

TATIANE SALSA

**Análise dos requisitos de conforto lumínico segundo a NBR 15.575 para
empreendimentos de HIS**

São Paulo
2021

TATIANE SALSA

**Análise dos requisitos de conforto lumínico segundo a NBR 15.575 para
empreendimentos de HIS**

Versão Original

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo,
para obtenção do título de Especialista em
Gestão de Projetos na Construção

Área de Concentração: Gestão de Projetos
na Construção

Orientador:

Prof^a. Dr^a. Ana Lúcia Rocha de Souza
Melhado

São Paulo

2021

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo-na-publicação

Salsa, Tatiane

Análise dos requisitos de conforto lumínico segundo a NBR 15.575 para empreendimentos de HIS / T. Salsa – São Paulo, 2021.
100 p.

Monografia (Especialização em Gestão de Projetos na Construção) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Poli-Integra.

1.Gestão de Projetos 2.Habitação de interesse social 3.ABNT NBR 15.575:2013 4.AQUA - Habitação Social 5.Construção Sustentável I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Poli-Integra II.t.

Dedico esta monografia aos meus pais e ao meu noivo Bruno,
que sempre me incentivaram e me apoiaram em todas as etapas.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus e à minha família por todas as oportunidades que tive ao longo da minha vida.

Ao meu noivo Bruno, por todo seu amor e apoio em todas as dificuldades e conquistas no decorrer desses últimos 14 anos. Obrigada por sempre incentivar os meus sonhos, por ser meu melhor amigo e por compartilhar sua vida comigo.

À minha orientadora, Prof^a. Dr^a Ana Lúcia Rocha de Souza Melhado, por toda sua dedicação e carinho na minha orientação. Muito obrigada por me encorajar a não desistir em meio a um ano tão difícil.

Aos amigos que fiz durante o curso, em especial, à Thaís, Natasha e Fernanda. Sua amizade foi fundamental para tornar meus dias mais alegres.

RESUMO

SALSA, Tatiane. **Análise dos requisitos de conforto lumínico segundo a NBR 15.575 para empreendimentos de HIS**. 2021. 100 p. Monografia (Especialização em Gestão de Projetos na Construção) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.

Com o intuito de normatizar critérios e parâmetros que garantam benefícios aos usuários, em 2013, entrou em vigor a Norma de Desempenho NBR 15.575, que passou a exigir uma qualidade mínima que resultasse na melhoria dos indicadores de desempenho de uma edificação, tendo como base o conforto do consumidor. Diante disso, além da exigência da norma, foram criadas certificações ambientais, como a Certificação GBC Brasil Casa e Condomínio e a AQUA Social, que visam garantir a qualidade ambiental de um empreendimento novo ou sua reabilitação, utilizando-se de auditorias independentes. A importância de seguir os parâmetros dos conceitos de sustentabilidade para o setor residencial remete à melhoria da habitação e à possibilidade de redução de custos em todo o ciclo de vida do empreendimento, promovendo a saúde e o bem-estar do ocupante. Ademais, vislumbra-se o objetivo de colaborar com o desenvolvimento das construções de HIS, a fim de garantir qualidade, conforto e segurança para todos os envolvidos, com base nos critérios mínimos exigidos. Dentro desse contexto, apresentam-se os critérios exigidos pela Norma de Desempenho, pela Certificação AQUA Social e pela Certificação GBC Brasil Casa e Condomínio, para atendimento ao conforto lumínico. Este trabalho objetiva realizar uma análise crítica entre os critérios e requisitos exigidos através do desenvolvimento de dois estudos de caso. A partir desse levantamento, foram descritas as medidas e soluções adotadas por ambos os empreendimentos e as suas diferenças em termos de gestão e critérios estabelecidos.

Palavras-chave: Habitação de Interesse Social. ABNT NBR 15.575:2013. AQUA Social. GBC Brasil Condomínio. Construção Sustentável. Gestão de Projetos.

ABSTRACT

SALSA, Tatiane. **Analysis of lighting comfort requirements according to NBR 15.575 for HIS projects.** 2021.100 p. Monografia (Especialização em Gestão de Projetos na Construção) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.

In order to normatize criteria and parameters that guarantee benefits to users, in 2013, the Performance Standard NBR 15.575 with the intention of requiring a minimum quality that results in the improvement of the performance indicators of a building, based on the consumer comfort. Therefore, in addition to the requirement of the Performance Standard, appropriate Certifications were created for this type of construction, such as GBC Brasil Casa e Condomínio Certification and AQUA Social Certification, which aim to ensure the environmental quality of a new construction project or its rehabilitation, using independent audits. The importance of following parameters of sustainability concepts to the residential department refers to the improvement of residence and the possibility of cost reduction throughout the entire life cycle of the development promoting the health and well-being of the occupant. Furthermore, the objective of collaborating with the development of social housing constructions is foreseen, in order to guarantee quality, comfort and safety for everyone involved, based on the minimum criteria required. In this context, the criteria required by the Performance Standard, AQUA Social Certification and GBC Brasil Casa e Condomínio Certification will be presented to provide light comfort. The purpose of this study is to perform a critical analysis between the criteria and requirements demand in the Performance Standard and the AQUA Social Certification, developed in two case studies. This study shows the data based on the measures and solutions for these two projects and what is the difference from each other in terms of management and criteria.

Keywords: Housing of Social Interest. ABNT NBR 15.575:2013. AQUA Social. GBC Brasil Condomínio Certification. Sustainable Construction. Project Management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Categorias GBC Brasil Casa e Condomínio.....	34
Figura 2 – Sugestão de altura das janelas	44
Figura 3 – Definição do fator de luz do dia	52
Figura 4 – Empreendimento 1: implantação.....	57
Figura 5 – Planta do pavimento-tipo (1º ao 22º).....	57
Figura 6 – Distribuição de iluminâncias da iluminação natural: pavimento-tipo do 1º pavimento – Período: 23 de abril, às 09h30 e às 15h30	64
Figura 7 – Distribuição de iluminâncias da iluminação natural: pavimento-tipo do 1º pavimento – Período: 23 de outubro, às 09h30 e às 15h30.....	64
Figura 8 – Implantação Empreendimento 2	70
Figura 9 – Planta do pavimento-tipo.....	72
Figura 10 – Simulação em LUX no 1º Pavimento	78
Figura 11 – Circulação e escadas sem abertura	80
Figura 12 – Estudo da insolação do Empreendimento 2, no solstício de verão, às 9h30 e às 15h30.....	80
Figura 13 – Estudo da insolação do Empreendimento 2, no solstício de inverno, às 9h30 e às 15h30.....	81
Figura 14 – Planta simulação de iluminâncias na garagem	83
Figura 15 – Luminária de referência: luminância média aferida (LUX):111, em consonância com a NBR 8995:75	83
Figura 16 – Planta simulação de iluminâncias nas escadas	84
Figura 17 – Luminária de referência.....	84
Figura 18 – Fator de Luz do Dia.....	88

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Diferenças entre as modalidades de atendimento do Programa Minha Casa Minha Vida e o Programa Casa Verde e Amarela	28
Tabela 2 – Diferenças das faixas de renda do Programa Minha Casa Minha Vida e o Programa Casa Verde e Amarela	28
Tabela 3 – Categorias do processo AQUA	36
Tabela 4 – Cálculo do nível alcançado por tema.....	37
Tabela 5 – Classificações AQUA	37
Tabela 6 – Níveis de Iluminância para iluminação natural – LUX	41
Tabela 7 – Níveis de Iluminância para iluminação natural – FDL (%).....	43
Tabela 8 – Níveis de Iluminância geral para Iluminação artificial.....	45
Tabela 9 – Critérios da Qualidade Ambiental interna	47
Tabela 10 – Desempenho mínimo de cada ambiente	48
Tabela 11 – Desempenho intermediário de cada ambiente	48
Tabela 12 – Desempenho superior de cada ambiente.....	49
Tabela 13 – Avaliação da Categoria 10 – Conforto Visual	50
Tabela 14 – Requisito 10.1 – Contexto visual externo	50
Tabela 15 – Requisito 10.2 Iluminação Natural.....	51
Tabela 16 – Requisito 10.3: Iluminação Artificial.....	52
Tabela 17 – Síntese da análise dos requisitos em relação ao Conforto Lumínico Natural.....	53
Tabela 18 – Síntese da análise dos requisitos em relação ao Conforto Lumínico Artificial.....	54
Tabela 19 – Níveis de Iluminância para iluminação natural – LUX	58
Tabela 20 – Parâmetros e condicionantes de projetos para Iluminação Natural.....	59
Tabela 21 – Níveis de Desempenho para iluminação natural – LUX	60
Tabela 22 – Compilação dos resultados de iluminância dos ambientes nas torres A, B, C, D e E	61
Tabela 23 – Parâmetros e condicionantes de projetos para Iluminação Artificial.....	66
Tabela 24 – Níveis de iluminância geral para iluminação artificial	67
Tabela 25 – Compilação dos resultados	68
Tabela 26 – Iluminação Natural: nível mínimo requerido pela Certificação AQUA Social	75

Tabela 27 – Índices de Abertura (Io) %.....	76
Tabela 28 – Índices percentuais de Iluminação e Ventilação dos ambientes	77
Tabela 29 – Requisitos exigidos pela Certificação AQUA Social: quesito Fator de Luz do Dia.....	78
Tabela 30 – Resultados da simulação em FDL %.....	79
Tabela 31 – Resultados da Iluminância para a Iluminação Artificial.....	89

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABAINC	Associação Brasileira de Incorporadoras Imobiliárias
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AQUA-HQE™	Alta Qualidade Ambiental-Haute Qualité Environmentale
B	Base
BNH	Banco Nacional de Habitação
BP	Boas Práticas
CAU	Conselho de Arquitetura e Urbanismo
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CBSC	Conselho Brasileiro de Construção Sustentável
CEI/FUP	Centro de Estatística e Informações/Fundação João Pinheiro
CNM	Confederação Nacional dos Municípios
FLD	Fator de Luz do Dia
FGV	Fundação Getúlio Vargas
GBC	Green Building Concil
HIS	Habitação de Interesse Social
IAP	Instituto de Aposentadoria e Previdência
LEED	Leadership in Energy & Environmental Design
MDR	Ministério do Desenvolvimento Regional
MP	Melhores Práticas
ONG	Organização Não Governamental
PBQP-H	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat
PlanHab	Plano Nacional de Habitação
PMCMV	Programa Minha Casa Minha Vida
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
QAE	Qualidade Ambiental do Edifício
RMSP	Região Metropolitana de São Paulo
SAD	Seasonal Affective Disorder
SC	Sistema de Coberturas
SGE	Sistema de Gestão do Empreendimento
SNH	Secretaria Nacional de Habitação
SWOT	Strengths, Weakness, Opportunities, Threats
UH	Unidade Habitacional

USGBC

U.S. Green Building Council

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 Justificativa	14
1.2 Objetivos.....	18
1.3 Metodologia de Pesquisa	19
1.4 Estruturação do Trabalho.....	20
2. APRESENTAÇÃO DO TEMA / CONTEXTUALIZAÇÃO	21
2.1 Habitação de Interesse Social no Cenário Brasileiro.....	21
2.2 Norma de Desempenho NBR 15.575.....	29
2.3 Certificação GBC Brasil Condomínio	32
2.4 Certificação AQUA Social.....	34
3. REQUISITOS TÉCNICOS DAS CERTIFICAÇÕES	39
3.1 Critérios do Conforto Lumínico	39
3.1.1 Conforto Lumínico Natural – Norma de Desempenho	39
3.1.2 Conforto Lumínico Artificial – Norma de Desempenho	44
3.1.3 Conforto Lumínico na GBC Brasil Condomínio.....	46
3.1.4 Conforto Lumínico na AQUA Social.....	49
3.2 Síntese da Análise dos Critérios	53
3.2.1 Conforto Lumínico Natural	53
3.2.2 Conforto Lumínico Artificial	54
4. ESTUDOS DE CASO	55
4.1 Análise do Empreendimento 1	55
4.1.1 Caracterização do Empreendimento 1	55
4.1.2 Parâmetros Iniciais e Método de Avaliação para a Iluminação Natural – Empreendimento 1.....	58
4.1.3 Atendimento aos Requisitos de Iluminação Artificial – Empreendimento 1.....	65
4.2 Análise do Empreendimento 2	69
4.2.1 Caracterização do Empreendimento 2.....	69
4.2.2 Parâmetros Iniciais e Método de Avaliação da Iluminação Natural – Empreendimento 2.....	73
4.2.3 Atendimento aos Requisitos de Iluminação Artificial – Empreendimento 2.....	82

4.3	Análise dos Impactos e Benefícios das Soluções Adotadas	84
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	92
	REFERÊNCIAS.....	98

1. INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa

No atual contexto brasileiro, percebe-se claramente o grande problema da desigualdade social. Para tentar garantir o direito à moradia àqueles que mais precisam, há 20 anos, foi lançado o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), que, no entanto, está sendo substituído pelo Programa Casa Verde e Amarela, da gestão presidencial em curso.

