

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

LUANA DE ARAUJO SOUSA

**ANÁLISE DO ATENDIMENTO DA NBR 15575 EM UM PROJETO DE HABITAÇÃO
DE INTERESSE SOCIAL: desempenho lumínico.**

CAMPO MOURÃO

2021

LUANA DE ARAUJO SOUSA

**ANÁLISE DO ATENDIMENTO DA NBR 15575 EM UM PROJETO DE HABITAÇÃO
DE INTERESSE SOCIAL: desempenho lumínico.**

Trabalho apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do curso superior de Engenharia Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACOC - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Jucelia Kuchla Viera Gealh

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Fabiana Goia Rosa de Oliveira

CAMPO MOURÃO

2021



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Campo Mourão
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Departamento Acadêmico de Construção Civil
Coordenação de Engenharia Civil



TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso

ANÁLISE DO ATENDIMENTO DA NBR 15575 EM UM PROJETO DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL: DESEMPENHO LUMÍNICO

por

Luana de Araujo Sousa

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 19h15min do dia 03 de maio de 2021 como requisito parcial para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Profª. Drª. Vera Lucia Barradas Moreira
(UTFPR)

Prof. Me. Valdomiro Lubachevski Kurta
(UTFPR)

Profª. Drª. Fabiana Goia Rosa de Oliveira
(UTFPR)
Coorientadora

Profª. Drª. Jucelia Kuchla Viera Gealh
(UTFPR)
Orientadora

Responsável pelo TCC: **Prof. Me. Valdomiro Lubachevski Kurta**

Coordenador do Curso de Engenharia Civil:

Prof. Drª. Paula Cristina de Souza

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter segurado a minha mão e conduzido meus passos até mais uma vitória.

Aos meus amados pais Maria Emilia e Pedro e ao meu irmão Bruno por sempre estarem me apoiando, amparando e não me deixando desistir.

Ao meu namorado Gustavo, que sempre esteve ao meu lado em todos os momentos, me incentivando e dando força para seguir em frente.

Aos meus amigos pela ajuda das mais variadas formas.

À minha orientadora Prof^a. Dr^a. Jucelia Kuchla Vieira Gealh, por sempre estar presente para indicar a direção correta que o trabalho deveria tomar.

À minha coorientadora Prof^a. Dr^a. Fabiana Goia Rosa de Oliveira, por aceitar o convite de participar do meu trabalho de pesquisa.

Aos moradores da edificação estudada em Umuarama, cuja a contribuição possibilitou a realização deste trabalho.

RESUMO

Este trabalho analisou o atendimento aos requisitos e critérios da NBR 15575/2013 relacionados ao desempenho lumínico em um projeto de edificação habitacional de interesse social. Para as análises foram realizadas simulações computacionais considerando a iluminação natural e artificial de um projeto de residência localizado na cidade de Umuarama no estado do Paraná. Os parâmetros fornecidos pelas simulações foram analisados e comparados aos valores estabelecidos pela NBR 15575-1/2013 e NBR 8995-1/2013, de modo que as análises mostraram falhas e acertos no atendimento aos requisitos relacionados ao desempenho lumínico. Os resultados demonstraram a necessidade de maior atenção nos fatores que envolvem a elaboração de um projeto, como: orientação solar, disposição de ambientes, localização de janelas, e distribuição de lâmpadas.

Palavras-chave: Habitação de interesse social. Desempenho Lumínico. Iluminação natural. Iluminação artificial.

ABSTRACT

This work analyzed the fulfillment of the requirements and criteria of the Brazilian standard NBR 15575/2013 related to the lighting performance in a housing project of social interest. For the analyzes, computer simulations were performed considering the natural and artificial lighting of a residence project located in the city of Umuarama in the state of Paraná. The parameters provided by the simulations were analyzed and compared to the values established by the standard NBR 15575-1/2013 and NBR 8995-1/2013, so that the analyzes showed both failures and successes in order to comply the requirements related to lighting performance. The results demonstrated the need for greater attention to the factors that involve the elaboration of a project, such as: solar orientation, layout of rooms, location of windows, and distribution of lamps.

Keywords: Housing of social interest. Lighting performance. Natural lighting. Artificial lighting.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da cidade de Umuarama no estado do Paraná.....	26
Figura 2: Localização do terreno na quadra.....	26
Figura 3: Planta baixa da edificação.....	27
Figura 4: Piso branco da residência.....	28
Figura 5: Azulejo branco da residência.....	28
Figura 6: Lâmpada Philips, modelo bulbo, potência 13,5 watts.....	29
Figura 7: Janela da suíte da residência.....	29
Figura 8: Porta de madeira da residência.....	30
Figura 9: Fase de instalação de telha no software Dialux.....	31
Figura 10: Iluminação artificial no software Dialux.....	32
Figura 11: Iluminação natural no software Dialux.....	33
Figura 12: Distribuição correta dos pontos de iluminação nos ambientes.....	35

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Requisitos do usuário.....	16
Quadro 2: Níveis de iluminamento natural.....	20
Quadro 3: Fator de luz diurna para os diferentes ambientes de habitação.....	21
Quadro 4: Valores para iluminância a ser mantida nos ambientes de acordo com tarefa ou atividade.....	22
Quadro 5: Análise de iluminância artificial dos ambientes.....	34
Quadro 6: Análise de iluminância natural – simulação considerando o dia 23/04/2021.....	36
Quadro 7: Análise de iluminância natural – simulação considerando o dia 23/10/2021.....	37

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Norma Brasileira
ISO	International Organization for Standardization
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
FLD	Fator de Luz Diurna
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 OBJETIVOS.....	12
2.1 Objetivo Geral.....	12
2.2 Objetivos Específicos	12
3 JUSTIFICATIVA.....	13
4 REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
4.1 Habitação de Interesse Social.....	14
4.2 Desempenho em Edificações	15
4.3 Norma de Desempenho – NBR 15575.....	17
4.4 Desempenho Lumínico	19
4.4.1 Iluminação Natural	20
4.4.2 Iluminação Artificial	21
5 METODOLOGIA	23
5.1 Classificação da pesquisa.....	23
5.2 Caracterização do projeto.....	25
5.3 Procedimentos.....	30
6 RESULTADOS.....	34
6.1 Iluminação Artificial.....	34
6.2 Iluminação Natural.....	36
7 CONCLUSÃO.....	39
REFERÊNCIAS.....	41

1 INTRODUÇÃO

A indústria brasileira da construção está revolucionando os conceitos existentes sobre requisitos mínimos de segurança em edificações, mudando assim a sua concepção sobre qualidade (CAU-PE, 2013). Em 2013 entrou em vigor a NBR 15575, Norma Brasileira de Edificações Habitacionais – Desempenho, da Associação Brasileira de Normas Técnicas, uma norma que associa a qualidade dos produtos ao resultado que eles devem fornecer ao consumidor e que estabelece exigências mínimas de sustentabilidade, habitabilidade, segurança e desempenho que devem ser atendidas pelas habitações residenciais (CAU-PE, 2013; ABNT, 2013b).

Estas exigências beneficiam os consumidores e dividem a responsabilidade entre fornecedores, construtores, projetistas e usuários, pois a NBR 15575 apresenta níveis de segurança, conforto e resistência para cada parte do sistema construtivo como: estrutura, pisos, vedações, coberturas e instalações. No entanto, com a vigoração da norma foi preciso estabelecer um consenso maior entre a construção civil e a realidade socioeconômica (CAU-PE, 2013).

Dessa forma, as habitações de interesse social têm merecido uma maior atenção por parte de todos os envolvidos em seu processo construtivo. Pois com o objetivo de minimizar os custos, para que famílias de baixa renda possam adquirir essas habitações, as iniciativas privadas e as entidades públicas acabam produzindo edificações em larga escala e padronizadas, desconsiderando as necessidades de cada usuário e prejudicando a qualidade do projeto e o desempenho das edificações (BUENO, 2010; PALERMO, et al, 2007).

Assim, de modo a reduzir o número de precariedades nas habitações de interesse social, em relação ao aspecto utilitário e existencial, deve-se buscar elementos que sejam capazes de fornecer um padrão mínimo de habitabilidade, segurança e sustentabilidade, pois somente depois dos atendimentos a esses padrões e que a habitação poderá fornecer uma qualidade de vida ao usuário (PALERMO, et al, 2007).

É importante ressaltar que a insatisfação das famílias em relação as suas habitações, contribui para que ocorra modificações precoces em suas moradias, prejudicando assim funções de ventilação, iluminação, organização espacial, funcionalidade e acessibilidade (BERGAN, 2005; PALERMO, et al, 2007).

Para tanto, faz-se necessário ter um controle de qualidade desde a fase de projetos, pois assim o projeto arquitetônico pode ser usado como instrumento de antecipação de conflitos entre o usuário e a edificação, diminuindo as probabilidades de conflitos durante a fase de uso da habitação (PALERMO, et al, 2007).

O desempenho lumínico é um fator importante a ser considerado em uma edificação, pois por meio da iluminação é possível fornecer ao usuário conforto visual. Conforto este que pode ser definido como um conjunto de condições, em um determinado ambiente, no qual o ser humano consegue desenvolver suas tarefas visuais com o máximo de acuidade e precisão visual, com o menor esforço, menor risco de prejuízo à vista e com o mínimo risco de acidentes (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2004). Uma iluminação adequada proporciona orientação espacial, manutenção da segurança física, delimitação do território pessoal e reconhecimento de atividades que necessitam da percepção do campo visual. Entretanto uma iluminação inadequada pode provocar problemas físicos como: dores de cabeça, irritabilidade e deficiência visual (LABAKI; BUENO-BARTHOLOMEI, 2001).

