: **NOM-025-STPS-Iluminación Deportiva** 1994. TCC. México.

PEDRO, D. C. Avaliação do impacto da exposição às fontes de luz artificiais na retina: revisão sistemática da literatura. 2022. Dissertação (Mestrado em ____) – Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, Instituto Politécnico de Lisboa, Lisboa, 2022.

ROMEAS, T., et al. 3D-Multiple Object Tracking training task improves passing decision-making accuracy in soccer players. *Psychology of Sport and Exercise*, n.12, p.1–9, 2016.

ROMEIRO, N. C. et al. RESEARCH OF PHOTOGRAMMETRY TRANSFORMATION INTO VIRTUAL REALITY ENVIRONMENTS SUITABLE FOR USE IN VIRTUAL REALITY. Disponível em: <<https://proceeding.ciki.ufsc.br/index.php/ciki/article/view/1433>>. Acesso em: 3 fev. 2025.

SOBAJO, Moses Sodiq. Environmental impact (light pollution and energy wastage) of artificial grow lighting to replenish grass pitches in sports stadiums. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, v. 23, n. 1, p. 1194-1225, 30 jul. 2024.

SANTANA, A. C. de A.; NARCISO, R.; FERNANDES, A. B. Explorando as metodologias científicas: tipos de pesquisa, abordagens e aplicações práticas. *Caderno Pedagógico*, [S. l.], v. 22, n. 1, p. e13333, 2025. DOI: 10.54033/cadpedv22n1-130. Disponível em: <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/13333>. Acesso em: 19 set. 2025.

SILVA, Matheus Paulo Melgaço da. O espaço das emoções e das trocas comerciais: a criação da marca Maracanã. 2022. 73 f. Dissertação (Mestrado em Comunicação) - Faculdade de Comunicação Social, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

SILVA, R. S.; et al. **Atividade física e qualidade de vida. Ciência & Saúde Coletiva**, Porto Alegre, v. 15, p. 115-120, 2010. DOI: 10.1590/S1413-81232010000100017.

SILVA, N. V.; TENÓRIO JÚNIOR, J. B.; SILVA, W. M.; LEONÍDIO, L. F. S. Políticas Públicas de Esporte e Lazer: Reflexos sobre sua Aplicabilidade em Municípios Brasileiros. *Revista Intercontinental de Gestão Desportiva*, Porto, v. 3, n.1, p. 111- 120, 2013b.

SANTOS, R. B. A. Instrumento para avaliar a qualidade espacial de praças: estudo em praças de áreas centrais. 2020. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual Paulista <Júliode Mesquita Filho=, Bauru, 2020.

STANDER, F. W.; BEER, L. T.. Towards engagement: a comparison of fan groups in the context of a major South African Football Club. *Journal of Industrial Psychology*, v.42, n.1, 1-10, 2016.

TAVARES, EMÍDIO VALENTI et al. Estudo descritivo da resposta de acuidade visual sem correção e pressão intra-ocular computadorizada de não contato em jogadores de futebol amadores e profissionais. *Revista Brasileira De Medicina Do Esporte*, v. 5, n. 4, p. 138–143, 1 ago. 1999.

VÁSQUEZ, N. G. et al. Proposta de um procedimento alternativo para avaliar o ofuscamento: uma abordagem temporal da direção da visão. *Ambiente Construído*, v. 16, n. 1, p. 143–161, 1 jan. 2016.

VIEIRA, P. V. M.; WAINER, J. **Correlações entre a contagem de citações de pesquisadores brasileiros, usando o Web of Science, Scopus e Scholar. Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 18, n. 3, p. 45-60, jul./set. 2013.

ZIMMERMAN, A. B.; LUST, K. L.; BULLIMORE, M. A. Visual Acuity and Contrast Sensitivity Testing for Sports Vision. *Eye & Contact Lens* 37, nº 3, 2011. 153 - 159.