Mesmo com programas que objetivam oferecer ajuda à população com menor renda *per capita* no que se refere a esse aspecto do desenvolvimento, há ainda um déficit habitacional no país, incrementado pelo enfraquecimento do mercado de trabalho nos últimos anos. A necessidade de gerar habitações de interesse social ainda é significativa e o aumento dos lançamentos desse tipo de empreendimento gera benefícios, mas do ponto de vista técnico, ainda existem algumas falhas que precisam ser detectadas e solucionadas.

De acordo com o Governo Federal, o anúncio da mudança do PMCMV para o Programa Casa Verde e Amarela tem como objetivo principal facilitar o acesso da população à moradia digna. Com isso, a intenção é permitir que as pessoas que estavam fora do sistema de financiamento habitacional possam ter acesso ao crédito público. Para que isso ocorra, os juros do financiamento das habitações do programa serão menores nas regiões Norte e Nordeste do país, podendo chegar a até 4,25% a.a.; nas demais regiões, o piso é de 4,5%.

A partir de medidas que darão mais eficiência à aplicação dos recursos, a meta é atender 1,6 milhão de famílias de baixa renda com o financiamento habitacional até 2024, um incremento de 350 mil. Isso será possível com a redução na taxa de juros para a menor da história do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS) e mudanças na remuneração do agente financeiro. [...] Além do financiamento habitacional, o programa atuará com regularização fundiária e melhoria de residências, enfrentando problemas de inadequações, como falta de banheiro, por exemplo. A meta é regularizar 2 milhões de moradias e promover melhorias em 400 mil até 2024. (GOVERNO FEDERAL, 2020)

Segundo a Fundação João Pinheiro (2008), o estoque habitacional brasileiro, muitas vezes, é inadequado do ponto de vista da qualidade. Logo, é fundamental que sejam realizados estudos na área da qualidade da habitação no Brasil, com foco em programas habitacionais para média e baixa renda, cuja população é a mais

afetada com empreendimentos que, por vezes, não cumprem suas funções mais essenciais, dentre elas, a durabilidade.

A Fundação João Pinheiro (2015) também divulgou que os valores absolutos do déficit habitacional continuam expressivos no Estado de São Paulo, único cuja necessidade de novas unidades habitacionais ultrapassa um milhão de moradias, totalizando 1,337 milhões de unidades em 2015. Desse total, quase metade do déficit está localizado na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), ou seja, 639 mil domicílios (48%). Considerando o total de domicílios particulares permanentes e improvisados, o déficit habitacional paulista representa 8,8%.

Com o intuito de normatizar critérios e parâmetros que garantam benefícios aos usuários, em 2013, entrou em vigor a Norma de Desempenho NBR 15.575. Trata-se de um documento que estabelece regras para um nível mínimo de desempenho de uma edificação, a fim de garantir a qualidade dos sistemas construtivos, conforto e a segurança de um imóvel residencial.

Mencionada norma foi desenvolvida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e por especialistas da indústria da construção, com ampla participação de profissionais e entidades do segmento. Seus principais capítulos, além dos Requisitos Gerais (1), são: Sistemas Estruturais (2), Sistemas de Pisos (3), Sistemas de vedações (4), Sistemas Coberturas (5) e Instalações Hidrossanitárias (6).

Dessa forma, considerando a necessidade de estabelecer diretrizes e especificações mínimas para a elaboração de projetos e execução de obras voltados às unidades habitacionais financiadas pelo governo brasileiro e de controlar a carência de sua qualidade técnica, o Ministério das Cidades publicou a Portaria nº 660, de 14 de novembro de 2018 (BRASIL, 2018), que dispõe sobre a obrigatoriedade do cumprimento dos requisitos da Norma de Desempenho ABNT 15.575 para Habitação de Interesse Social (HIS). A partir dessa publicação, todas as HIS precisam atender aos requisitos mínimos exigidos na norma, com o intuito de garantir o desempenho projetado e definir novos procedimentos para todo o ciclo de vida do empreendimento.

A Norma de Desempenho conceitua o termo desempenho como sendo o “Comportamento em uso de uma edificação e de seus sistemas”. Partindo dessa

premissa, a intenção da NBR 15.575 é estabelecer indicadores que garantam um nível mínimo de qualidade de uma edificação, tendo como base não apenas o conforto do consumidor, mas a melhoria de toda a gestão de projetos e obras. Assim, em um processo gradativo, os empreendimentos vão adquirindo um padrão de excelência.

Um passo importante aconteceu quando houve consenso no que concerne à classificação de desempenho; esta, quando associada a sistemas de certificação, cria mecanismos eficientes de demonstração de melhoria continuada. Destaca-se, então, a importância da adoção voluntária de sistemas de avaliação de desempenho e da possibilidade de o mercado impulsionar o aumento do padrão ambiental existente (PINHEIRO, 2006).

Outro aspecto relevante volta-se às boas práticas de sustentabilidade no âmbito da construção civil. O Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS), criado em 2007 com o objetivo de difundir a utilização de práticas sustentáveis no setor da construção civil, trazendo qualidade de vida aos usuários, aos trabalhadores e ao ambiente em torno da edificação, reconhece as certificações ambientais como meio de contribuição para o desenvolvimento sustentável no setor da construção civil. Pode-se dizer que o objetivo maior de uma certificação é a conscientização de todos os envolvidos no processo construtivo da importância de reduzir o impacto ambiental gerado pelo empreendimento.

Com o amadurecimento do mercado, as construções sustentáveis se desenvolvem com a finalidade de garantir o crescimento com o menor impacto ambiental, proporcionando aos usuários conforto, saúde e bem-estar. Para tanto, surgem certificações que dispõem de diretrizes para auxiliar no processo de incremento e garantia do desempenho ambiental.

Considerado uma das principais certificações adotadas nos cinco continentes, o sistema *Leadership in Energy & Environmental Design* (LEED), desenvolvido pelo *U.S. Green Building Council* (USGBC), instituição que busca promover edifícios sustentáveis e lucrativos, além de lugares saudáveis para se viver e trabalhar, é baseado em um programa de adesão voluntária e visa avaliar o desempenho ambiental de um empreendimento, pois leva em conta seu ciclo de vida e pode ser aplicado em qualquer tipo de edifício.

De acordo com o Guia GBC Brasil (2017), a Certificação GBC Brasil Condomínio® foi desenvolvida pelo *Green Building Council Brasil* com a intenção de fornecer ferramentas necessárias para projetar, construir e operar condomínios residenciais que possuam alto desempenho e práticas sustentáveis. Busca-se, portanto, fomentar o setor industrial em prol da sustentabilidade e da transformação do ambiente construído, através da educação e da disseminação das práticas necessárias à construção sustentável, além de proporcionar um parâmetro para quantificar os benefícios e estratégias adotados por residências sustentáveis, facilitando a disseminação desses conceitos para um número cada vez maior de residências brasileiras.

Ainda abordando o contexto das certificações, destaca-se o processo Alta Qualidade Ambiental (AQUA), versão brasileira adaptada da certificação francesa *Haute Qualité Environnementale* (HQE). Coordenado pela Fundação Vanzolini, foi lançado em 2008 e visa garantir a qualidade ambiental de um empreendimento novo de construção ou sua reabilitação, utilizando-se de auditorias independentes. Segundo a Fundação Vanzolini (2015), o AQUA-HQE™ pode ser definido “[...] como sendo um processo de gestão de projeto visando obter a qualidade ambiental de um empreendimento novo ou envolvendo uma reabilitação”.

Concebido inicialmente para fomentar e premiar as boas práticas sustentáveis em empreendimentos residenciais, observou-se, com o decorrer os anos, a necessidade de adaptar tais conceitos para chancelar habitações e empreendimentos econômicos de interesse social elegíveis aos programas governamentais de acesso da população a uma moradia digna e de qualidade.

A Fundação Vanzolini, responsável pela Certificação Alta Qualidade Ambiental (AQUA), lançou, em 2018, a Certificação AQUA-HQE Habitação-Social Sustentável, que tem como objetivo avaliar e imprimir uma chancela exclusiva às habitações de interesse social elegíveis às linhas de crédito das faixas 1 a 3 do Programa de Financiamento do Governo Federal. Atendendo aos requisitos do nível Base do Referencial de Certificação AQUA-HQE Edifícios Residenciais, agrupados em 14 objetivos de desempenho que contemplam as premissas de conforto, saúde e baixo impacto ambiental, o empreendimento pode conquistar este selo.

A Fundação Vanzolini desenvolveu o AQUA Social, primeira certificação de sustentabilidade para Habitações de Interesse Social do Brasil. Suas diretrizes

contam com referências da NBR 9050 – Norma de Acessibilidade a Edificações, Mobiliário, Espaços e Equipamentos Urbanos; NBR 15.575 – Norma de Desempenho para Edificações, entre outras, além de abranger aspectos relativos à saúde, ao conforto e ao impacto ambiental (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2018).

As certificações mencionadas tendem a fomentar o setor da construção civil por meio de um desenvolvimento sustentável e transformação do ambiente construído, através da educação e disseminação das práticas necessárias ao incremento do desempenho das edificações.

Reconhecer as certificações que se enquadram nesse tipo de construção e verificar o que tem sido aplicado no mercado brasileiro permite a identificação e a elaboração de boas práticas para um novo futuro das HIS, elevando a qualidade das edificações.

A importância de seguir os parâmetros dos conceitos de sustentabilidade para o setor residencial remete à melhoria da habitação e à possibilidade de redução de custos em todo o ciclo de vida do empreendimento, estimulando a saúde e o bem-estar do ocupante. Ademais, vislumbra-se o objetivo de colaborar com o desenvolvimento das construções de HIS, a fim de garantir qualidade, conforto e segurança para todos os envolvidos, com base nos critérios mínimos necessários.

Os requisitos exigidos tanto na Certificação GBC Brasil Condomínio quanto na AQUA-HQE™, aliados à Norma de Desempenho NBR 15.535, são fundamentais para garantir a qualidade de vida e a saúde das pessoas neste momento de pandemia, vivenciado no Brasil desde meados de 2020.

1.2 Objetivos

O **objetivo principal** deste trabalho é realizar uma análise crítica entre os critérios e requisitos exigidos na Norma de Desempenho e de duas certificações – GBC Brasil Condomínio e AQUA Social, ambas voltadas para habitações multifamiliares, tendo em vista a criação de parâmetros de sustentabilidade para a demanda residencial, buscando a viabilidade econômica, a criação de ambientes mais saudáveis, a eficiência no uso de recursos e a redução da extração de recursos naturais do ambiente.

Para tanto, esta pesquisa apresenta como **objetivos específicos**:

- Avaliar se os requisitos exigidos pela Norma de Desempenho (NBR 15.575), no que se refere ao conforto lumínico, estão distantes das expectativas sugeridas nas certificações ambientais em estudo.
- Analisar o projeto e a execução dos empreendimentos que são objeto deste estudo, e identificar quais as diferenças entre um empreendimento certificado e uma construção que atenda apenas à NBR 15.575, sem preocupação com a certificação.
- Descrever os processos e comparar as soluções encontradas nos empreendimentos selecionados como estudos de caso.
- Agregar conhecimento, de forma a garantir uma análise da aplicabilidade dos requisitos das certificações ambientais para contribuir com o setor da construção de Habitações de Interesse Social (HIS).
- Comparar os sistemas de certificação e de desempenho no que diz respeito ao conforto luminoso e às características dos seus critérios de avaliação.

1.3 Metodologia de Pesquisa

Para o desenvolvimento deste trabalho, adotou-se como metodologia o estudo de caso envolvendo empreendimentos de habitação de interesse social, com foco no conforto lumínico: uma construção e projeto fundamentados na Norma de Desempenho, sem nenhuma certificação ambiental, e um empreendimento ganhador do Prêmio Master Imobiliário na categoria sustentabilidade, certificado pelo AQUA Social. O intuito é ampliar o conhecimento relativo aos requisitos de conforto lumínico no setor da construção e seus impactos, quando exigidos pelas certificações.

A fundamentação teórica baseia-se no estudo de normas, guias das certificações, artigos e referenciais técnicos das certificações voltadas às habitações residenciais. A avaliação dos estudos de caso utiliza materiais desenvolvidos pelas empresas responsáveis, nos quais estão descritos os métodos e soluções adotados para garantir o bem-estar e a qualidade de vida dos usuários do empreendimento.

1.4 Estruturação do Trabalho

Esta monografia está estruturada por **cinco capítulos**, sendo o primeiro dedicado à introdução, objetivos e metodologia de pesquisa.

O Capítulo 2 discorre sobre a fundamentação teórica responsável pela apresentação do tema em estudo e a sua contextualização; o Capítulo 3 aborda os requisitos das certificações e da Norma de Desempenho, com foco no conforto lumínico.