Com base nesse contexto, o presente trabalho visa analisar o atendimento aos requisitos e critérios da NBR 15575/2013, relacionados ao desempenho lumínico, em um projeto de edificação habitacional de interesse social e assim identificar quais são as dificuldades enfrentadas para o atendimento dessa norma.

2 OBJETIVOS

Os objetivos do trabalho estão apresentados em geral e específicos e são descritos nos itens a seguir.

2.1 Objetivo Geral

Analisar o atendimento aos requisitos e critérios da NBR 15575/2013 relacionados ao Desempenho Lumínico, em um projeto de edificação habitacional de interesse social, com o intuito de verificar as maiores dificuldades enfrentadas para edificações deste porte.

2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos desse trabalho são:

- Analisar um projeto básico de habitação de interesse social.
- Analisar o atendimento aos requisitos e critérios relacionados ao Desempenho Lumínico apresentados na NBR 15575/2013, nas condições climáticas da cidade de Umuarama/PR.
- Identificar as maiores dificuldades no atendimento à Norma e recomendar alterações para que as exigências sejam então atendidas, quando for necessário.

3 JUSTIFICATIVA

No Brasil o programa de habitação de interesse social, Minha Casa Minha Vida, foi criado com o intuito de solucionar o problema de déficit habitacional do país e proporcionar condições de moradia a população de baixa renda (FORAGI, 2012). Com o objetivo de solucionar de forma rápida esse problema, produziram-se edificações desconectadas da realidade dos futuros moradores, colaborando de forma negativa na configuração e ocupação do espaço (SILVA; BRANDÃO; FONSECA, 2019).

Deste modo, a maioria dos casos de habitação de interesse social no Brasil tem almejado somente resultados quantitativos, em vez de priorizarem a qualidade de vida dos moradores, que por se encontrarem, muitas vezes, em situações difíceis, acabam aceitando o que lhes imposto (SILVA; BRANDÃO; FONSECA, 2019).

Entretanto, a NBR 15575 estabelece que as edificações habitacionais devem atender a requisitos e critérios de desempenho visando atender as exigências dos usuários (ABNT, 2013b). Sendo assim, fica garantido ao consumidor dessas edificações o atendimento a requisitos de segurança, habitabilidade e sustentabilidade, ou seja, o atendimento a Norma de Desempenho garante ao consumidor final uma maior qualidade da edificação (MESAVILLA; DALBOSCO; LANTELME, 2018).

Porém, apesar da existência dessa norma ainda existe muitas dúvidas em relação a interpretação do seu conteúdo e a forma de atendimento dos seus requisitos (MARTINS et al, 2015; MESAVILLA; DALBOSCO; LANTELME, 2018).

Diante desse cenário, fica evidente a importância de se verificar se as exigências mínimas, relacionadas ao desempenho lumínico da NBR 15575 (ABNT 2013b), estão sendo atendidas e aplicadas nas habitações de interesse social, de modo que assim será possível identificar quais são as dificuldades de atendimento aos requisitos e critérios relacionados ao desempenho lumínico e argumentar sobre elas.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

Os fundamentos teóricos retratados nesta seção foram divididos nos seguintes tópicos: habitação de interesse social, desempenho em edificações, norma de desempenho – NBR 15575, desempenho lumínico, iluminação natural e iluminação artificial.

4.1 Habitação de Interesse Social

Segundo o Projeto de Lei Complementar do Senado nº. 447/2003, a habitação de interesse pode ser definida como: a habitação urbana ou rural, nova ou usada, com respectivo terreno, destinada à população de baixa renda e que “habite-se” concedido pelo órgão municipal competente. Uma população é considerada como de baixa renda quando a família possui uma renda mensal inferior a cinco salários mínimos, ou seja, quando a renda mensal é insuficiente para suas necessidades básicas de habitação (BRASIL, 2003).

De acordo com Kruger (2000), em relação a produção de moradias para a população de baixa renda é necessário levar em consideração fatores econômicos, ambientais e sociais. No que se refere aos fatores socioeconômicos, deve-se ter como propósito a entrega de moradias adequadas a população, ou seja, moradias que ofereçam proteção contra intempéries, infraestrutura básica e condições de crescimento econômico e social (PALERMO, 2007). Quanto aos fatores ambientais deve-se atentar que o ato de construir uma moradia gera uma intervenção no meio ambiente, de modo que para essa construção utiliza-se um grande número de recursos naturais como também torna irrecuperável o local da construção (KRUGER, 2000).

Considerando a produção de conjuntos habitacionais de pequeno, médio e grande porte, observa-se uma tendência de padronização de projetos e edificações que são reproduzidos em todo país, desconsiderando condições: socioespaciais, ambientais e topográficas (FERREIRA, 2012; SPANNENBERG, 2006). As consequências nesse caso são patologias construtivas, alto consumo de energia elétrica, comprometimento da saúde física e psicológica dos moradores e não atendimento as condições básicas humanas (ALUCCI; CARNEIRO; BARING, 1986).

Segundo Spannenberg (2006), por razões de economia e simplificação de projetos, as habitações de interesse social geralmente não atendem aos requisitos e critérios mínimos de desempenho estabelecidos em normas e o resultado desse não atendimento são habitações de interesse social com qualidade reduzida. Ferreira (2012), ainda ressalta que em função da economia parâmetros como: conforto térmico, desempenho e eficiência de materiais normalmente são desprezados.

4.2 Desempenho em Edificações

O Desempenho das Edificações pode ser determinado como o comportamento de uma edificação e de seus sistemas em uso. O estabelecimento do desempenho é comum e internacionalmente analisado por meio de definições de requisitos (qualitativos), critérios (quantitativos ou premissas) e métodos de avaliação que permitem a análise do atendimento as exigências dos usuários (ABNT, 2013b).

O primeiro registro de regulamentação na construção civil, foi o Código de Hammurabi atribuído pelo rei da Babilônia, que reinou durante o período de 1955 a 1913 antes de Cristo. Este código continha um requisito de desempenho relacionado a segurança estrutural da edificação, embora não fosse classificado dessa maneira, o artigo previa que se um construtor constrói uma casa para um homem e a casa desmorona e mata o seu dono, então o construtor deve ser condenado a morte (LORENZI, 2013).

O artigo não apresenta métodos construtivos e materiais a serem utilizados na construção, mas demonstra de maneira clara qual deve ser o resultado alcançado no final, ou seja, qual deve ser o comportamento da construção durante sua vida útil (BORGES, 2008).

Desde a década de 60, nos países desenvolvidos, o termo desempenho de edificação está relacionado com o comportamento de uma edificação em uso (BLACHERE, 1974 apud GEALH, 2018). Para Borges (2008), o desafio mundial é atender as expectativas dos usuários quanto ao comportamento das edificações habitacionais, durante uma determinada vida útil, considerando a realidade técnica e socioeconômica de cada país e empreendimento.

Na década de 70, nos Estados Unidos, o *U.S Department of Housing and Urban Development*, vinculado ao *National Institute of Standards*, patrocinou um programa chamado de “*Operation Breakthrough*”, o qual tinha como propósito desenvolver

critérios para projetos e avaliação de sistemas construtivos. A consequência do programa foi a publicação de um documento, em 1977, contendo as definições de critérios de desempenho (BORGES, 2008).

Outro marco importante no conceito do desempenho das edificações foi a elaboração da ISO 6241, em 1984, que definiu uma lista com requisitos básicos dos usuários (LORENZI, 2013), Quadro 1:

Quadro 1 – Requisitos do usuário

Requisitos do usuário - ISO 6241:1984		
Requisitos do usuário		Funções - exemplos
1	Estabilidade	Resistência mecânica às ações estáticas e dinâmicas, aos impactos de causa intencional ou acidental. Efeitos cíclicos e/ou fadiga. Manutenção do seu estado de equilíbrio natural físico-químico, após ações perturbadoras.
2	Segurança contra fogo	Riscos de eclosão de fogo e propagação das chamas. Efeitos fisiológicos da fumaça e calor. Tempos de: alarme, evacuação e sobrevivência.
3	Segurança ao uso	Segurança aos agentes agressivos. Segurança durante movimentos e circulações. Segurança contra intrusões nas áreas comuns.
4	Estanqueidade	Estanqueidade à água. Estanqueidade ao ar, gás, poeira, fumaça, som, luz e etc.
5	Conforto higrotérmico	Controle da temperatura do ar, radiação térmica, velocidade do ar e umidade relativa.
6	Pureza e qualidade do ar	Ventilação adequada ao ar. Controle de odores. Cuidados com a pureza do ar.
7	Conforto acústico	Controle dos ruídos externos e internos. Isolamento acústico dentro dos níveis exigidos e necessários. Inteligibilidade do som. Tempo de reverberação admissível.
8	Conforto tátil	Propriedades das superfícies. Possibilidade de dissipação da descarga de eletricidade estática.
9	Conforto visual	Provisão ou controle da luz natural e artificial. Possibilidade de escurecimento. Insolação. Iluminação requisitada, liberdade para claridade, contraste de iluminação e estabilidade da luz. Aspectos dos espaços e superfícies quanto a: cor, textura, regularidade e homogeneidade. Contato visual com o mundo externo e interno.
10	Conforto antropodinâmico	Limitação e aceleração ou vibração de objetos. Conforto de uso do espaço em áreas com vento intenso. Aspectos do desenho relativos a resistência humana, agilidade, manobrabilidade e ergonomia. Facilidade de movimentos. Habilidade manual na operação de portas, janelas e controle de equipamentos.
11	Higiene	Facilidade, cuidado com a limpeza do ambiente. Cuidado com a higiene pessoal. Abastecimento de água. Purificação da água, do ar. Limitação de materiais e substâncias contaminantes.

Fonte: Adaptado de ISO, 1984.

De acordo com Possani e Demolier (2013), o desempenho de uma edificação está relacionado com as condições mínimas de habitabilidade (conforto térmico, acústico e lumínico, segurança, entres outros) necessárias para que a edificação possa ser utilizada durante um período de tempo. Sendo ainda o desempenho passível de mudança de acordo com o usuário e com o ambiente onde será construída a edificação, pois depende das exigências e manutenção do usuário e das condições de exposição do ambiente (temperatura, umidade, insolação, etc.).

Por fim, Gibson (1982, p.4, tradução nossa), afirma que “a abordagem de desempenho é, primeiramente e acima de tudo, a prática de se pensar em termos de fins, e não de meios. A preocupação é com os requisitos que a construção deve atender e não com a prescrição de como deve ser construída”.

4.3 Norma de Desempenho – NBR 15575

Um dos primeiros trabalhos relacionado ao conceito de desempenho para avaliação de desempenho de novos produtos no Brasil foi em 1981, realizado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Durante a década de 80, várias normas foram elaboradas considerando o aspecto de desempenho, mas não de forma uniforme ou sintética. Então no final da década de 90, considerando a existência de diversas referencias independentes sobre o conceito desempenho, a Caixa Econômica Federal juntamente com o meio técnico resolveu conciliar essas referências e transforma-las em normas técnicas. Para a elaboração dessas normas, a Caixa Econômica Federal com o apoio do Finep financiou o projeto de pesquisa “Normas Técnicas para Avaliação de Sistemas Construtivos Inovadores para Habitação”. O projeto tinha como objetivo elaborar normas técnicas, fundamentadas no conceito desempenho, para avaliação de edificações habitacionais (BORGES, 2008).

A primeira publicação da norma ABNT NBR 15575 foi em maio de 2008 e deveria entrar em vigência no ano de 2010, mas nesse período ocorreu um movimento coordenado pela Câmara Brasileira da Construção Civil solicitando mais tempo para que as empresas pudessem se organizar e assim atender a norma. A ABNT atendeu ao pedido e decidiu que passaria por uma revisão, tendo em vista que a mesma recebeu quase 5 mil propostas de modificações (LORENZI, 2013).

Após passar por diversas revisões, a ABNT NBR 15575 foi publicada em fevereiro de 2013, com um prazo de 150 dias para entrar em vigor. Diferente de outras

normas existente que tem como interesse o sistema construtivo ou tipo de material, a NBR 15575 tem como foco o desempenho do edifício habitacional, ou seja, a norma está direcionada ao comportamento da edificação em uso (CORDOVIL, 2013; TAMAKI, 2010).

A norma estabelece requisitos, critérios e métodos de avaliação de desempenho conforme as exigências dos usuários, exigências essas que antes eram subjetivas e agora são requisitos técnicos com parâmetros determinados (TAMAKI, 2010).

De acordo com Menegazzo (2016), a norma foi desenvolvida baseada em três fundamentos, os quais agrupam doze itens de desempenho:

- Segurança:
 - Estrutural;
 - Contra fogo;
 - No uso e na operação;
- Sustentabilidade:
 - Durabilidade;
 - Manutenibilidade;
 - Impacto Ambiental;
- Habitabilidade:
 - Estanqueidade;
 - Desempenho térmico;
 - Desempenho acústico;
 - Desempenho lumínico;
 - Saúde, higiene e qualidade de ar;
 - Funcionalidade e acessibilidade;
 - Conforto tátil e antropodinâmico.

Para melhor entendimento, a norma apresenta uma estrutura dividida em seis partes que contemplam os doze itens citados acima, as partes são (MENEGAZZO, 2016; ABNT, 2013b):

- ABNT NBR 15575-1 – Parte 1: Requisitos gerais;
- ABNT NBR 15575-2 – Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais;
- ABNT NBR 15575-3 – Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos;

- ABNT NBR 15575-4 – Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas - SVIE;
- ABNT NBR 15575-5 – Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas;
- ABNT NBR 15575-6 – Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários.

Para todos os requisitos e critérios apresentados na norma, foram estabelecidos diferentes níveis de atendimento, sendo eles: desempenho mínimo (M), intermediário (I) e superior (S) (ABNT, 2013b). O nível de desempenho mínimo deve ser obrigatoriamente atendido, enquanto que os demais são facultativos (BORGES, 2008).

4.4 Desempenho Lumínico

A iluminação de uma edificação deve ter qualidade e quantidade de luz suficiente, pois a mesma é fundamental para uma percepção adequada do ambiente, execução de tarefas e necessidades biológicas e psicológicas do ser humano (LABAKI; BUENO-BARTHOLOMEI, 2001). Além do equilíbrio da quantidade e qualidade de luz é necessário fazer uma escolha adequada da fonte de luz natural e artificial (SPANNEBERG, 2006).

A iluminação natural é considerada um aspecto muito importante, pois proporciona contato com a natureza e percepção do espaço temporal (LABAKI; BUENO-BARTHOLOMEI, 2011). Essa percepção de diferentes intensidades de luz, sombras e cores afeta diretamente o funcionamento do chamado relógio biológico humano (SPANNEBERG, 2006).

A NBR 15575 (ABNT, 2013b) apresenta requisitos e critérios para a avaliação de desempenho lumínico em edificações, considerando a iluminação natural e artificial. Para ambos os casos, devem ser observadas as exigências humanas do conforto visual, que compreende aspectos de iluminação adequada para a execução de atividades e campo visual livre de ofuscamento (POLI; ZORZI, 2014).

A avaliação de atendimento aos requisitos e critérios do desempenho lumínico pode ser feita por meio de simulações, medições in loco e métodos de cálculo, em todos os casos é necessário considerar as condições apresentadas na ABNT NBR 15575-1(ABNT, 2013b).

4.4.1 Iluminação Natural

A NBR 15575-1 (ABNT, 2013b), estabelece níveis gerais de iluminância natural para as dependências de uma edificação, sendo essa iluminação proveniente diretamente ou indiretamente do exterior. Para determinação desses níveis é necessário realizar simulações, com emprego do algoritmo apresentado na NBR 15215-3, nos horários das 09:30 (manhã) e 15:30 (tarde) nos dias 23 de abril e 23 de outubro, Quadro 2 (ABNT, 2013b):

Quadro 2 – Níveis de iluminamento natural

Dependência	Iluminamento geral para os níveis de desempenho lux		
	<i>M</i> *	<i>I</i>	<i>S</i>
Sala de estar; Dormitório; Copa / cozinha; Área de serviço.	≥ 60	≥ 90	≥ 120
Banheiro; Corredor ou escada interna à unidade; Corredor de uso comum (prédios); Escadaria de uso comum (prédios); Garagens/estacionamentos	Não exigido	≥ 30	≥ 45
<p>* Valores mínimos obrigatórios, conforme 13.2.1.</p> <p>NOTA 1: Para os edifícios multipiso, admitem-se para as dependências situadas no pavimento térreo ou em pavimentos abaixo da cota da rua níveis de iluminância ligeiramente inferiores aos valores especificados na tabela acima (diferença máxima de 20% em qualquer dependência).</p> <p>NOTA 2: Os critérios desta Tabela não se aplicam às áreas confinadas ou que não tenham iluminação natural.</p> <p>NOTA 3: Deve-se verificar e atender as condições mínimas exigidas pela legislação local.</p>			

Fonte: ABNT, 2013b.

Considerando as medições in loco a resultante de iluminamento poderá ser dada pelo Fator de Luz Diurna (FLD), obtida pelo luxímetro portátil no período entre 9 e 15 horas, ressalta-se que nas medições não pode haver incidência de luz solar direta sobre os luxímetros (ABNT, 2013b). A NBR 15575-1 (ABNT, 2013b) também determina níveis gerais de FLD para as dependências de uma construção habitacional, Quadro 3:

Quadro 3 – Fator de luz diurna para os diferentes ambientes de habitação

Dependência	FLD (%) para os níveis de desempenho		
	M*	I	S
Sala de estar; Dormitório; Copa / cozinha; Área de serviço.	≥ 0,50%	≥ 0,65%	≥ 0,75%
Banheiro; Corredor ou escada interna à unidade; Corredor de uso comum (prédios); Escadaria de uso comum (prédios); Garagens/estacionamentos	Não exigido	≥ 0,25%	≥ 0,35%
<p>* Valores mínimos obrigatórios, conforme 13.2.2.</p> <p>NOTA 1: Para os edifícios multipiso, admitem-se para as dependências situadas no pavimento térreo ou em pavimentos abaixo da cota da rua níveis de iluminância ligeiramente inferiores aos valores especificados na tabela acima (diferença máxima de 20% em qualquer dependência).</p> <p>NOTA 2: Os critérios desta Tabela não se aplicam às áreas confinadas ou que não tenham iluminação natural.</p>			

Fonte: ABNT, 2013b.

Para atender os requisitos de iluminação natural é necessário considerar fatores como: disposição adequada dos cômodos, dimensionamento e posição das aberturas, tipos de janela e de envidraçamento, correta orientação geográfica da edificação, rugosidade e cores dos elementos e entre outros (ABNT, 2013b).

4.4.2 Iluminação Artificial

A NBR 15575-1 (ABNT, 2013b) apresenta níveis gerais de iluminação artificial interna, os quais devem promover conforto e segurança aos usuários durante a ocupação e circulação nos ambientes.