A apresentação de cada um dos estudos de caso pesquisados e as soluções adotadas por cada um dos empreendimentos para o conforto lumínico pode ser vista no quarto capítulo, que também relata os conceitos e esforços das empresas para seguir todos os requisitos de melhoria de desempenho e obtenção da certificação.

Finalmente, o Capítulo 5 contempla as considerações finais, explorando todo o referencial teórico, e a conclusão do estudo, com a comparação dos requisitos exigidos pela Norma de Desempenho e pelas certificações no que tange aos impactos da construção nos empreendimentos.

2. APRESENTAÇÃO DO TEMA / CONTEXTUALIZAÇÃO

2.1 Habitação de Interesse Social no Cenário Brasileiro

O déficit habitacional no Brasil é um problema recorrente e que existe desde meados do século XX; na medida em que o país crescia, a desigualdade social também aumentava, agravando os problemas relacionados à moradia.

Siqueira (2014) relata que, após a Segunda Guerra Mundial, foi criada uma separação entre casa e indivíduo, em razão das transformações sociais e econômicas, e do surgimento e desenvolvimento dos países do Terceiro Mundo.

Segundo Bonduki (2008), a história do desenvolvimento das habitações de interesse social no Brasil é marcada por iniciativas precárias, que não se constituíam em uma política habitacional articulada e coerente. Contudo, algumas medidas importantes implementadas pelo governo pontuaram intervenções no que se refere ao déficit habitacional no país, quais sejam:

- a) o Decreto-Lei nº 58 (BRASIL, 1937), que regulamentou a venda de lotes urbanos a prestações. A produção de habitação desenvolvida pelos Institutos de Aposentadoria e Previdência (IAP) definiu uma importante fase de implantação da arquitetura moderna no Brasil, e foi pioneira dentre os empreendimentos promovidos pelo poder público;
- b) o Decreto-Lei do Inquilinato (BRASIL, 1942), cuja proposta previa o congelamento dos aluguéis e a regulamentação das relações entre locadores e inquilinos;
- c) a criação das carteiras prediais dos IAPs e da Fundação da Casa Popular, que deram início à produção estatal de moradias subsidiadas e, em parte, viabilizaram o financiamento da promoção imobiliária.

A produção de HIS desenvolvida pelo Banco Nacional de Habitação (BNH), criado após o golpe em 1964, possuía importância indiscutível na questão habitacional no Brasil, pois, de fato, foi a primeira vez que o país desfrutou de uma Política Nacional de Habitação. Nesse período, o BNH financiou a compra de imóveis, cerca de 25% das novas moradias construídas e, embora esse percentual seja relevante, mostrou-se insuficiente para atender ao déficit habitacional brasileiro.

Dentre os principais problemas da gestão adotada pelo BNH, citam-se a administração autoritária; a ausência de participação no desenvolvimento dos programas e projetos; a falta de estratégias para incorporar processos alternativos de produção da moradia; a criação de grandes conjuntos nas periferias das cidades, originando, dessa forma, os “bairros dormitórios”; e, por fim, o “[...] absoluto desprezo pela qualidade do projeto, gerando soluções uniformizadas, padronizadas e sem nenhuma preocupação com a qualidade da moradia, com a inserção urbana e com o respeito ao meio físico” (BONDUKI, 2008).

Portanto, a definição do conceito de déficit habitacional é essencial enquanto “[...] noção mais imediata e intuitiva de necessidade de construção de novas moradias para a solução de problemas sociais e específicos de habitação detectados em certo momento” (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2011), e seu dimensionamento.

A publicação “Déficit Habitacional no Brasil 2008”, desenvolvida pela Secretaria Nacional de Habitação, estimou o déficit de domicílios do país em 5,546 milhões, dos quais 4,629 milhões, ou 83,5%, estão localizados nas áreas urbanas. A partir da segunda metade do século XX, o problema habitacional brasileiro, intensificado pela explosão territorial das cidades e pelo agravamento das condições urbanas, tornou urgente a discussão sobre o tema e a definição de novas estruturas para o desenvolvimento de habitação de interesse social de qualidade, a custos acessíveis.

O desenvolvimento de estudos relativos ao déficit habitacional no país tem sido amplamente difundido por órgãos como a Secretaria Nacional de Habitação (SNH), do Ministério das Cidades, o Centro de Estatística e Informações da Fundação João Pinheiro (CEI/FJP) e o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD).

Dessa forma, de acordo com estimativa do Ministério das Cidades (BRASIL, 2011), no ano de 2008, o déficit habitacional brasileiro alcançava 5,546 milhões de domicílios. Dentre as iniciativas para atender à demanda de habitações, enfrentar o impacto da crise econômica e dinamizar a indústria da construção civil a partir da geração de empregos, o Governo Federal criou o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV).

Trata-se de um programa habitacional instituído por meio da Medida Provisória (MP) nº 459, de 25 de março de 2009, convertida na Lei nº 11.977, de 7 de julho de 2009 (BRASIL, 2009). Posteriormente, foi modificado pela MP nº 510/2010, e convertido, por sua vez, na Lei nº 12.424, de 16 de junho de 2011 (BRASIL, 2011).

Em parceria com estados, municípios, empresas e entidades sem fins lucrativos, o PMCMV teve como meta a construção de um milhão de moradias divididas em três grupos:

- a) 400 mil unidades habitacionais para famílias de baixa renda (zero a três salários mínimos), cerca de 90% do déficit habitacional;
- b) 400 mil unidades para as famílias com renda mensal entre três a seis salários mínimos;
- c) 200 mil unidades para famílias com renda entre seis e 10 salários mínimos.

Além disso, os financiamentos para os grupos com renda entre três e 10 salários mínimos (valores calculados em março de 2009) passaram a ser garantidos por um fundo garantidor, proposto pelo Plano Nacional de Habitação (PlanHab), com o objetivo de viabilizar a concessão de crédito para famílias de média e baixa renda em programas habitacionais (BONDUKI, 2009; ROLNIK, 2010; NARDELLI, 2010).

Logo, meta inicial do Minha Casa Minha Vida comportou a construção de um milhão de moradias para famílias com renda de, aproximadamente, até 10 salários mínimos, através do investimento de R\$ 34 bilhões. Com a edição da MP nº 510/2010, mais dois milhões de moradias deverão ser produzidas até 2014. Especificamente para a faixa de renda familiar de até R\$ 1.600,00, foram contratadas, na primeira fase do programa (entre 2009 e 2010), cerca de 626 mil unidades habitacionais (UH); para as famílias com renda superior, foram contratadas quase 492 mil UH no mesmo período.

De acordo com Dino (2018), o programa impacta significativamente na economia brasileira, especialmente no mercado imobiliário e no setor da construção civil. O PMCMV pode ser definido como o melhor programa habitacional do Brasil devido à sua grandeza e velocidade, pois seu investimento chegou perto dos 300 bilhões de reais.

Outras razões que o levaram a esse reconhecimento são a redução do déficit habitacional; a suavização da crise de 2009, com a geração de emprego; a criação de subsídios para que as famílias mais pobres conseguissem acesso à casa própria; e as vantagens relacionadas aos descontos nos financiamentos, com taxas de juros menores do que as praticadas no mercado (DINO, 2018).

A Lei nº 11.977 (BRASIL, 2009), responsável pela criação do Programa Minha Casa Minha Vida, prioriza a distribuição dos recursos federais aos municípios que implementarem os instrumentos do Estatuto das Cidades voltados ao controle da retenção das áreas urbanas em ociosidade e disponibilizarem terrenos localizados em área urbana consolidada para a implantação de empreendimentos vinculados ao programa, garantindo, dessa forma, que os empreendimentos de HIS aproveitem e otimizem a infraestrutura existente, estimulando a diversidade de ocupação e a complementaridade de usos e funções (BRASIL, 2010).

O Ministério das Cidades e a Caixa Econômica Federal estabelecem uma série de regras descritas em cartilhas e especificações para o desenvolvimento de empreendimentos dentro do PMCMV. Tais regras especificam o perfil do empreendimento, o porte, o dimensionamento das unidades habitacionais, o tipo de acabamento, as dimensões mínimas, as tecnologias recomendadas e uma série de exigências para a sua execução. Mesmo assim, cada empreendimento tem características particulares em razão de sua localização, das características do terreno, do perfil das construtoras, do projeto arquitetônico, das tecnologias construtivas empregadas, da demanda local, de questões regionais, etc. Quanto às tecnologias construtivas utilizadas, destacam-se os sistemas de paredes de concreto *in loco*, a estrutura de concreto armado com pilar e viga, e a alvenaria de bloco estrutural de concreto.

Schimbo (2010) defende que o Minha Casa Minha Vida corroborou com um processo de constituição da habitação social de mercado, constituído pelo entrelaçamento entre habitação e setor imobiliário, evidenciando a aproximação entre mercado imobiliário e a política habitacional. Assim, discute a utilização intencional do termo “política imobiliária”, em substituição à definição de uma “política habitacional”, bem como à confusão entre financiamento imobiliário e financiamento habitacional.

De acordo com o estudo do diagnóstico do PMCMV realizado pela Confederação Nacional de Municípios (CNM), a partir de 2015, o ritmo do programa começou a declinar, ocasionando uma queda na demanda de contratações.

Constata-se que, nos últimos 10 anos de atuação, ou seja, de 2009 a 2019, o Programa Minha Casa Minha Vida obteve os seguintes resultados:

- a) contrato para construção de 5,7 milhões de unidades;
- b) 3,9 milhões de unidades entregues; as regiões Nordeste e Sudeste foram as que mais tiveram unidades contratadas e entregues, sendo que a região Centro-Oeste foi a que menos contratou;
- c) 222 mil unidades em construção;
- d) no ano de 2018, 272 obras foram paralisadas.

Segundo relatório técnico elaborado pela Fundação Getúlio Vargas (FGV) para a Associação Brasileira de Incorporadoras Imobiliárias (ABRAINC), o Minha Casa Minha Vida ajudou a reduzir o número de famílias residentes em moradias precárias, mas não conteve a alta no número de famílias que gastam demais com aluguel (UOL ECONOMIA, 2019).

As famílias em pior situação são aquelas que ganham menos de um salário mínimo (menos de R\$ 998,00, em 2019) ou entre um e três salários mínimos (entre R\$ 998,00 e R\$ 2.994,00, em 2019). Elas representam 91,7% do déficit total de moradia e 100% entre os que gastam demais com aluguel ou vivem em lugares improvisados.

Ainda de acordo com o relatório da FGV (UOL ECONOMIA, 2019), isso indica que o programa não logrou eficácia no alcance dessas famílias. Em decorrência de tais análises e constatações, em 2020, o atual governo discutiu uma reformulação do PMCMV e algumas mudanças foram divulgadas:

- a) redução do limite de renda das famílias da faixa 1, de R\$ 1.800,00 para R\$ 1.200,00 ou R\$ 1.400,00;
- b) subsídio integral da União e zero custo para as famílias beneficiárias de baixíssima renda, que não teriam a posse do imóvel, somente o direito de uso.

Dessa forma, à época, o Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) informou que seriam dois os públicos-alvo principais do novo programa habitacional que estava sendo desenhado, com previsão de lançamento em dezembro de 2020:

- a) a população que não tem condições de assumir um financiamento e deve ser atendida por meio de *vouchers*;
- b) as famílias que têm condições de acessar um financiamento, mas que precisam de algum apoio do governo.

"Serão prioritárias as cidades com até 50 mil habitantes, com maior índice de domicílios precários na região Nordeste", informou o MDR, em nota.

Com o intuito de melhorar a qualidade das construções do PMCMV, observam-se iniciativas que contribuem para uma produção mais sustentável dos conjuntos habitacionais populares no Brasil.

Uma delas é o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBPQ-H), criado em 1998 como forma de tentar promover a melhoria da qualidade de gestão nos projetos e obras habitacionais. Para Tocha (2014), a modernização dos meios de construção e o aumento da competitividade do setor proporcionados pelo PBPQ-H garantem a melhoria da qualidade das edificações, tornando os preços mais competitivos em decorrência do aumento da produtividade e da redução do desperdício de materiais

Outra iniciativa que merece destaque é a publicação da Norma de Desempenho NBR 15.575, que determina uma série de requisitos a serem atendidos pelo programa. De acordo com Marques (2015), as exigências da norma fazem com que as novas construções sejam executadas com mais qualidade, valorizam a edificação e, apesar de aumentarem o custo da construção, garantem menores gastos com manutenções futuras.

É possível afirmar que as políticas de habitação de interesse social no Brasil, na última década, têm se caracterizado pela tentativa de suprir a demanda habitacional por meio do Minha Casa Minha Vida; contudo, a qualidade dos empreendimentos de HIS ainda está distante de incorporar conceitos como flexibilidade, customização e sustentabilidade.

Verifica-se que, ao longo do tempo, o planejamento da produção social da moradia não deixou marcas expressivas no urbanismo brasileiro, seja pela quase inexistência histórica desses princípios na formulação da política ou pelo volume diminuto de recursos envolvidos em ações que consideravam tais conceitos. O não planejamento de políticas que efetivam o direito à moradia do cidadão, entretanto, caracteriza as cidades brasileiras, em particular suas periferias.

Reforçar a produção social da moradia, capacitando e fomentando essa forma de produção habitacional, significa a valorização da cooperação para o cumprimento dos objetivos traçados para o país. Aliás, o próprio Plano Nacional de Habitação faz diversas recomendações nesse sentido, configurando eixos de atuação que vão muito além da mera produção habitacional. Entende-se, assim, que a mobilização e a participação da sociedade são fundamentais para concretizar um esforço que resultará em cidades para todos.

Conforme previamente anunciado, em 2020, o atual governo brasileiro substituiu o Programa Minha Casa Minha Vida para o programa habitacional Casa Verde e Amarela, aprovado pelo Congresso Nacional em fevereiro de 2021.

O Programa Casa Verde e Amarela foi elaborado pelo Ministério do Desenvolvimento Regional com objetivo de facilitar o acesso da população a uma moradia digna, que garanta mais qualidade de vida à população que precisa do benefício. Além do financiamento habitacional, decorrente do PMCMV, o atual programa conta também com a regularização fundiária e a melhoria de residências, como por exemplo, a falta de banheiro, um dos problemas sanitários recorrentes no Brasil.

Algumas diferenças entre o PMCMV e o Casa Verde e Amarela residem principalmente no atendimento à população segundo sua faixa de renda, conforme pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 – Diferenças entre as modalidades de atendimento do Programa Minha Casa Minha Vida e o Programa Casa Verde e Amarela

PROGRAMA MINHA CASA , MINHA VIDA			 CASA VERDE E AMARELA		
Faixa	Faixa de Renda	Modalidades de Atendimento	Grupo	Faixa de Renda	Modalidades de Atendimento
Faixa 1	Até R\$ 1.800	Produção Subsidiada	Grupo 1	Até R\$ 2.000	✓ Produção Subsidiada; ✓ Regularização Fundiária; ✓ Melhoria Habitacional e Regularização Fundiária; e ✓ Produção Financiada
Faixa 1,5	Até R\$ 2.600	Produção Financiada			
Faixa 2	Até R\$ 4.000		Grupo 2	R\$ 2.000 a R\$ 4.000	✓ Produção Financiada; e ✓ Regularização Fundiária (até R\$ 5.000)
Faixa 3	R\$ 4.000 a R\$ 7.000				

Fonte: Governo Federal (2020)

Segundo a tabela acima, o Programa Casa Verde e Amarela passa a dividir o público-alvo em três grupos e, além do financiamento de imóveis, prevê outras ações, como reforma para melhoria da moradia e regularização fundiária. Houve mudanças também nas taxas de juros determinadas pelas faixas etárias privilegiadas, e as regiões Norte e Nordeste serão contempladas com juros mais baixos.

Antes, no PMCMV, a taxa de juros praticada era única para todo o país, variando de acordo com a renda dos beneficiários; no novo programa, a variação dos juros altera em conformidade com a faixa de renda e a localidade do imóvel, como pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2 – Diferenças das Faixas de Renda do Programa Minha Casa Minha Vida e o Programa Casa Verde e Amarela

PROGRAMA MINHA CASA , MINHA VIDA				 CASA VERDE E AMARELA					
Faixa	Faixa de Renda	BRASIL		Grupo	Faixa de Renda	S - SE - CO		N - NE	
		Não Cotista	Cotista			Não Cotista	Cotista	Não Cotista	Cotista
Faixa 1,5	Até R\$ 2.000	5,00%	4,50%	Grupo 1	Até R\$ 2.000	5,00%	4,50%	4,75%	4,25%
Faixa 2	Até R\$ 2.000	5,50%	5,00%			5,25%	4,75%	5,00%	4,50%
	2.000 a 2.600	5,50%	5,00%	Grupo 2	R\$ 2.000 a R\$ 4.000	5,50%	5,00%	5,25%	4,75%
	2.600 a 3.000	6,00%	5,50%			6,00%	5,50%	6,00%	5,50%
	3.000 a 4.000	7,00%	6,50%			7,00%	6,50%	7,00%	6,50%
Faixa 3	R\$ 4.000 a R\$ 7.000	8,16%	7,66%	Grupo 3	R\$ 4.000 a R\$ 7.000	8,16%	7,66%	8,16%	7,66%

Fonte: Governo Federal (2020)

De acordo com informações do *site* do Governo Federal, na prática, com o Casa Verde e Amarela, a menor faixa do Programa Minha Casa Minha Vida, que não cobrava juros e contemplava as famílias com renda de até R\$ 1,8 mil, foi pausada. Por ora, essas famílias passam a ser atendidas pelo Grupo 1, que conta com taxas a partir de 4,25%, semelhantes às que eram oferecidas pelo PMCMV na Faixa 1,5.

2.2 Norma de Desempenho NBR 15.575

A Norma de Desempenho, que teve sua primeira versão publicada em 2008, passou por um processo de revisão pelas partes envolvidas e, em 19 de julho de 2013, entrou em vigor a NBR 15.575/2013 – Norma de Desempenho – Edificações Habitacionais. A NBR define parâmetros técnicos para quesitos como acústica, durabilidade, manutenção e transmitância térmica, conceitos estes que, anteriormente à sua publicação, não eram definidos e nem passíveis de serem medidos ou comparados a um padrão.

A primeira versão da norma, de 2008, impôs grandes dificuldades para construtoras, projetistas e para a indústria de materiais, já que muitos dos requisitos eram inéditos à época. Desde então, as principais entidades da indústria da construção conseguiram estender o prazo de exigibilidade da NBR 15.575. Nesse período, as lacunas do texto foram reavaliadas e as suas metodologias de avaliação, atualizadas. Os fabricantes também se mobilizaram para adequar seus produtos e processos de fabricação às exigências do texto (CAU, 2016).

A NBR 15.575 foi redigida segundo modelos internacionais de normalização de desempenho, ou seja, para cada necessidade do usuário e condição de exposição, há uma sequência de Requisitos de Desempenho, Critérios de Desempenho e respectivos Métodos de Avaliação. Seu conjunto normativo compreende seis partes:

- a) **Parte 1: Requisitos Gerais.** Abrange os requisitos comuns aos diferentes sistemas e as exigências dos usuários. Serve como referência ao conteúdo geral da norma, sempre enfatizando os sistemas fundamentais, e aponta parâmetros de desempenho, conceitos de vida útil, estanqueidade e

durabilidade, definições e referências acerca de aspectos gerais de diferentes sistemas, como elementos de segurança.

- b) **Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais.** Aborda requisitos e critérios de avaliação de desempenho dos sistemas estruturais de construções habitacionais, especificados separadamente, com o objetivo de controle de qualidade e desempenho dos elementos estruturais. Fatores como resistência, impacto, deformações e outros parâmetros de desempenho são explicitados, assim como os devidos ensaios para sua avaliação.
- c) **Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos.** Discorre sobre os critérios de desempenho dos sistemas de pisos para áreas de uso privativo ou comum, visando o ganho de qualidade e conforto para edificações. Além disso, estabelece parâmetros de avaliação como desempenho térmico, acústico, resistência a impactos e riscos, segurança ao fogo, possibilitando o estudo e o planejamento de diferentes formas de execução, de acordo com cada sistema, almejando um maior desempenho.
- d) **Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações.** Entre os principais critérios avaliados na norma, está a exigência na avaliação de estanqueidade à água, o isolamento acústico e térmico, a capacidade de suporte a esforços e usos, e outros critérios relativos ao desempenho estrutural. Esta parte apresenta requisitos de desempenho de vedação interna, externas, verticais e horizontais que interagem com a estrutura, sofrendo e causando alterações de desempenho, e analisa os sistemas como um todo, levando em conta elementos que influenciam e são influenciados pelo sistema de vedação.
- e) **Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas.** Aborda requisitos a serem cumpridos durante a elaboração do projeto de uma edificação em relação ao sistema de coberturas (SC). Como todas as outras partes da norma, apresenta definições e exigências dos usuários específicas dos sistemas de coberturas, e critérios de avaliação de desempenho, como resistência e deformabilidade, comportamento estático, risco de arrancamento de componentes através da ação do vento e da chuva, solicitações de montagem e manutenção, resistência ao impacto, entre outros. Todos eles trazem níveis, premissas e métodos de avaliação predefinidos.

- f) **Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários.** Trata dos sistemas hidrossanitários de esgoto, ventilação, sistemas pluviais e sistemas prediais de água fria e quente, por meio de diversos critérios de avaliação para execução de forma preventiva, visando higiene, saúde e melhoria de desempenho. São apresentados requisitos de desempenho como estanqueidade, durabilidade, desempenho térmico e acústico, critérios de segurança como contaminações, dimensionamento e instalação dos sistemas, entre outros pontos a serem analisados.

De acordo com a Câmara Brasileira da Indústria a Construção (CBIC, 2013), cada parte da norma foi organizada por sistemas da construção, percorrendo uma sequência de exigências relacionadas à segurança (desempenho mecânico, segurança contra incêndio, segurança no uso e operação), habitabilidade (estanqueidade, desempenho térmico e acústico, desempenho lumínico, saúde, higiene e qualidade do ar, funcionalidade e acessibilidade, conforto tátil) e sustentabilidade (durabilidade, manutenibilidade e adequação ambiental).

O conjunto normativo NBR 15.575 – Edificações Habitacionais – Desempenho apresenta como novidade o conceito de comportamento em uso dos componentes e sistemas das edificações, sendo que a construção habitacional deve atender às necessidades dos usuários ao longo dos anos, promovendo o amadurecimento e a melhoria da relação de consumo no mercado imobiliário, na medida em que todos os partícipes da produção habitacional são incumbidos de suas responsabilidades – projetistas, fornecedores de material, componente e/ou sistema, construtor, incorporador e usuário (CBIC, 2020).

Segundo o Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU, 2016), a Norma de Desempenho traz para o desenvolvimento dos empreendimentos residenciais preocupações com a expectativa de vida útil, o desempenho, a eficiência, a sustentabilidade e a manutenção dessas edificações; em resumo, insere o fator qualidade ao edifício entregue aos usuários.

No momento, o setor da construção civil está vivenciando uma tomada de consciência mais ampla sobre o seu conteúdo e se adequando às suas especificidades. Nesse cenário, surgem muitas dúvidas, inclusive no que tange aos limites da responsabilidade profissional. Isto posto, torna-se imperativo que os arquitetos exerçam, com sua atividade projetual, um papel determinante para o

cumprimento da Norma de Desempenho, pois, desde os primeiros traços, seus conceitos devem estar incorporados ao projeto (CAU, 2016).

De acordo com a ABNT NBR 15.575 (2013), o surgimento das primeiras manifestações patológicas em uma edificação, decorrentes de falhas em fases como de projeto, fabricação, instalação, execução, montagem, uso, manutenção ou problemas que não sejam provenientes do envelhecimento natural da estrutura, pode ser considerado uma característica que define o fim de sua vida útil.

Para Penedo (2013), dificilmente o resultado mínimo exigido pela norma poderá ser corrigido por projetos tardios e com medidas paliativas economicamente viáveis. Logo, ela ganha mais importância porque acaba atentando para as formas de resolver problemas de desempenho bem antes que eles surjam na estrutura. Além disso, estimula o desenvolvimento tecnológico dos materiais e métodos da construção civil.

Ainda segundo o autor, a norma de desempenho aborda uma série de ajustes necessários no setor da construção civil, auxiliando na melhoria das futuras construções através de seus parâmetros restritivos, que criam uma visão mais abrangente das interfaces com o projeto estrutural, esclarecendo metodologias de avaliação do desempenho que possam ser executadas pelos laboratórios e pelas construtoras.

2.3 Certificação GBC Brasil Condomínio

O *Green Building Council Brasil* é uma entidade ligada à *World Green Building Council*, que tem como objetivo promover a capacitação de profissionais, informar a sociedade sobre as melhores práticas da construção civil, aplicar a Certificação LEED e atuar junto a Organizações Não Governamentais (ONGs) no sentido de promover políticas públicas que incentivem os construtores a pensar na sustentabilidade dos seus empreendimentos.

Atualmente, o LEED é o sistema de certificação mais utilizado no mundo, estando presente em 165 países, tornando-se, assim, um símbolo globalmente reconhecido pela conquista de edificações sustentáveis (USGBC, 2018).

O sistema LEED, de origem americana, é aplicado no Brasil pelo *Green Building Council Global* (GBCG). De acordo com o GBCB, mais de mil construções brasileiras já receberam a certificação sustentável do conselho, o que coloca o país na quarta posição mundial desse *ranking*.

A certificação atende pelo nome de LEED (sigla para *Leadership in Energy and Environmental Design*) e, para obtê-la, as obras são avaliadas sob o ponto de vista de investimentos e esforços sustentáveis, o que inclui soluções de eficiência energética e hídrica, gestão de resíduos, qualidade ambiental de interiores e inovação de processos.