Os níveis de iluminância artificial estipulados pela NBR 15575, são reproduções das exigências da NBR 5413 (CBIC, 2013). No entanto, é importante ressaltar que a NBR 5413 foi cancelada e substituída em 2013 pela ABNT NBR 8995-1 – Iluminação de Ambientes de Trabalho – Parte 1: Interiores, que apesar de apresentar valores mínimos de iluminância para ambientes de trabalho, pode ser usada como base para as atividades residenciais (GEALH, 2018; SOUSA, 2014; OLIVEIRA, 2020).

Algumas atividades ou tarefas apresentadas para ambientes comerciais se assemelham as atividades realizadas em ambientes residenciais, Quadro 4 (SOUSA, 2014):

Quadro 4 – Valores para iluminância a ser mantida nos ambientes de acordo com tarefa ou atividade

Tipo de ambiente, tarefa ou atividade	Iluminância mantida (lux)
Áreas gerais da edificação	
Sala de espera	200
Áreas de circulação e corredores	100
Refeitório/Cantinas	200
Salas de descanso	100
Vestiários, banheiros, toaletes	200

Fonte: Adaptado de ABNT, 2013a

Para a verificação do atendimento aos requisitos e critérios do desempenho lumínico artificial deve-se utilizar o método de cálculo ou medição in loco. Para a medição in loco é necessário o uso do luxímetro portátil e no método de cálculo é necessário calcular o nível de iluminação de acordo com NBR 8995-1 (ABNT, 2013a).

5 METODOLOGIA

Nesta seção apresenta-se a caracterização da pesquisa, a caracterização do projeto e os procedimentos para realizar o estudo.

5.1 Classificação da pesquisa

Segundo Ander-Egg (1972, p.21, tradução nossa) a pesquisa é um “procedimento reflexivo sistemático, controlado e crítico, que permite descobrir novos fatos ou dados, relações ou leis, em qualquer campo do conhecimento humano.” Portanto, a pesquisa é um caminho para se conhecer a realidade ou verdades parciais (LAKATOS; MARCONI, 2003).

De acordo Menezes et al. (2019), existe diversos gêneros de pesquisas e várias formas de classifica-las, mas não existe um consenso entre os autores de Metodologia Científica quanto as classificações. Sendo assim, alguns definem um certo número de formas de pesquisar sob determinadas categorias, outros acrescentam, retiram ou deslocam para outras classificações.

Deste modo, essa pesquisa foi classificada: quanto a sua natureza, quanto a sua aplicabilidade, quanto aos seus objetivos e conforme os seus procedimentos.

Em relação a natureza da pesquisa, ela pode ser classificada como aplicada ou básica. A pesquisa aplicada tem como objetivo gerar conhecimentos para uma aplicação prática, direcionados a solução de um problema específico. A básica tem como proposito gerar novos conhecimentos que sejam úteis para a ciência e tecnologia, sem necessariamente haver uma aplicação prática (PRODANOV; FREITAS, 2013). Sendo assim, a pesquisa deste trabalho pode ser classificada como aplicada, pois a mesma tem como objetivo gerar conhecimentos sobre a aplicação da Norma de Desempenho, em relação ao Desempenho Lumínico, em habitações de interesse social e argumentar sobre as soluções dos problemas.

Quanto a aplicabilidade a pesquisa pode ser definida como qualitativa e quantitativa (PRODANOV; FREITAS, 2013). A pesquisa qualitativa, segundo Minayo (2002, p.22):

trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das

relações, dos processos e nos fenômenos que não podem ser reduzidos a operacionalização de variáveis.

A pesquisa quantitativa considera o que pode ser quantificável, a mesma utiliza-se de recursos e técnicas estáticas (desvio-padrão, porcentagem, media, mediana, etc.) para representar as informações e opiniões coletadas e assim analisá-las e classificá-las (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Para o desenvolvimento da pesquisa em questão utilizou-se a abordagem qualitativa, visto que se trata de uma análise dos requisitos da norma de desempenho em habitações de interesse social.

Em termos de objetivos a pesquisa pode ser classificada como exploratória, descritiva e explicativa. A pesquisa exploratória tem como objetivo promover maior proximidade com o tema, torna-lo mais compreensível ou construir hipóteses (GIL, 2008). A pesquisa descritiva, tem como propósito descrever os fatos e fenômenos de uma determinada realidade (TRIVIÑOS, 1987). A pesquisa explicativa tem como finalidade identificar as razões que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos, podendo ser a continuação da pesquisa descritiva (GIL, 2008). Sendo assim a pesquisa apresentada neste trabalho pode ser definida como descritiva e explicativa, pois a mesma identifica e descreve os fatores que determinam o fenômeno.

Em relação aos procedimentos a pesquisa pode ser classificada como: bibliográfica, documental, experimental, de levantamento, de estudo de coorte, estudo de caso, participante e pesquisa-ação (MENEZES et al., 2019).

A pesquisa bibliográfica é desenvolvida por meio de material elaborado como: livros e artigos científicos. A pesquisa documental se assemelha a bibliográfica, sendo a diferença principal entre ambas a sua fonte de pesquisa (GIL, 2008). A pesquisa documental tem como fonte tabelas estáticas, jornais, revistas, relatórios, documentos oficiais, cartas, filmes, fotografias, pinturas, tapeçarias, relatórios de empresa, vídeos de programa de televisão (FONSECA, 2002).

A pesquisa experimental tem como objetivo compreender as relações de causa e efeito dos fenômenos (FONSECA, 2002). A pesquisa de levantamento destina-se a investigar o comportamento de determinada população, por meio de interrogações diretas às pessoas (GIL, 2008; MENEZES et al., 2019).

Segundo Gil (2002), o estudo de coorte tem como objetivo observar e analisar, por um período de tempo, um grupo de pessoas que possuem características comuns.

O estudo de caso, de acordo com Menezes et al. (2019, p.44), “é um tipo de pesquisa cujo o procedimento volta-se para um caso específico com o objetivo de conhecer suas causas de modo abrangente e completo”.

Para Menezes et al. (2019), alguns autores não identificam diferenças entre a pesquisa participante e a pesquisa-ação, porém alguns estudiosos estabeleceram limites para as mesmas. Enquanto a pesquisa-ação supõe de forma planejada a participação do pesquisador na investigação do problema, a pesquisa participante não considera somente o envolvimento do pesquisador com as pessoas investigadas, mas valoriza aquilo que eles produzem em seus discursos (MENEZES et al. 2019; GIL 2002; FONSECA 2002).

A pesquisa desenvolvida nesse trabalho corresponde a uma pesquisa experimental, visto que a mesma realizou simulações computacionais de iluminação em habitação de interesse social.

5.2 Caracterização do projeto

Para a realização das simulações computacionais de iluminação algumas características do projeto são necessárias, visto que a simulação tenta atingir o mais próximo possível da realidade da residência, por isso neste item é apresentado as particularidades do projeto consideradas para a simulação.

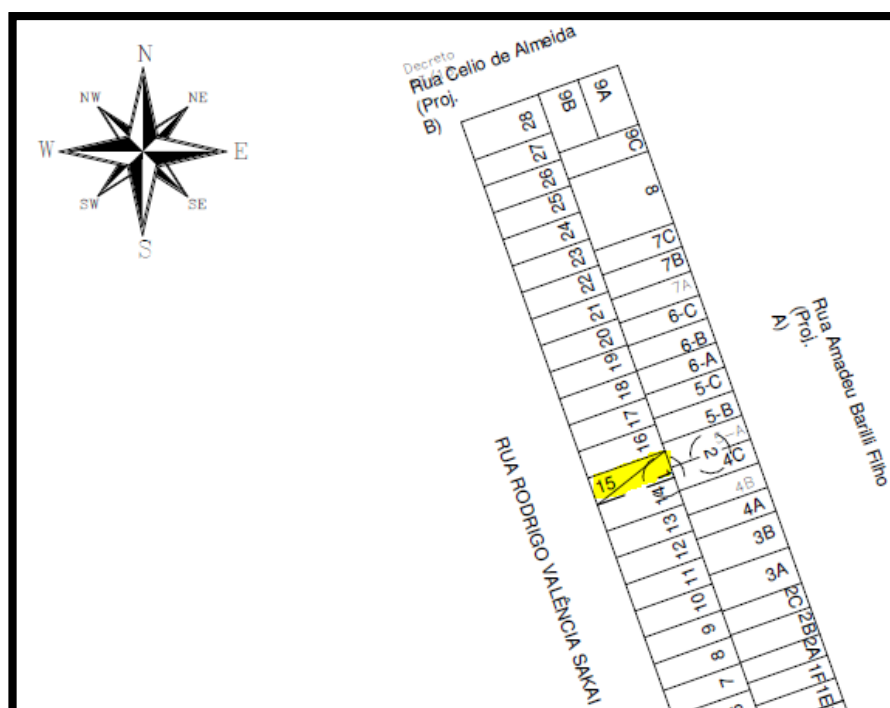
O terreno da edificação está localizado no lote quinze do jardim Sakai, situado no município de Umuarama no noroeste do estado do Paraná (latitude 23° 47' 55" Sul, longitude 53° 18' 48" Oeste) (CIDADE BRASIL,2021). As imagens a seguir, Figura 1 e 2, apresentam as localizações.

Figura 1 – Localização da cidade de Umuarama no estado do Paraná



Fonte: Abreu, 2006.