No Brasil, há muitas construções comerciais e empresariais com a Certificação LEED; no entanto, quando se trata de casas e condomínios, a cultura da construção brasileira não avança da mesma forma. Por essa razão, surgiu o Referencial GBC Casa e Condomínio, com a finalidade de incentivar construções de casas e condomínios sustentáveis.

No Referencial GBC Casa e Condomínio, existem oito categorias, conforme ilustrado pela Figura 1:

Figura 1 – Categorias GBC Brasil Casa e Condomínio



Fonte: Guia Rápido GBC Brasil Casa e Condomínio (2017)

As categorias abordadas consistem em Pré-requisitos (obrigatórios) e créditos (com pontuações distintas) que, quando atendidos, somam pontos para a determinação do nível de certificação alcançado: *Certified*, *Silver*, *Gold* e *Platinum*.

2.4 Certificação AQUA Social

AQUA-HQE™ é uma certificação ambiental internacional derivada da certificação francesa *Démarche Haute Qualité Environnementale* (HQE), também conhecida como Alta Qualidade Ambiental. Caracteriza-se como um processo de gestão que tem como principal objetivo garantir a qualidade ambiental dos empreendimentos submetidos à certificação de sustentabilidade. Essa certificação está estruturada em dois mecanismos: o Sistema de Gestão do Empreendimento

(SGE), que se refere à avaliação do sistema de gestão ambiental adotado pelo empreendedor, e a Qualidade Ambiental do Edifício (QAE), que avalia os desempenhos arquitetônico e técnico da construção.

O SGE é o instrumento utilizado para estabelecer os objetivos, o planejamento e o desempenho requerido pelo empreendedor, além do processo e dos métodos para obtenção da certificação; a QAE, por seu turno, permite a avaliação do atendimento aos requisitos técnicos da edificação, com base nas 14 categorias existentes no AQUA-HQE™. Ambos os instrumentos são auditados durante o processo de desenvolvimento do empreendimento, a fim de evidenciar e avaliar a satisfação dos referenciais de certificação.

Em 1996, na França, foi fundada a Associação HQE com o objetivo de promover a melhoria da qualidade ambiental dos edifícios e dos espaços construídos sob a perspectiva do desenvolvimento sustentável. Em 2016, a Associação HQE e a França GBC foram unificadas e, dessa fusão, com nome e logotipo renovados, surgiu a *Alliance HQE-GBC*, em janeiro de 2017 (HQE-GBC, 2018).

HQE é uma marca internacional presente em cinco continentes e sua certificação é operada pela *Cerway* em 26 países, exceto França. A *Cerway* é um organismo de certificação criado em 2013, que trabalha localmente com diferentes parceiros – no Brasil, a Fundação Vanzolini atua em cooperação técnica com a *Cerway* para a Certificação AQUA-HQE™, adaptação do sistema de avaliação francês à realidade brasileira (HQE, 2018). Portanto, o processo AQUA (Alta Qualidade Ambiental) de certificação é a versão brasileira adaptada do HQE (França).

Segundo Pinheiro (2006), a qualidade ambiental pode ser definida como:

[...] qualidade ambiental do edifício e dos seus equipamentos (em produtos e serviços) e os restantes conjuntos de operação, de construção ou adaptação, que lhe conferem aptidão para satisfazer as necessidades de dar resposta aos impactos ambientais sobre o ambiente exterior e a criação de ambientes interiores confortáveis e sãos.

Para Aulicino (2008), a Certificação AQUA é o primeiro método brasileiro de certificação ambiental de edifícios lançado para o setor da construção civil. O estudo foi desenvolvido com o objetivo de limitar os impactos da construção de um edifício novo ou da reabilitação de algum edifício existente tanto sobre o meio ambiente

quanto sobre a qualidade do ambiente interno para os usuários (conforto e saúde) e do ambiente externo ao edifício. Adaptado ao cenário brasileiro, o referencial técnico está estruturado em duas partes que avaliam o empreendimento de maneiras complementares, quais sejam, o Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE) e Qualidade Ambiental do Edifício (QAE).

O AQUA Social teve início com a demanda de certificar empreendimentos da faixa social, cujos requisitos são mais amigáveis do que o AQUA tradicionalmente conhecido. As exigências estão divididas em 14 categorias agrupadas em quatro temas, conforme pode ser observado na Tabela 3.

Tabela 3 – Categorias do processo AQUA

Melo ambiente	Energia e Economias	Conforto	Saúde e Segurança
Categoria 1 Edifício e seu entorno	Categoria 4 Energia	Categoria 8 Conforto higratérmico	Categoria 12 Qualidade dos espaços
Categoria 2 Produtos, sistemas e processos construtivos	Categoria 5 Água	Categoria 9 Conforto acústico	Categoria 13 Qualidade do ar
Categoria 3 Canteiro de obras	Categoria 7 Manutenção	Categoria 10 Conforto visual	Categoria 14 Qualidade da água
Categoria 6 Resíduos		Categoria 11 Conforto olfativo	

Fonte: Fundação Vanzolini (2019)

A certificação está dividida em três fases: (i) Pré-projeto, (ii) Projeto e (iii) Execução. A fase de Pré-projeto refere-se à elaboração do programa de necessidades destinado aos projetistas para a concepção arquitetônica e técnica do empreendimento.

O método de avaliação começa pelo atendimento aos critérios técnicos de cada uma das 14 categorias existentes. O requisito mínimo para obtenção da certificação é atender, ao menos, sete critérios no requisito Base (B), quatro critérios em Boas Práticas (BP) e três critérios em Melhores Práticas (MP), o que caracteriza atendimento ao nível Base em todas as categorias.

O Referencial de Avaliação da Qualidade Ambiental de Edifícios Residenciais em Construção, versão do mês de abril de 2016 da Fundação Vanzolini, esclarece quais critérios são obrigatórios para o atendimento dos pré-requisitos, identificados pela letra B na coluna Nível. Para alcançar os níveis superiores, como o BP ou MP, é necessário que, além do B (Base), o empreendedor atenda critérios

complementares que estão explicitados e possuem um número identificado na coluna Nível, que varia em função da complexidade e relevância do atendimento. A soma de todos os números da categoria indicará se o valor alcançado foi suficiente para obter uma avaliação superior a B ou a BP. Ao final de cada categoria, o referencial descreve a quantidade de pontos mínimos para cada um dos níveis.

O processo de avaliação do AQUA-HQE™ contempla ainda uma avaliação do nível alcançado por tema, de acordo com a Tabela 4.

Tabela 4 – Cálculo do nível alcançado por tema

Temas	*	**	***	****	*****
Energia e Economias Categorias: 4, 5 e 7	3 B	1 BP	1 MP + 1 BP	2 MP	2 MP + 1 BP
Conforto Categorias: 8, 9, 10 e 11	4 B	2 BP	1 MP + 2 BP	2 MP + 1 BP	3 MP + 1 BP
Saúde e segurança Categorias: 12, 13 e 14	3 B	1 BP	1 MP + 1 BP	1 MP + 2 BP	2 MP + 1 BP
Meio ambiente Categorias: 1, 2, 3 e 6	4 B	2 BP	1 MP + 2 BP	2 MP + 1 BP	3 MP + 1 BP

Fonte: Fundação Vanzolini (2019)

Cada tema é avaliado em uma escada de uma a cinco estrelas, em função do escore obtido em cada categoria. Há cinco classificações possíveis, conforme demonstrado na Tabela 5.

Tabela 5 – Classificações AQUA

Nível Global	Níveis mínimos a serem alcançados
HQE PASS¹	14 categorias em B e 4 estrelas
HQE GOOD	Entre 5 e 8 estrelas
HQE VERY GOOD	Entre 9 e 12 estrelas
HQE EXCELLENT	Entre 13 e 15 estrelas
HQE EXCEPTIONAL	16 estrelas ou mais

Fonte: Fundação Vanzolini (2019)

Para empreendimentos de interesse social, nas faixas de valores dos Programas Minha Casa Minha Vida e Casa Verde Amarela, a obtenção da Certificação AQUA Social é possível a partir do atendimento de todas as 14 categorias no nível Base.

A Certificação AQUA-HQE™ inclui três auditorias: Pré-Projeto, Projeto e Execução. Para empreendimentos que já estejam em uma fase avançada de implementação, auditorias agrupadas podem ser consideradas; estas, no entanto, devem ser aprovadas previamente tanto pela Fundação Vanzolini quanto pela Cerway.

3. REQUISITOS TÉCNICOS DAS CERTIFICAÇÕES

3.1 Critérios do Conforto Lumínico

3.1.1 Conforto Lumínico Natural – Norma de Desempenho

A NBR 15.575 (ABNT, 2013) possui abrangência nacional e estabelece requisitos, critérios e métodos de avaliação que uma edificação habitacional deve apresentar para que atinja o comportamento apropriado durante o uso; para isso, define parâmetros de segurança, habitabilidade e sustentabilidade. A Norma de Desempenho existe para assegurar que as obras tenham critérios mínimos de durabilidade, segurança e conforto, ou seja, condições mínimas de habitabilidade.

Para todos os requisitos, a norma exige que o desempenho seja demonstrado por meio de avaliação adequada, classificada pelos Níveis Mínimo, Intermediário e Superior. Destaca-se que o Nível Mínimo é o único de atendimento obrigatório; os demais são facultativos.

Para garantir conformidade ao item 13 da NBR 15.575 – Desempenho Lumínico, é necessário que o empreendimento apresente condições que atendam ao Requisito de Iluminação Natural e ao Requisito de Iluminação Artificial. Em ambos os casos, devem ser observadas as exigências humanas de conforto visual, que englobam fatores como iluminâncias adequadas à atividade exercida e campo visual livre de ofuscamentos.

O requisito para iluminação natural definido pela norma consiste na necessidade de que todos os ambientes recebam quantidade conveniente de luz natural, oriunda diretamente do exterior, ou indiretamente, através de recintos adjacentes. Durante a noite, o sistema de iluminação artificial deve proporcionar condições internas satisfatórias para ocupação dos recintos e circulação nos ambientes com conforto e segurança.

É preciso transpor o caráter meramente técnico e lembrar que, quando se pensa em desempenho lumínico, abre-se a perspectiva de melhorias reais na qualidade de vida das pessoas. Dependendo da variação e da distribuição de luminosidade, seja ela artificial ou natural, é possível perceber impactos no cotidiano

das pessoas, pois a luz afeta diretamente o humor, a saúde e a forma com que esses indivíduos lidam com o espaço habitado.

Edifícios mais confortáveis são essenciais, como por exemplo, para a população da terceira idade, que, em geral, passa mais tempo dentro de casa. A luz natural oferece enormes vantagens e pode ser utilizada como estratégia para obter maior qualidade ambiental e eficiência energética em edificações. Por outro lado, a deficiência da iluminação natural pode ser tão prejudicial que uma pessoa pode adoecer e desenvolver doenças como a depressão *Seasonal Affective Disorder* (SAD), mal provocado pela falta de luz natural.

Como forma de avaliação da iluminação natural, a norma contempla dois métodos. Primeiramente, há uma avaliação que consiste na análise do projeto através de premissas já estabelecidas; o primeiro método considera um método de cálculo e simulações e o segundo, por fim, se utiliza da medição *in loco*.

De acordo com a NBR 15.575, algumas medidas devem ser adotadas para atender ao conforto luminoso dos usuários:

- a) garantir que a luminosidade natural seja aproveitada segundo o espaço;
- b) estimular a distribuição uniforme da iluminação de cada ambiente;
- c) equilibrar a iluminação natural com a artificial;
- d) atentar e controlar brilho e contrastes;
- e) adequar a orientação e o posicionamento das aberturas das fachadas, minimizando o desconforto e protegendo dos raios solares e reflexivos das superfícies.

Como premissa de projeto, no que se refere à iluminação natural, a Norma de Desempenho define que, durante o dia, os ambientes de permanência prolongada, como cozinhas, área de serviço e banheiros, devem atender ao nível mínimo de iluminamento de 60 lux apenas com iluminação natural, e ressalta que os requisitos mínimos podem ser atendidos se houver disposição adequada dos cômodos, correta orientação geográfica da edificação, envidraçamento, entre outros.

O primeiro critério de simulação para a iluminação natural é a iluminância geral medida em lux, contando unicamente com a iluminação natural em todos os

locais do imóvel. As simulações devem ser realizadas com o emprego do algoritmo apresentado na NBR 15.215 – Iluminação Natural.

Contando unicamente com a iluminação natural, os níveis gerais de iluminância nas diferentes dependências citadas pela norma estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Níveis de Iluminância para iluminação natural - LUX

Nível de Desempenho	Iluminamento geral para os níveis de desempenho lux		
	Mínimo*	Intermediário	Superior
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 requerido	≥ 30	≥ 45

Fonte: Anexo E da NBR 15.575-1 (2013)

Para edifícios multipisos, níveis de Iluminância ligeiramente inferiores aos valores especificados na tabela acima são permitidos para as dependências situadas no pavimento térreo ou em pavimentos abaixo da cota da rua, com uma diferença máxima de 20% em qualquer dependência.

Ressalta-se que os critérios da Tabela 6 não se aplicam às áreas confinadas ou que não tenham iluminação natural, e que as condições mínimas exigidas pela legislação local, caso existam menções ao conforto lumínico, devem ser atendidas em projeto.

Vale lembrar que, para o cumprimento à NBR 15.575, basta atender ao Nível Mínimo e que, para a avaliação, são consideradas simulações computacionais por meio de *softwares*.

De acordo com indicações da Norma de Desempenho, para as simulações, devem ser considerados:

- a) a latitude e a longitude do local da obra, e levados em conta os dias com nebulosidade média (índice de nuvens 50 %);

- b) supor desativada a iluminação artificial, sem a presença de obstruções opacas (janelas e cortinas abertas, portas internas abertas, sem roupas estendidas nos varais etc.);
- c) simulações para o centro dos ambientes, na altura de 0,75 m acima do nível do piso;
- d) para o caso de conjuntos habitacionais constituídos por casas ou sobrados, analisar todas as orientações típicas das diferentes unidades;
- e) para o caso de conjuntos habitacionais constituídos por edifícios multipiso, ponderar, além das orientações típicas, os diferentes pavimentos e as diferentes posições dos apartamentos nos andares;

A norma sugere também que os testes de simulações dos métodos de avaliação aconteçam em períodos da manhã e da tarde, às 9h30 e 15h30, respectivamente.

O segundo critério de simulação é a Medição *in Loco*: Fator de Luz Diurna (FLD), que conta unicamente com a iluminação natural em todos os locais do imóvel e deve ser determinado segundo a ISO 5034-1 – *Daylight in Interiors – General Requirements*.

Trata-se de um elemento que se refere à parcela de luz difusa oriunda do exterior, que atinge o ponto interno de medida; seu cálculo consiste na razão percentual entre a iluminância no ponto de referência e a iluminância externa disponível, sem a incidência da radiação direta do sol, sendo que o ponto de referência compreende o centro do cômodo, a 0,75 m de altura.

Para o nível mínimo de dependências como sala de estar, dormitório, copa/cozinha e área de serviço, o FLD mínimo para atender à norma é de 0,50%, conforme se observa na Tabela 7.

Tabela 7 – Níveis de Iluminância para iluminação natural – FDL (%)

Fator de Luz Diurna - Dependência	FDL (%) para os níveis de desempenho		
	Mínimo*	Intermediário	Superior
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 requerido	≥ 0,25%	≥ 0,35%
<p>* Valores mínimos obrigatórios, conforme Critério 13.2.1. da NBR 15575-1</p> <p>Nota 1 - Para os Edifícios multipiso, são permitidos 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: Anexo E da NBR 15.575-1 (2013)

Para edifícios multipisos, níveis de iluminância ligeiramente inferiores aos valores especificados na tabela acima são permitidos para as dependências situadas no pavimento térreo ou em pavimentos abaixo da cota da rua, com uma diferença máxima de 20% em qualquer dependência.

Ressalta-se que os critérios da Tabela 7 não se aplicam às áreas confinadas ou que não possuam iluminação natural, e que as condições mínimas exigidas pela legislação local, caso existam, devem ser atendidas em projeto.

A medição do critério FDL no plano horizontal utiliza-se de luxímetro portátil, com erro máximo de $\pm 5\%$ do valor medido, no período compreendido entre 9h00 e 15h00, nas seguintes condições:

- a) medições efetuadas em dias com cobertura de nuvens maior que 50%, sem ocorrência de precipitações;
- b) medições realizadas com a iluminação artificial desativada, sem presença de obstruções opacas (janelas e cortinas abertas, portas internas abertas, sem roupa estendida nos varais, etc.);
- c) medições no centro dos ambientes, a 0,75 m acima do nível do piso;
- d) para o caso de conjuntos habitacionais constituídos por casas ou sobrados, devem ser consideradas todas as orientações típicas das diferentes unidades;

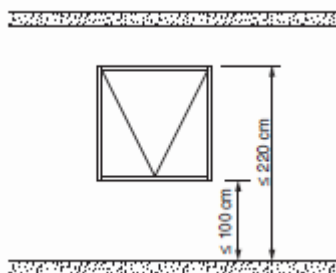
- e) para o caso de conjuntos habitacionais constituídos por edifícios multipiso, devem ser considerados, além das orientações típicas, os diferentes pavimentos e as diferentes posições dos apartamentos nos andares;
- f) na ocasião das medições, não pode haver incidência de luz solar direta sobre os luxímetros, em nenhuma circunstância;
- g) o fator de luz diurna é obtido pela relação entre a iluminância interna e a iluminância externa à sombra, de acordo com a seguinte equação:

$$FLD = 100 \times \frac{Ei}{Ee}$$

Ei é a iluminância no interior da dependência e Ee é a iluminância externa à sombra

Recomenda-se que a iluminação natural das salas de estar e dormitórios seja provida de vãos de portas ou de janelas. No caso das janelas, indica-se que a cota do peitoril esteja posicionada, no máximo, a 100 cm do piso interno, e a cota da testeira do vão, no máximo, a 220 cm a partir do piso interno, de acordo com a Figura 2.

Figura 2 – Sugestão de altura das janelas



Fonte: NBR 15575-1 (2013)

3.1.2 Conforto Lumínico Artificial – Norma de Desempenho

O requisito para iluminação artificial, segundo a categoria 14 da NBR 15.575, consiste em propiciar condições satisfatórias de iluminação artificial interna, em consonância com outras normas brasileiras vigentes para a ocupação dos recintos e circulação nos ambientes com conforto e segurança.

Como critério, a Norma de Desempenho determina que os níveis mínimos, intermediários e superiores de iluminação artificial para os ambientes estejam em conformidade com os valores apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 – Níveis de Iluminância geral para Iluminação artificial

Iluminação artificial - Dependência	Iluminamento geral para o nível mínimo de desempenho lux		
	Mínimo*	Intermediário	Superior
Sala de estar Dormitório Banheiro Área de Serviço	≥ 100	≥150	≥ 200
Copa/cozinha	≥ 200	≥ 300	≥ 400
Corredor ou escada interna à unidade Corredor de uso comum (prédios) Escadaria de uso comum (prédios) Garagens/estacionamentos internos e cobertos	≥ 100	≥ 150	≥ 200
Garagens/estacionamentos descobertos	≥ 20	≥ 30	≥ 40
* Valores obtidos da ABNT 5413 Nota - Deve-se verificar e atender às condições mínimas requeridas pela legislação local.			

Fonte: NBR 15575-1 (2013)

A NBR 15.575 apresenta duas verificações para avaliação da iluminância artificial; considera-se que o uso dos métodos de cálculo resultará em valores de iluminância média com, no máximo, 10% de erro sobre os valores medidos *in loco*.

A avaliação de medição *in loco* para iluminação artificial ocorre com a realização de medições no período noturno (sem presença de luz natural), a $0,75 \pm 0,05$ m acima do nível do piso, com o uso de um luxímetro portátil, com erro máximo de $\pm 5\%$ do valor medido, nas seguintes condições:

- a) medições sem qualquer entrada de luz externa (portas, janelas e cortinas fechadas);
- b) medições realizadas com a iluminação artificial do ambiente totalmente ativada, sem a presença de obstrução opacas;
- c) medições no centro dos ambientes e nos pontos centrais dos corredores internos e externos à unidade;
- d) para escadarias, medições nos pontos centrais dos patamares e a meia largura do degrau central de cada lance.

O método de cálculo para iluminação artificial demonstrado pela norma está em consonância com a ABNT NBR 5382, direcionada para o período noturno, calculando o nível de iluminamento para o plano horizontal sempre 0,80 m superior ao nível do piso, nas mesmas condições mencionadas acima.

A norma tem como objetivo divulgar e ordenar as informações existentes, fornecendo aos profissionais vinculados à área da construção civil os instrumentos para a verificação do desempenho de iluminação natural, aumentando o desempenho lumínico, sem comprometer o desempenho térmico.

3.1.3 Conforto Lumínico na GBC Brasil Condomínio

Em 2012, o GBC Brasil desenvolveu o Programa de Certificação Referencial GBC Casa, com o intuito de abordar e avaliar diferentes questões de sustentabilidade em projetos de residências unifamiliares. Com o sucesso dessa versão e com o amadurecimento do mercado, surgiu a necessidade de atualização do conteúdo e expansão dos critérios para a certificação de residências multifamiliares, surgindo, dessa forma, a versão 2, composta por dois Guias de Certificação que trazem critérios de sustentabilidade para residências unifamiliares – Certificação GBC Brasil Casa, e para multifamiliares – Certificação GBC Brasil Condomínio.

A certificação visa mitigar os impactos da mudança climática, a melhoria da saúde humana e o bem-estar do ocupante, formando a base para os pré-requisitos e critérios, que estão classificados em oito categorias: Implantação (IMP), Energia e Atmosfera (EA), Uso Eficiente da água (UEA), Materiais e Recursos (MR), Qualidade Ambiental Interna (QAI), Requisitos Sociais (RS), Inovação e Projeto (IP) e Créditos Regionais (CR).

Os objetivos norteiam a ponderação dos pontos em direção à certificação. Cada crédito possui uma pontuação base na importância relativa de sua contribuição para os objetivos listados. Os créditos que abordam diretamente os objetivos mais importantes recebem o maior peso, conforme exemplificado na Tabela 9, retirada do Guia GBC Brasil Condomínio. A mesma tabela demonstra os pesos e ponderações entre os diversos créditos e categorias.

O Desempenho Lumínico, objeto deste estudo, pode ser encontrado no Crédito 2 da categoria de Qualidade Ambiental Interna (QAI) e tem por objetivo proporcionar o desempenho lumínico adequado aos condomínios residenciais, considerando tanto a contribuição da luz natural, quanto da luz artificial.

Essa categoria está relacionada ao incentivo feito aos construtores e projetistas para a melhoria da qualidade e conforto dos ambientes, além de ressaltar que a resolução dos problemas futuros gerados por adversidades relacionadas à qualidade ambiental interna é, geralmente, mais cara do que a prevenção e a otimização da qualidade interna.

Tabela 9 – Critérios da Qualidade Ambiental interna

Qualidade Ambiental Interna (QAI)		18 Pontos
Pré-requisito 1	Controle de Emissão de Gases de Combustão	Obrigatório
Pré-requisito 2	Exaustão Localizada Básica	Obrigatório
Pré-Requisito 3	Desempenho mínimo do Ambiente Interno	Obrigatório
Crédito 1	Desempenho Térmico	1 a 3
Crédito 2	Desempenho Lumínico	1 a 3
Crédito 3	Desempenho Acústico	1 a 3
Crédito 4	Controle de Umidade Local	1
Crédito 5	Proteção de Poluentes Provenientes da Garagem	1
Crédito 6	Controle de Partículas Contaminantes	1 a 3
Crédito 7	Materiais de Baixa Emissão	1 a 2
Crédito 8	Saúde e Bem Estar	1 a 2

Fonte: Guia Rápido GBC Brasil Condomínio (2017)

Posteriormente à análise da tabela acima, nota-se que o Desempenho Lumínico é considerado item obrigatório, mas ainda precisa ser incorporado aos créditos da categoria. No Pré-requisito 3 – Desempenho Mínimo do Ambiente Interno, a certificação sugere que sejam seguidos os critérios indicativos da Norma de Desempenho NBR 15.575 para conforto lumínico, exigido pela Caixa Econômica Federal para projetos do Programa Casa Verde e Amarela.

Para atingir os pontos necessários, são realizadas simulações computacionais exemplificadas na Norma de Desempenho.

- a) Obrigatoriedade 1: garantir o desempenho mínimo requerido em cada ambiente, atendendo ao mínimo sugerido segundo a norma e ao pré-requisito

3, da categoria Qualidade do Ambiente Interno para fins luminosos, que não geram pontos excedentes.

Tabela 10 – Desempenho mínimo de cada ambiente

Nível de Desempenho	Iluminamento geral para os níveis de desempenho lux		
	Mínimo*	Intermediário	Superior
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 requerido	≥ 30	≥ 45

Fonte: ABNT NBR 15.575 (2013)

- b) Obrigatoriedade 2: atendimento aos critérios do método detalhado para o nível intermediário (I) de desempenho lumínico, conforme Anexo E da NBR 15.575-1 – 2 pontos, conforme Tabela 11.

Tabela 11 – Desempenho intermediário de cada ambiente

Nível de Desempenho	Iluminamento geral para os níveis de desempenho lux		
	Mínimo*	Intermediário	Superior
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 requerido	≥ 30	≥ 45

Fonte: Anexo E da NBR 15.575 (2013)

- c) Obrigatoriedade 3: atendimento aos critérios do método detalhado para o nível superior (S) de desempenho lumínico, conforme Anexo E da NBR 15.575-1 – 3 pontos, conforme se observa na Tabela 12.