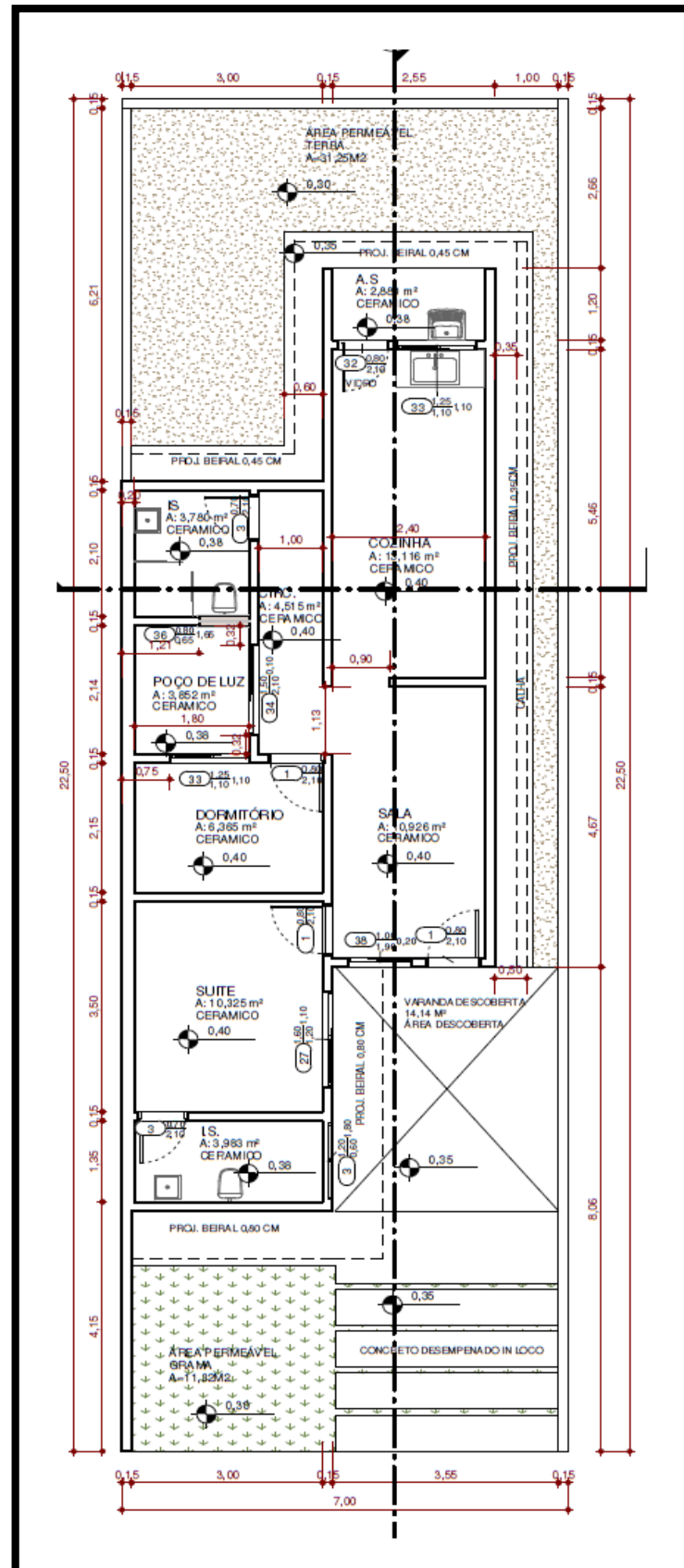
Figura 2 – Localização do terreno na quadra



Fonte: Paris, 2018

A planta baixa, do projeto arquitetônico da residência, está dividida em: sala, cozinha, suíte, dormitório, banheiro social, circulação, poço de luz, área de serviço e varanda descoberta, como mostra a Figura 3.

Figura 3 – Planta da baixa da edificação



Fonte: Paris, 2018.

A partir da Figura 2 e 3 é possível perceber como ocorre a orientação solar na edificação, de modo que a cozinha, a área de serviço e o banheiro social recebem o sol da manhã e a suíte, a sala, o dormitório e a varanda descoberta recebem o sol da tarde.

Em relação aos acabamentos a residência dispõe de pisos brancos nos ambientes internos (Figura 4) e no que se refere aos azulejos, eles são brancos e localizados do piso ao teto em todas as paredes dos dois banheiros e na parede da cozinha onde se encontra a pia (Figura 5). Quanto à pintura, a edificação apresenta pintura interna na cor branco neve e externa na cor cinza elefante.

Figura 4 – Piso branco da residência



Fonte: Bertoncello, 2021.

Figura 5 – Azulejo branco da residência



Fonte: Bertoncello, 2021.

Quanto a quantidade de pontos de luz da residência, cada ambiente apresenta um ponto de luz centralizado, com exceção da cozinha e da circulação que apresentam dois pontos. Todas as lâmpadas da edificação são da marca Philips, do modelo bulbo de led e com potência de 13,5 watts, como mostra a Figura 6. É importante ressaltar que as lâmpadas já estavam instaladas na residência no momento da entrega da mesma.

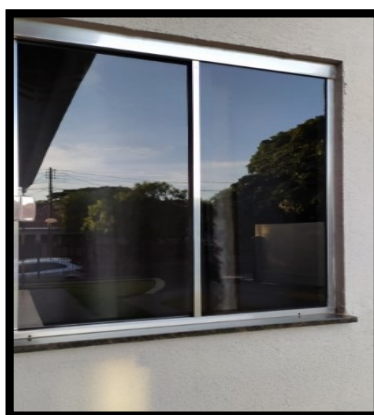
Figura 6 – Lâmpada Philips modelo bulbo, potência 13,5 watts



Fonte: Bertoncello, 2021.

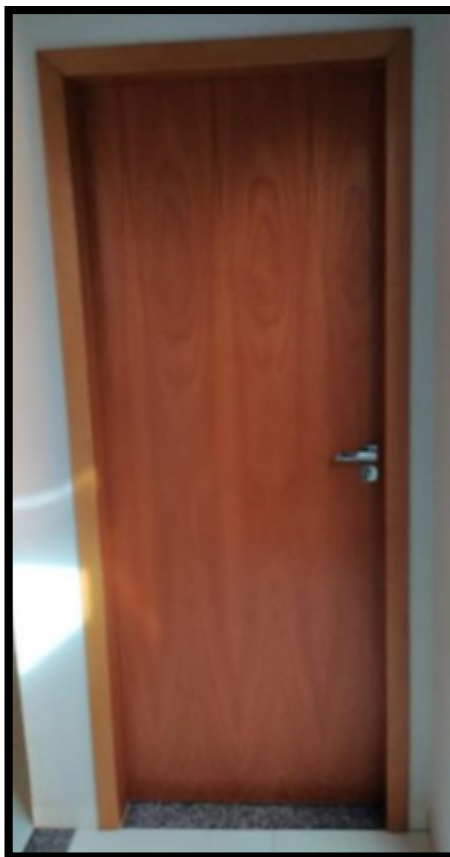
As janelas da residência são de vidro transparente e com esquadria de correr com duas folhas, um exemplo é a janela da suíte apresentada na Figura 7. Em relação as portas, todas são de madeira, como mostra a Figura 8. A cobertura da edificação é de telhas cerâmicas no modelo portuguesa.

Figura 7 – Janela da suíte da residência



Fonte: Bertoncello, 2021.

Figura 8 – Porta de madeira da suíte residência



Fonte: Bertoncello, 2021.

5.3 Procedimentos

A verificação do nível de iluminância desta pesquisa se baseia na realização de simulações computacionais, considerando todos os aspectos e características do terreno e da residência mencionados no item anterior. Para tal, são considerados os parâmetros prescritos pelas normas técnicas brasileiras referentes ao assunto.

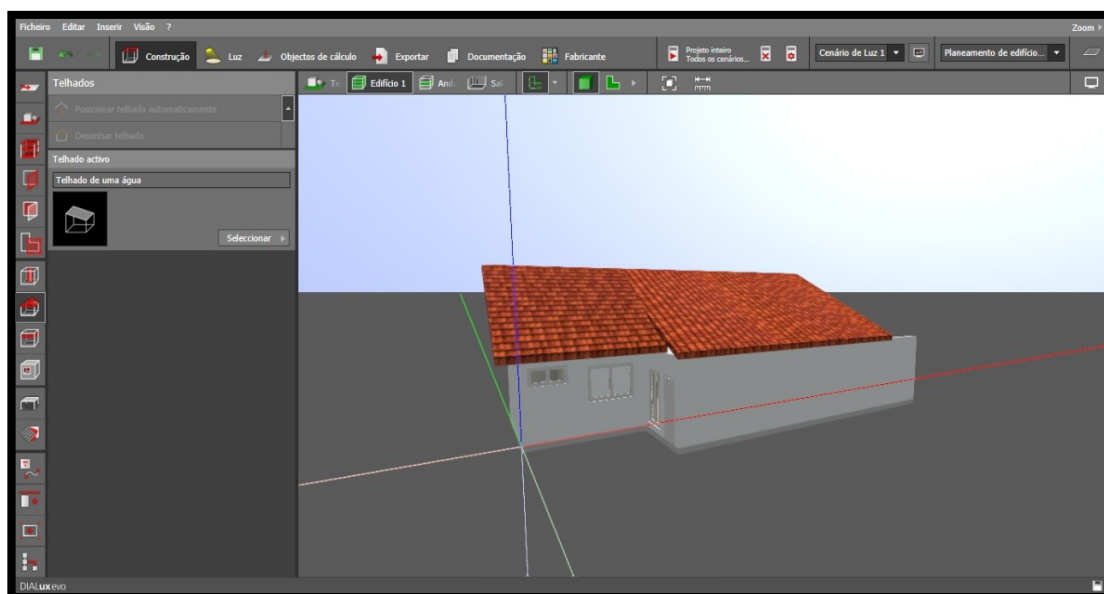
É importante ressaltar que a opção por realizar simulações computacionais ao em vez de medições *in loco* deve-se aos seguintes fatos: a residência está sendo ocupada por seus moradores e o mundo está passando por uma pandemia (COVID-19), na qual uma das formas de prevenção é o distanciamento social.

A estrutura da pesquisa se divide em seis etapas:

- Primeira etapa: levantamento junto aos proprietários da edificação para aquisição de dados referente a própria edificação como: projeto arquitetônico, modelo, potência e posição das lâmpadas, modelo das janelas, modelo das portas e cores dos pisos, azulejos, tetos e paredes.

- Segunda etapa: adequação do projeto arquitetônico da edificação. O software DIALux, utilizado para realizar simulações de iluminação, importa somente arquivos em dwg, sendo assim é realizada a conversão do projeto arquitetônico da residência que está no formato pdf para o formato dwg através do software AutoCAD.
- Terceira etapa: construção do modelo arquitetônico para a simulação. O projeto arquitetônico é importado para o software Dialux, para ser utilizado como base para a construção dos ambientes da edificação. Em seguida a opção construção é selecionada e a edificação começa a ser construída com a execução das paredes, teto, telhado, pisos, azulejos, pintura das paredes e teto e posicionamento das janelas e portas. É importante destacar que a cor cinza elefante e branco neve da residência não está disponível no software Dialux, sendo assim é necessário usar a cor que mais se aproxima das mesmas. Abaixo, na Figura 9 é apresentando a fase de instalação de telhado da residência no software Dialux.

Figura 9: Fase de instalação de telhado no software Dialux.

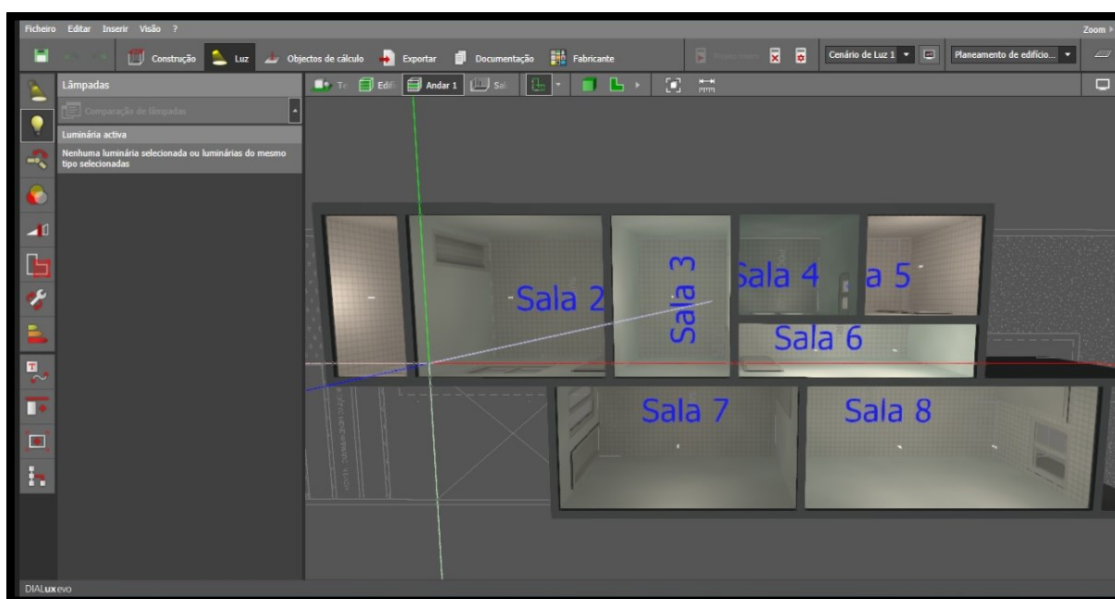


Fonte: Dialux Evo 4.3, 2021.

- Quarta etapa: realização da simulação computacional para a iluminação artificial. Primeiramente é realizado o download do arquivo das lâmpadas Philips através do site da empresa, pois assim a marca, o modelo e a potência

das lâmpadas informadas pelos proprietários estariam em conformidade com a simulação. Em seguida esse arquivo é carregado no programa Dialux e as lâmpadas são posicionadas nos locais indicados pelos usuários. Por fim, é selecionado a opção iniciar cálculo para realizar a simulação e assim obter os resultados dos níveis médios de iluminância dos ambientes. Na Figura 10 a seguir é possível visualizar a edificação com as lâmpadas instaladas.

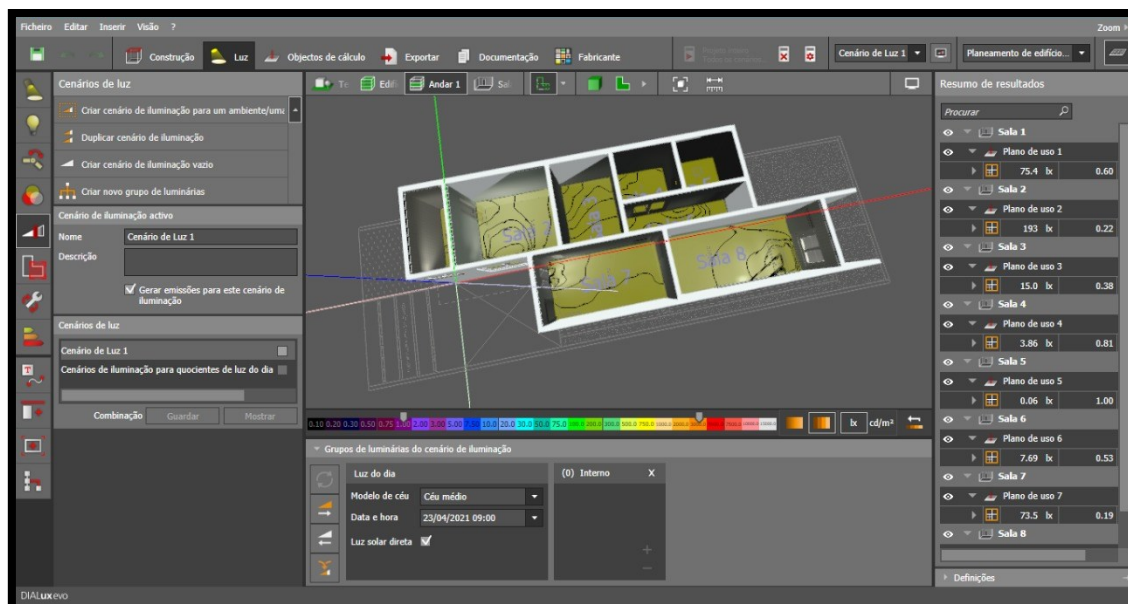
Figura 10: Iluminação artificial no software Dialux.



Fonte: Dialux Evo 4.3, 2021.

- Quinta etapa: execução da simulação computacional para a iluminação natural. Inicialmente é selecionada a opção luz do programa Dialux para realizar o alinhamento da construção, neste item é informado a longitude e latitude da cidade de Umuarama, realizado o alinhamento do norte conforme o projeto e estabelecido a faixa de fuso horário. Posteriormente, é definido no item cenário de luz o modelo do céu, o local, a data e a hora da simulação. Seguindo os parâmetros da NBR 15215-3 (ABNT, 2007) se realiza duas simulações considerando o modelo de céu com nebulosidade média, uma na data de 23 de abril no horário das 09:30 (manhã) e outra no dia 23 de outubro no horário das 15:30 (tarde). Logo, para a realização da simulação e para a amostra de resultados é selecionado a opção iniciar cálculo. A seguir, na Figura 11 é apresentada a simulação de iluminação natural considerando o dia 23/04/2021.

Figura 11: Iluminação natural no software Dialux.



Fonte: Dialux Evo 4.3, 2021.

- Sexta etapa: execução de análises e estudos dos dados obtidos nas simulações com os valores estabelecidos pela NBR 15575-1 (ABNT, 2013b) e NBR 8995-1 (ABNT, 2013a).

6 RESULTADOS

As análises relativas ao desempenho lumínico, englobam as simulações computacionais para a avaliação da iluminação natural e artificial, verificando se os valores apresentados atendem aos propostos pela NBR 15575-1 (ABNT, 2013b) e NBR 8995-1 (ABNT, 2013a).

6.1 Iluminação Artificial

Diante dos dados obtidos pela simulação computacional, foi possível perceber que alguns dos ambientes internos da residência não estavam em conformidade com os requisitos apresentados pela NBR 8995-1 (ABNT, 2013a), de modo que exibiram iluminância média abaixo do nível mínimo estabelecido para o ambiente.

Com exceção do dormitório e da circulação todos os outros ambientes apresentaram valores em média 35% abaixo do valor estabelecido pela NBR 8995-1 (ABNT, 2013a), o que pode prejudicar o conforto visual do morador e dificultar a realização de atividades (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2004). Em ambientes como a cozinha e os banheiros esses valores se tornam ainda mais preocupantes, pois são lugares no qual geralmente se realizam atividades com materiais cortantes.

A sala de estar foi classificada como uma sala de espera, para os parâmetros apresentados na NBR 8995-1 (ABNT, 2013a), de modo que foi considerado que a mesma poderia ser usada para descanso e para leitura.