Tabela 12 – Desempenho superior de cada ambiente

Nível de Desempenho	Iluminamento geral para os níveis de desempenho lux		
	Mínimo*	Intermediário	Superior
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 requerido	≥ 30	≥ 45

Fonte: Anexo E da NBR 15.575 (2013)

O desempenho deve ser atendido em 100% dos cômodos especificados pela norma, podendo haver exceção do nível obtido para apenas um deles.

Alguns exemplos de *softwares* passíveis de utilização são o *Design Builder*, o *Energy Plus*, o *Ecotect* e o *Open Studio*.

O Conforto Lumínico Artificial pode ser encontrado na categoria Energia e Atmosfera e é o pré-requisito básico para a categoria. Como trata-se de item aplicável apenas para empreendimentos que entreguem a residência com todas as lâmpadas ou luminárias instaladas, esta monografia não irá abordá-lo no estudo de caso.

3.1.4 Conforto Lumínico na AQUA Social

Considerando a demanda crescente dos últimos anos para a obtenção de certificações ambientais, foram criadas exigências mais simples (Base) para os edifícios de cunho social, surgindo, dessa forma, o AQUA-HQE – Habitação Social para projetos residenciais nas faixas de interesse social.

Neste estudo, verifica-se o conforto lumínico de cada certificação. Na Certificação AQUA, o conforto visual requerido está especificado na Categoria 10, que avalia as condições de iluminação natural e artificial dos ambientes.

A Categoria 10 – Conforto Visual, por sua vez, divide-se em três subcategorias que apresentam os objetivos a serem atendidos; dentro dessas subcategorias, encontram-se os requisitos a serem avaliados.

As subcategorias são avaliadas pelo nível de respeito aos critérios de cada uma, sendo **Base** um critério obrigatório, **Base e Soma dos pontos ≥ 1** ou **≥ 2**, que

atendem ao critério obrigatório e somam mais pontos na avaliação final. A categoria pode contabilizar até quatro pontos disponíveis para a categoria, conforme pode ser observado na Tabela 13.

Tabela 13 – Avaliação da Categoria 10 – Conforto Visual

Nível B	Respeito ao nível BASE
Nível BP	Respeito ao nível BASE E Soma dos pontos ≥ 1
Nível MP	Respeito ao nível BASE E Soma dos pontos ≥ 2

Fonte: Referencial Técnico de Certificação AQUA-HQE – Edifícios Residenciais (2016)

A certificação apresenta requisitos de avaliação da Categoria 10 conforme contexto visual externo, sobre a Iluminação Natural e sobre a Iluminação Artificial (Tabela 14).

Tabela 14 – Requisito 10.1 – Contexto visual externo

10.1. Contexto visual externo	Nível
<p>✓ Analisar as restrições e possibilidades relacionadas ao local do empreendimento e a seu meio ambiente (orientação, monumentos históricos, vistas panorâmicas: monumentos, jardins, etc.) levando em conta a análise do local do empreendimento.</p> <p><input type="checkbox"/> Auditoria do Pré-Projeto e auditoria do Projeto: conjunto de documentos com informações complementares detalhadas.</p>	B
<p>✓ Analisar o contexto em relação à análise do local do empreendimento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Analisar as restrições referentes à relação interno/externo (percepções visuais do espaço interno, perspectivas para o exterior, etc.); ● Considerar a luz do dia no interior da unidade habitacional. <p>Este trabalho deve permitir justificar a escolha da organização arquitetônica do edifício.</p> <p><input type="checkbox"/> Auditoria do Pré-Projeto e auditoria do Projeto: documento intitulado "Análise de Contexto" com capítulos abordando a relação interno/externo e a luz do dia nas residências.</p>	1

Fonte: Referencial de avaliação da Qualidade Ambiental de Edifícios Residenciais em construção (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2018)

O método de avaliação para o requisito apresentado na Tabela 14 é um conjunto de documentos que inclui:

- a) vistas e plano de massa do local do empreendimento, planimetria e altimetria;
- b) clima (insolação, precipitações, ventos dominantes, etc.) e eventuais ecossistemas dignos de nota no local (rios, árvores, etc.);

- c) restrições e especificidades locais (vizinhança, patrimônio cultural, métodos de construção, etc.).

Tabela 15 – Requisito 10.2 Iluminação Natural

10.2. Iluminação natural	Nível
<p>✓ Dispor de um índice de abertura (ver informações complementares) superior ou igual a 15% em pelo menos um cômodo (sala de estar ou quarto) em cada residência.</p> <p><input type="checkbox"/> Auditoria do Pré-Projeto e auditoria do Projeto: nota de cálculo dos índices de abertura elaborada pelo empreendedor (planilha de cálculos Excel, por exemplo).</p>	B
<p>✓ Demonstrar que as residências preenchem as seguintes condições: FLD médio $\geq 2\%$ na sala de estar e FLD médio $\geq 1.5\%$ nos quartos (ver informações complementares). Um estudo técnico pode ser realizado por tipos de residência, justificando-se sua representatividade no empreendimento e privilegiando-se as residências térreas e as localizadas no 1º andar. Os limites podem ser reduzidos mediante justificativa de certas condições particulares (por exemplo, céu raramente encoberto).</p> <p><input type="checkbox"/> Auditoria do Pré-Projeto e auditoria do Projeto: nota de cálculo dos FLD.</p>	2
<p>✓ Dispor de uma iluminação natural nas circulações horizontais nos imóveis coletivos, OU Dispor de uma iluminação natural nas escadas nos imóveis coletivos.</p> <p><input type="checkbox"/> Auditoria do Pré-Projeto e auditoria do Projeto: projetos arquitetônicos.</p> <p><input type="checkbox"/> Auditoria da execução: checagem visual da presença de iluminação natural nas circulações comuns.</p>	1

Fonte: Referencial de avaliação da Qualidade Ambiental de Edifícios Residenciais em construção (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2018)

O índice de abertura para atender ao nível base é a relação entre as superfícies das aberturas (incluindo esquadrias e vidraças) e a superfície do cômodo. São casos especiais:

- em uma janela cuja inclinação seja $\leq 50^\circ$ em relação à horizontal, o índice deve ser multiplicado por 1,5 para que se considere o aumento causado pela sua inclinação;
- para uma claraboia, o índice de abertura deve ser multiplicado por 0,75 para levar em conta a diminuição causada pela presença de paredes laterais;
- para cômodos que contam com muitas aberturas, adota-se a soma dos índices de abertura.

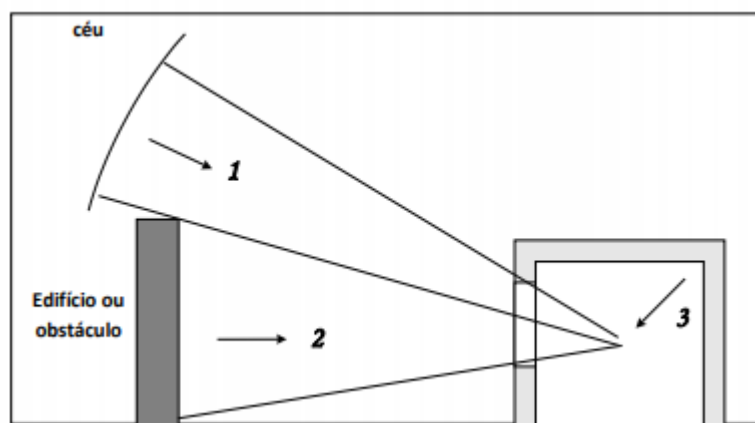
Para a avaliação e atendimento do FLD e obtenção do nível 2 de créditos, é possível quantificar a iluminação natural em um cômodo com o fator de luz do dia, em um ponto interno do cômodo da residência em questão: ele será a relação entre a iluminação natural recebida nesse ponto (lint) e a iluminação externa (l_{ext})

simultânea de uma superfície horizontal, em um local completamente aberto, com um céu nublado uniforme, conforme retratado na NBR 15.575.

$$FLD = \frac{I_{int}}{I_{ext}} \quad (\%)$$

Assim, de acordo com a Figura 3, com a definição do fator de luz do dia representado pelo número 1, têm-se o componente direto; no número 2, têm-se o componente de reflexão externa; finalmente, no número 3 refere-se ao componente de reflexão interna.

Figura 3 – Definição do fator de luz do dia



Fonte: Referencial de avaliação da Qualidade Ambiental de Edifícios Residenciais em construção (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2018)

É possível avaliar o fator de luz do dia de um cômodo com o auxílio de *softwares* específicos, como DIALux e PHANIE.

No que se refere à iluminação artificial, esta também deve obedecer à Norma de Desempenho, conforme demonstrado na Tabela 16.

Tabela 16 – Requisito 10.3: Iluminação Artificial

10.3. Iluminação artificial	Nível
<input checked="" type="checkbox"/> Respeitar a ABNT NBR 15.575-1 para os níveis mínimos de iluminação artificial <input type="checkbox"/> Auditoria do Pré-Projeto e auditoria do Projeto: documento de comprometimento do empreendedor.	B

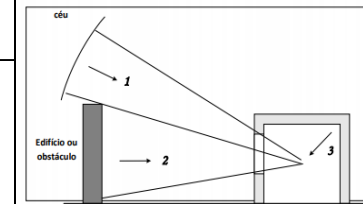
Fonte: Referencial de Avaliação da Qualidade Ambiental de Edifícios Residenciais em construção (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2018)

3.2 Síntese da Análise dos Critérios

3.2.1 Conforto Lumínico Natural

Tabela 17 – Síntese da análise dos requisitos em relação ao Conforto Lumínico Natural

NORMA DE DESEMPENHO				GBC BRASIL CASA & CONDOMÍNIO			AQUA-HQE SOCIAL		
Nível de Desempenho Critério 1 - Iluminação Natural	Iluminamento geral para os níveis de desempenho lux			Fator de Luz Diurna - Dependência	FLD (%) para os níveis de desempenho			Iluminação Natural	
	Mínimo*	Intermediário	Superior		Mínimo*	Intermediário	Superior	FLD (%)	Base
Sala de estar Dormitório Copa/cozinha Área de Serviço	≥ 60	≥ 90	≥ 120	Sala de estar Dormitório Copa/cozinha Área de Serviço	≥ 0,50%	≥ 0,65%	≥ 0,75%	Sala de estar ou Quarto	Índice de abertura superior ou igual a 1,5%
Banheiro Corredor ou escada interna à unidade Corredor de uso comum (prédios) Escadaria de uso comum (prédios) Garagens/estacionamentos				Não requerido				≥ 30	



Fonte: Desenvolvido pela autora (2021)

No que concerne ao Conforto Lumínico Natural, é possível observar que os critérios mínimos das certificações se baseiam na Norma de Desempenho. Dessa forma, quando os empreendimentos definem suas diretrizes para os critérios mínimos de conforto luminoso, em conformidade com a ABNT NBR 15.575, também estão se adequando aos critérios das certificações; tanto uma quanto outra objetivam o conforto das edificações e a melhoria da qualidade ambiental interna do empreendimento.

3.2.2 Conforto Lumínico Artificial

Tabela 18 – Síntese da análise dos requisitos em relação ao Conforto Lumínico Artificial

NORMA DE DESEMPENHO				GBC BRASIL CASA & CONDOMÍNIO	AQUA-HQE SOCIAL		
Nível de Desempenho - Iluminação Artificial	Iluminamento geral para os níveis de desempenho lux			Iluminação Artificial apenas quando se entrega o empreendimento com todas as luminárias/lâmpadas	Iluminamento geral para os níveis de desempenho lux - Norma NBR 15.575		
	Mínimo*	Intermediário	Superior		Mínimo*	Intermediário	Superior
Sala de estar Dormitório Copa/cozinha Banheiro área de Serviço	≥ 100	≥ 150	≥ 200		≥ 100	≥ 150	≥ 200
Copa/cozinha	≥ 200	≥ 300	≥ 400		≥ 200	≥ 300	≥ 400
Corredor ou escada interna à unidade Corredor de uso comum (prédios) Escadaria de uso comum (prédios) Garagens/estacionamentos Cobertos	≥ 100	≥ 150	≥ 200		≥ 100	≥ 150	≥ 200
Garagens/estacionamentos Descobertos	≥ 20	≥ 30	≥ 40		≥ 20	≥ 30	≥ 40

Fonte: Desenvolvido pela autora (2021)

Da mesma forma, os critérios para o Conforto Lumínico Artificial estão baseados na Norma de Desempenho; se os empreendimentos passarem a definir seus parâmetros em consonância com a NBR 15.575, também estarão se adequando às exigências das certificações ambientais. Nota-se, portanto, a importância da Norma de Desempenho e como ela direciona para níveis superiores de qualidade ambiental.

4. ESTUDOS DE CASO

Com o objetivo de demonstrar os critérios utilizados no desempenho do conforto lumínico, foram desenvolvidos estudos de caso em dois empreendimentos.