No Quadro 5, é demonstrado os valores obtidos pela simulação e os estabelecidos pela norma, de forma que se possa analisar se a iluminância está adequada ou não para o respectivo ambiente.

Quadro 5 – Análise de iluminância artificial dos ambientes

Iluminância (lux)			
Ambiente	Medida (simulação)	NBR 8995-1	Análise
Banheiro da suíte	114	200	Inadequado
Suíte	78,7	100	Inadequado
Dormitório	115	100	Adequado
Banheiro Social	124	200	Inadequado
Circulação	208	100	Adequado
Sala	73,4	200	Inadequado
Cozinha	130	200	Inadequado

Fonte: Autoria própria, 2021

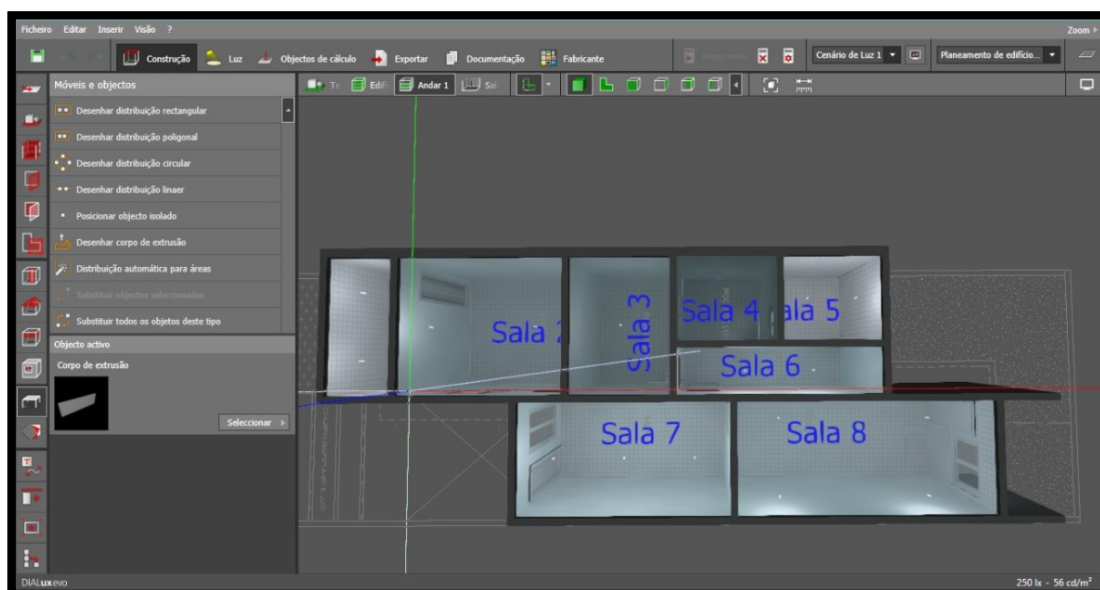
Um dos motivos de alguns ambientes não estarem em conformidade com a norma é a distribuição incorreta de luminárias, de modo que para que esses ambientes atendam aos requisitos estabelecidos pela NBR 8995-1 seria necessário a utilização de um número maior de luminárias em seus ambientes.

Outra possível causa seria que por se tratar de uma habitação de interesse social, tenha ocorrido uma economia de valores em relação a quantidade de lâmpadas e pontos de iluminação, visto que a empresa faz a entrega da casa com as lâmpadas já instaladas.

Estudando uma solução para obter níveis de iluminância adequados foi realizada uma simulação computacional considerando a adição de pontos de luz nos ambientes que não atenderam aos requisitos estabelecidos pela NBR 8995-1 (ABNT, 2013a), sendo as lâmpadas aplicadas nessa simulação as de mesmo modelo, marca e potência das utilizadas no projeto da residência (lâmpada de Led Philips de 13,5 W).

Com base nos dados obtidos pela simulação foi possível analisar que seria necessário que o banheiro da suíte, o banheiro social e a suíte possuísem 2 pontos de iluminação, a sala dispusesse de 3 pontos de iluminação e a cozinha apresentasse 4 pontos de iluminação, deste modo todos os ambientes da residência atenderiam aos requisitos apresentados pela NBR 8995-1 (ABNT, 2013a).

Figura 12 – Distribuição correta dos pontos de iluminação nos ambientes



Fonte: Dialux Evo 4.3, 2021.

6.2 Iluminação Natural

As informações coletadas das simulações computacionais, revelaram que apenas o dormitório não atendeu as exigências mínimas estabelecidas pela NBR 15575-1 (ABNT, 2013b), visto que no nível de desempenho mínimo estabelecido por esta norma não é exigido parâmetro de iluminância natural para ambientes como banheiros e corredores.

Deste modo, mesmo não havendo um valor mínimo a ser atendido é possível verificar pelos dados obtidos na simulação que o banheiro social e a circulação da residência apresentaram valores de iluminância média muito baixo quando comparado aos valores estabelecidos no nível de desempenho intermediário. O que indica a utilização de luz artificial durante praticamente o dia todo, gerando assim um significativo acréscimo de consumo de energia elétrica.

Analisando as duas simulações realizadas, observou-se que na suíte, na sala e na cozinha a quantidade de lux média dos ambientes foram maiores do que os estabelecidos no nível superior da norma, o que pode ser considerado um ponto positivo, pois indica que esses ambientes dispensam a utilização de iluminação artificial durante a maior parte do dia.

Os resultados das simulações estão dispostos no Quadro 6 e 7, frente aos critérios quantitativos e análises.

Quadro 6 – Análise de iluminância natural – simulação considerando o dia
23/04/2021

Iluminância (lux)					
Ambiente	Medida (simulação)	Nível M	Nível I	Nível S	Análise
Banheiro da suíte	75,4	Não exigido	≥ 30	≥ 45	Não exigido
Suíte	193	≥ 60	≥ 90	≥ 120	Adequado
Dormitório	15	≥ 60	≥ 90	≥ 120	Inadequado
Banheiro Social	0,06	Não exigido	≥ 30	≥ 45	Não exigido
Circulação	7,69	Não exigido	≥ 30	≥ 45	Não exigido
Sala	73,5	≥ 60	≥ 90	≥ 120	Adequado
Cozinha	515	≥ 60	≥ 90	≥ 120	Adequado

Fonte: Autoria própria, 2021.

Quadro 7 – Análise de iluminância natural – simulação considerando o dia

23/10/2021

Iluminância (lux)					
Ambiente	Medida (simulação)	Nível M	Nível I	Nível S	Análise
Banheiro da suíte	151	Não exigido	≥ 30	≥ 45	Não exigido
Suíte	578	≥ 60	≥ 90	≥ 120	Adequado
Dormitório	20,4	≥ 60	≥ 90	≥ 120	Inadequado
Banheiro Social	0,05	Não exigido	≥ 30	≥ 45	Não exigido
Circulação	4,84	Não exigido	≥ 30	≥ 45	Não exigido
Sala	681	≥ 60	≥ 90	≥ 120	Adequado
Cozinha	79,5	≥ 60	≥ 90	≥ 120	Adequado

Fonte: Autoria própria, 2021.

Considerando que não é exigido iluminância natural para banheiros e corredores no nível de desempenho mínimo estabelecido pela NBR 15575-1 (ABNT, 2013b), pode-se dizer que o motivo do dormitório não atender a norma deve-se ao fato da janela do ambiente estar direcionada para o poço de luz que apresenta paredes com quatro metros e noventa centímetros de altura, o que impede a entrada de luz direta no ambiente.

Vale ressaltar que mesmo realizando uma simulação com a modificação da largura da janela já existente no dormitório de um metro e vinte e cinco centímetros para um metro e oitenta centímetros, que é a largura máxima que se pode dispor na parede onde encontra-se a janela, o valor apresentado de iluminância média ainda não atendeu aos requisitos apresentados pela NBR 15575-1 (ABNT, 2013b).

Outra tentativa de solução para o dormitório foi realizar uma simulação com a substituição da janela por uma porta, sendo esta uma porta de correr de duas folhas, vidro transparente e com dimensões de um metro e oitenta centímetros de largura e dois metros e dez centímetros de altura. No entanto, mesmo com essa alteração o nível de iluminância média apresentado também não atendeu aos requisitos estabelecidos pela NBR 15575-1 (ABNT, 2013b).

Por fim, se ocorresse uma mudança de disposição de ambientes no projeto o problema com a iluminação natural no dormitório poderia ser resolvido, de forma que no local do dormitório ficaria o banheiro social, local no qual não é exigido iluminância natural no nível de desempenho mínimo, e no local do banheiro social ficaria o dormitório com a janela voltada para a orientação leste, recebendo assim a quantidade

de iluminância natural necessária para atender aos requisitos da norma 15575-1 (ABNT, 2013b) e o sol da manhã, que é o mais indicado para ambientes como o quarto.

7 CONCLUSÃO

Considerando as análises realizadas, as pesquisas pautadas em bibliografias e normas técnicas aplicáveis a essa pesquisa, algumas conclusões podem ser apresentadas como objeto final desse trabalho.

Com relação a iluminação artificial, foi possível concluir que a maioria dos ambientes não estavam em conformidade com os requisitos estabelecidos na NBR 8995-1 (ABNT, 2013a), o que prejudica a segurança e o conforto do usuário para circular na edificação e para realizar suas atividades.

A partir dessa conclusão, fica evidente a relevância de se adquirir maior conhecimento sobre a distribuição de luminárias, principalmente se o objetivo é considerar a iluminação necessária para a realização de atividades naquele ambiente.

Em relação a iluminação natural observou-se que apesar da maioria dos ambientes terem atendido aos parâmetros da NBR 15575-1 (ABNT, 2013b), a luz natural poderia ter sido melhor aproveitada no projeto, pois mesmo não sendo exigido iluminação natural no nível de desempenho mínimo para os banheiros e corredores os mesmos poderiam ter recebido uma maior quantidade de luz natural se houvesse uma troca de posição de janela no banheiro social e a instalação de uma janela no final do corredor, o que provocaria uma economia de consumo de energia durante o dia.

Ainda levando em consideração o que foi dito anteriormente, se houvesse ocorrido um estudo mais detalhado sobre a orientação solar no projeto arquitetônico teria sido visto que uma mudança na disposição dos ambientes da residência poderia resolver o problema de iluminação natural, de modo que no lugar do dormitório ficaria o banheiro social, local esse que não é exigido iluminação natural no nível de desempenho mínimo, e no lugar do banheiro social ficaria o dormitório com a janela voltada para a orientação leste recebendo a quantidade de luz necessária e recebendo o sol da manhã.

Por fim, observando o programa de habitação de interesse social, Minha Casa Minha Vida, fica visível a necessidade de estudos mais detalhados acerca dos projetos arquitetônicos habitacionais entregues, objetivando o atendimento a NBR 15575/2013 e principalmente a qualidade de vida dos usuários.

Destaca-se ainda que devido a imensidão do país e a diversidade climática do mesmo, a padronização de projetos sem considerar as necessidades de cada usuário,

a qualidade do projeto e o desempenho das edificações contraria o objetivo principal do programa Minha Casa Minha Vida, que além de solucionar o déficit habitacional do país, deve promover condições dignas de moradia para a população.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5413 – Iluminância de interiores**. Rio de Janeiro: ABNT, 1992. 13 p.

_____. **NBR ISO/CIE 8995-1 – Iluminação de ambientes de trabalho**. Parte 1: interior. Rio de Janeiro: ABNT, 2013a. 46 p.

_____. **NBR 15215-3 – Iluminação natural**. Parte 3: Procedimento de cálculo para a determinação da iluminação natural em ambientes internos. Rio de Janeiro: ABNT, 2007. 36 p.

_____. **NBR 15575-1 - Edificações habitacionais – Desempenho**. Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2013b. 71 p.

ABREU, R. L. **Umuarama**. Image: Parana MesoMicroMunicip.svg, 2006. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Umuarama#/media/Ficheiro:Parana_Municip_Umuarama.svg. Acesso em: 01 de abr. 2021

ALUCCI, M. P.; CARNEIRO, C. M.; BARING, J. G. A. **Implantação de conjuntos habitacionais: recomendações para adequação climática e acústica**. São Paulo: IPT, 1986.

ANDER-EGG, E. **Introducción a las técnicas de investigación social: para trabajadores sociales**. 6. ed. Buenos Aires: Humanitas, 1972. Parte I, Capítulo 2.

BERGAN, K. **Casa saudável: um estudo sobre os sentidos da moradia**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2005.

BERTONCELLO, T. C. S. **Fotos da residência**. Umuarama, 2021.

BORGES, C. A. M. **O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Construção Civil e Urbana). Universidade de São Paulo, São Paulo.

BRASIL. **Projeto de Lei Complementar nº447**, de 29 de outubro de 2003. Dispõe sobre o sistema de aquisição da habitação social – SAHS – e dá outras providências. Diário do Senado Federal, Brasília, DF, n. 177, 30 out. Seção I, p. 34157-24166.

BUENO, C. **Avaliação de desempenho ambiental de edificações habitacionais: Análise comparativa dos sistemas de certificação no contexto brasileiro**. 2010. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos.

CAU-PE - Conselho de Arquitetura e Urbanismo de Pernambuco. **Norma de Desempenho da ABNT traz grandes mudanças para construção de residências**.

2013. Disponível em: <https://www.caupe.gov.br/norma-de-desempenho-da-abnt-traz-grandes-mudancas-para-construcao-de-residencias/>. Acesso em: 9 nov. 2020.

CBIC, Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Desempenho em Edificações Habitacionais**: Guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575//2013. Brasília, DF: CBIC, 2013.

CIDADE BRASIL. **Município de Umuarama**. 2021. Disponível em: <https://www.cidade-brasil.com.br/municipio-umuarama.html>. Acesso em: 01 abr. 2021.

CORDOVIL, L. A. B. L. **Estudo da ABNT NBR 15575 – “Edificações Habitacionais – Desempenho” e possíveis impactos no setor da construção civil na cidade de Rio de Janeiro**. 2013. Projeto (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

DIALUX: **Desing lighting**. Versão 4.3. Alemanha: German Institute for Applied Lighting Technology, 1994. Disponível em: <https://www.dialux.com/en-GB/download> . Acesso em: 15 de nov. 2020.

FERREIRA, J. S. W. **Produzir casas ou construir cidades? Desafios para um novo Brasil urbano**. 1 ed. São Paulo: Fupam, 2012. 200 p.

FORAGI, R. **Uma análise do programa minha casa minha vida**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Economia). Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila. 127 p.

GEALH, J. K. V. **Análise crítica da implantação da NBR 15575 em construtoras e incorporadoras**. 2018. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

GIBSON, E. J. (Coord). **Working with the performance approach in building Rotterdam**. CIB W060, 1982. (CIB State of the Art Report n. 64)

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 200 p.

_____. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 175 p.

ISO – International Organization for Standardization. **ISO 6241: Performance Standards in buildings** – principles for their preparation and factors to be considered. London, 1984.

KRUGER, E. L. Tecnologias apropriadas e habitação social no Brasil. In: KRUGER, E. L. (Org). **Tecnologias Apropriadas**. Publicação do Programa de Pós-Graduação

em Tecnologia – PPGTE/CEFET-PR/ Curitiba: CEFET-PR, 2000. Coletânea “Educação e Tecnologia” CEFET-PR. 2000.

LABAKI, L. C.; BUENO-BARTHOLOMEI, C. L. Avaliação do conforto térmico e luminoso de prédios escolares da rede pública. In: ENCAC, 6º, 2001, São Pedro, SP. Conforto no Ambiente Construído. **Anais...**São Pedro, SP: ANTAC, 2001. p. 1-8.

LAMBERTS, R.; DUTA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. 2 ed. São Paulo: Prolivros, 2004.

LORENZI, L. S. **Análise crítica e proposições de avanço nas metodologias de ensaios experimentais de desempenho à luz da ABN NBR 15575 (2013) para edificações habitacionais de interesse social térreas**. 2013. 222 f. Tese (Pós graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARTINS, J. C. et al. Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC. **Dúvidas sobre a Norma de Desempenho: Especialistas respondem**. Brasília, 2015. 158 p.

MENEZES, A. H. N. et al. **Metodologia científica: teoria e aplicação na educação a distância**. Petrolina: UNIVASF, 2019.

MENEGAZZO, A. P. (Coord.). **Manual Setorial de Desempenho: Manual setorial orientativo para atendimento à Norma de Desempenho ABNT 15575:2013**. 1 ed. São Paulo, 2016. 80 p.

MESAVILLA, D. T.; DALBOSCO, F. V.; LANTELME, E. M. V. **Avaliação do atendimento aos requisitos da Norma de Desempenho 15575:2013 por meio de uma lista de verificação**. 2018. Projeto (Pós-Graduação em Engenharia Civil). Faculdade IMED, Passo Fundo.

MINAYO, M. C. S. (Org.). **Pesquisa social: Teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes, 2002. 80 p.

OLIVEIRA, Y. P. L. Parâmetros de iluminação artificial: análise comparativa entre o Selo PROCEL e as normas técnicas BR. **Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Piauí**, 2020. Disponível em: <https://www.caupi.gov.br/wp-content/uploads/2020/01/Parametros-artigo.pdf>. Acesso em: 17 de março de 2021.

PALERMO, C. et al. Habitação social: uma visão projetual. In: COLÓQUIO DE PESQUISAS EM HABITAÇÃO, 4., 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: EAUFMG, 2007.

PARIS, F. **Projeto Arquitetônico**. Umuarama, 2018.

POLI, C. M. B.; ZORZI, L. M. **Desempenho lumínico segundo NBR 15575-1:2008, NBR 15575-1:2012, danish building regulations 2010 e european standard pren 15251**. Diálogos & Saberes, Mandaguari, v.10, n. 1, p. 95-113, 2014.

POSSANI, E.; DEMOLINER, C. A. **Desempenho, durabilidade e vida útil das edificações**: abordagem geral. Revista Técnico – Científica do CREA-PR – ISSN 2358-5420. 1 ed., p. 1-14, out. 2013.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2 ed. Novo Hamburgo: Universidade FEEVALE, 2013.

SPANNENBERG, M. G. **Análise de desempenho térmico, acústico e lumínico em habitação de interesse social: Estudos de Caso em Manaus-RS**. 2006. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

SILVA, L. C. F.; BRANDÃO, L. A.; FONSECA, D. B. C. O “habitar” na produção habitacional em massa: o direito à moradia adequada e o programa minha casa minha vida – entidades. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS GRADUAÇÃO E PESQUISA EM PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL, 18., 2019, Natal. **Anais...** Natal: ENANPUR, 2015.

SOUSA, J. A. B. **Iluminação natural em edificações residenciais**: dimensionamento de aberturas laterais (janelas) no contexto do distrito federal. 2014. 123 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

TAMAKI, L. **Vale o desempenho**. Técnica. São Paulo. 158 ed., p. 1-11., maio 2010.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.