O primeiro deles envolve um empreendimento do Programa Minha Casa Minha Vida (faixa 3), localizado na cidade de Diadema, na Grande São Paulo, com aproximadamente 60.000,00 m² de área total construída.

Para a verificação dos critérios e da conformidade com a Norma de Desempenho, o empreendimento disponibilizou o laudo lumínico realizado. Desde julho de 2013, a conformidade com as diretrizes da norma para qualquer empreendimento habitacional, independentemente de ser certificado ou financiado pela CEF, é obrigatória.

O segundo estudo de caso foi realizado com base em um empreendimento localizado na capital paulista que, além de ser um projeto MCMV, foi concebido e incorporado para ser o primeiro Minha Casa Minha Vida certificado pelo selo internacional AQUA Social.

Logo, são dois empreendimentos de HIS, mas apenas um deles possui o compromisso de atender às exigências de Conforto Lumínico segundo a Norma de Desempenho; o outro, por sua vez, conta com o diferencial de estar engajado a um processo de certificação, exigindo uma gestão de projeto integrada.

Quais as diferenças observadas? O fato de o empreendimento buscar uma certificação permitiu um desenvolvimento do produto com maior desempenho lumínico? O processo de projeto foi mais fluido? Estas são as questões levantadas pelos estudos.

4.1 Análise do Empreendimento 1

4.1.1 Caracterização do Empreendimento 1

Para a realização deste estudo de caso, projetos e laudos do Empreendimento 1 foram disponibilizados pelo cliente. O laudo lumínico foi desenvolvido no início da construção e não durante concepção de projeto. Esta é a fase que compreende o edifício em todo seu ciclo de vida, estabelecendo critérios e

requisitos de desempenho, bem como métodos de avaliação, evidenciando que o atendimento às necessidades dos usuários deve ser vislumbrado desde as primeiras fases de concepção do produto.

Dessa forma, este primeiro estudo de caso compreende um projeto de HIS do Programa Minha Casa Minha Vida, inserido na faixa 3, desenvolvido com base nos critérios de desempenho lumínico estabelecidos na NBR 15.575 e que não possui nenhuma pretensão de obter uma certificação ambiental.

O Empreendimento 1 está localizado na cidade de Diadema, na Grande São Paulo, e conta com uma área construída de, aproximadamente, 60.000 m²; seu projeto constitui-se de cinco torres, com 22 pavimentos residenciais e oito apartamentos por andar, totalizando 880 apartamentos.

A execução da construção teve início em agosto de 2018 e foi dividida em duas fases:

- a) Fase 1 – Torres A, B, C e Prédio da Garagem, com previsão de término para maio de 2021;
- b) Fase 2 – Torres D e E, com término previsto para dezembro de 2021.

O empreendimento conta com mais 40 itens de lazer e serviços, conforme pode ser vislumbrado na Figura 4.

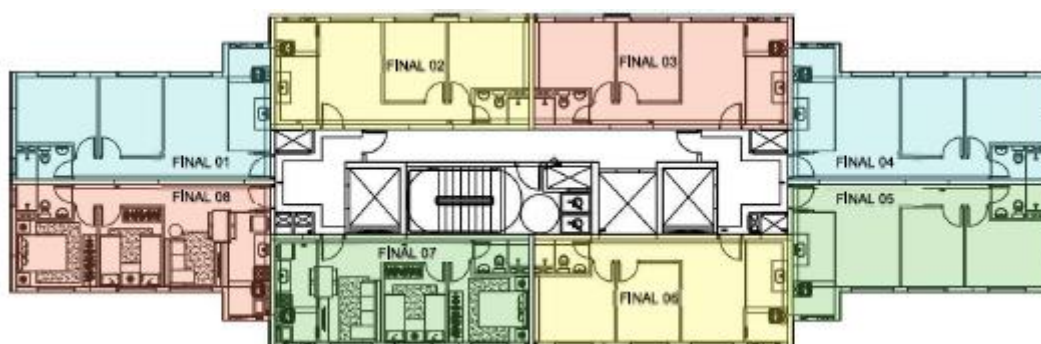
Figura 4 – Empreendimento 1: implantação



Fonte: GP&D Consultoria e Projetos (2018)

As plantas dos pavimentos-tipo são iguais do 1º ao 22º pavimento para as cinco torres, com apartamentos de 43 e 45 m². De acordo com a Figura 5, cada um desses apartamentos conta com uma sala de estar com cozinha conjugada, dois quartos e um banheiro.

Figura 5 – Planta do pavimento-tipo (1º ao 22º)



Fonte: GP&D Consultoria e Projetos (2018)

4.1.2 Parâmetros Iniciais e Método de Avaliação para a Iluminação Natural – Empreendimento 1

Os parâmetros dos materiais e a geometria do modelo de simulação foram baseados nos projetos e arquivos fornecidos pelo cliente.

O empreendimento em questão não apresenta variações de pavimento-tipo para análise da iluminação natural. Nas torres, os banheiros das unidades que fazem conexão entre as torres não possuem janelas e utilizam, neste caso, apenas a iluminação artificial.

Verifica-se, portanto, o atendimento à Norma de Desempenho, uma vez que o item corredores internos e de uso comum, escadarias, garagens/estacionamento e banheiros não traz recomendações mínimas a serem cumpridas, conforme se observa na Tabela 19.

Tabela 19 – Níveis de Iluminância para iluminação natural - LUX

Nível de Desempenho	Iluminamento geral para os níveis de desempenho lux		
	Mínimo*	Intermediário	Superior
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 requerido	≥ 30	≥ 45

Fonte: Anexo E da NBR 15.575 (2013)

De acordo com a tabela acima, os parâmetros de cada ambiente que integra uma unidade habitacional são recomendados pela NBR 15.575 (2013) como forma de viabilizar uma análise inicial do empreendimento, em conformidade com as suas especificações e com a refletância de suas características.

Conforme abordado no capítulo anterior, refletância é uma proporção entre o fluxo de radiação eletromagnética incidente numa superfície e o fluxo que é refletido. Normalmente, esse dado é apresentado em forma de porcentagem (%), como pode ser observado na Tabela 20.

Tabela 20 – Parâmetros e condicionantes de projetos para Iluminação Natural

Local	Descrição	P¹ Refletância (%)
Paredes internas	Pintura branca	70
Paredes internas - fria	Porcelanato cor clara	70
Paredes externas	Superfície externa: clara (branco)	70
Paredes externas	Superfície externa: média clara (cartão postal)	50
Paredes externas	Superfície externa: escura (cais do porto)	25
Piso interno	Argamassa de concreto	35
Piso interno	Porcelanato cor clara	45
Teto interno	Pintura branca	80
Local	Descrição	P¹ Refletância (%)
Esquadrias externas	Vidro comum incolor	87

Fonte: GP&D Consultoria e Projetos (2018)

O aumento da refletância pode auxiliar na diminuição do aquecimento do ar e do efeito do calor nos usuários, pois, considerando que o valor da refletância deve ser igual ou superior a 65%, com base neste percentual de radiação refletida pela superfície, conclui-se que apenas 35% do calor são absorvidos.

Dessa forma, de acordo com a tabela acima, nota-se que as paredes internas, as paredes externas, a superfície externa clara, o teto interno e as esquadrias externas passam pela verificação da refletância de 65%, no entanto, itens como piso interno e paredes externas, que não são brancas, estão aquém dessa verificação.

Para o procedimento de medições *in loco*, há pré-requisitos que devem ser atendidos no que se refere às iluminâncias por iluminação natural, conforme preconizado pela NBR 15.575:2013 e apresentado no início deste estudo.

O critério utilizado nesse item é a iluminância geral medida em lux, contando unicamente com a iluminação natural em todos os locais do imóvel.

Foram verificadas as iluminâncias (intensidade luminosa por unidade de área m²) *in loco* no plano horizontal no centro dos ambientes, a uma altura de 0,75 m do piso, juntamente com os seguintes critérios:

- a) Requisitos: iluminação natural;

- b) Critérios: simulação dos níveis mínimos de iluminância, contando unicamente com a iluminação natural;
- c) Método de avaliação: de acordo com as recomendações da ABNT NBR 15.575-1:2013, a simulação para avaliação da iluminação natural deve considerar:
- os períodos da manhã (9h30) e da tarde (15h30), respectivamente, em plano horizontal, para os dias 23 de abril e 23 de outubro.
 - a avaliação deve ser realizada com a utilização do algoritmo apresentado na ABNT NBR 15.215-3; a simulação, realizada com o programa DIVA, baseado no Radiance e Daysim, atende às exigências da norma.

Contando unicamente com a iluminação natural, para os níveis gerais de iluminância nas diferentes dependências, são necessários, minimamente, 60 lux, conforme pode ser observado na Tabela 21.

Tabela 21 – Níveis de Desempenho para iluminação natural – LUX

Nível de Desempenho	Iluminamento geral para os níveis de desempenho lux		
	Mínimo*	Intermediário	Superior
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 requerido	≥ 30	≥ 45

Fonte: Anexo E da NBR 15.575 (2013)

De acordo com as condições exigidas pela Norma de Desempenho, para a realização do estudo de conformidade do Empreendimento 1, foram considerados:

- a) a latitude e a longitude do local da obra, além do céu parcialmente nublado, com nebulosidade média (índice de nuvens 50%);
- b) a iluminação artificial sem ativação ou presença de obstruções;
- c) o registro das iluminâncias no centro dos ambientes, a uma altura de 0,75 m acima do nível do piso;

- d) os diferentes pavimentos e posições dos apartamentos nos andares, por se tratar de edifício multipiso;
- e) a refletância de 35% nas fachadas e solo, e de 20% no chão, uma vez que a norma não especifica tais quesitos;
- f) o uso dos arquivos climáticos INMET 2012, elaborados pelo Professor Maurício Roriz, no que concerne à escolha do município de São Paulo, em razão de sua proximidade com Diadema, já que a norma não traz essa especificação.

A partir dessas considerações, foi medida a iluminância nos ambientes Dormitório 1, Dormitório 2, Sala e Cozinha (conjugada com a área de serviço), tendo em vista o mínimo requerido de 60 lux para atender à NBR 15.575; os resultados obtidos em cada uma das cinco torres estão demonstrados, de forma resumida, na Tabela 22.

Tabela 22 – Compilação dos resultados de iluminância dos ambientes nas torres A, B, C, D e E

DESEMPENHO DA ILUMINAÇÃO NATURAL (TORRE B) ILUMINÂNCIAS						
unidade	tipo	23.04 9:30	23.04 15:30	23.10 9:30	23.10 15:30	Situação
		tipo	tipo	tipo	tipo	
01-B	DORM01	602 lux	1382 lux	451 lux	1250 lux	ATENDE
	DORM02	475 lux	764 lux	345 lux	686 lux	
	SALA	305 lux	603 lux	222 lux	522 lux	
	COZI / SERV	309 lux	586 lux	218 lux	536 lux	
02-B	DORM01	509 lux	1000 lux	365 lux	924 lux	ATENDE
	DORM02	438 lux	734 lux	304 lux	723 lux	
	SALA	286 lux	485 lux	210 lux	479 lux	
	COZI / SERV	233 lux	378 lux	171 lux	377 lux	
03-B	DORM01	485 lux	681 lux	383 lux	797 lux	ATENDE
	DORM02	433 lux	773 lux	289 lux	687 lux	
	SALA	264 lux	467 lux	201 lux	473 lux	
	COZI / SERV	183 lux	451 lux	164 lux	358 lux	
04-B	DORM01	454 lux	1000 lux	261 lux	610 lux	ATENDE
	DORM02	378 lux	734 lux	274 lux	715 lux	
	SALA	239 lux	485 lux	184 lux	383 lux	
	COZI / SERV	243 lux	378 lux	193 lux	403 lux	
05-B	DORM01	76 lux	94 lux	86 lux	117 lux	NÃO ATENDE
	DORM02	68 lux	78 lux	67 lux	99 lux	
	SALA	63 lux	56 lux	55 lux	55 lux	
	COZI / SERV	87 lux	40 lux	68 lux	54 lux	
06-B	DORM01	79 lux	90 lux	76 lux	132 lux	NÃO ATENDE
	DORM02	87 lux	93 lux	63 lux	126 lux	
	SALA	61 lux	44 lux	56 lux	57 lux	
	COZI / SERV	50 lux	41 lux	54 lux	46 lux	
07-B	DORM01	82 lux	104 lux	86 lux	150 lux	ATENDE
	DORM02	80 lux	109 lux	85 lux	151 lux	
	SALA	60 lux	89 lux	73 lux	126 lux	
	COZI / SERV	75 lux	81 lux	64 lux	112 lux	
08-B	DORM01	265 lux	295 lux	287 lux	419 lux	ATENDE
	DORM02	105 lux	223 lux	116 lux	223 lux	
	SALA	72 lux	131 lux	91 lux	191 lux	
	COZI / SERV	85 lux	144 lux	106 lux	216 lux	

DESEMPENHO DA ILUMINAÇÃO NATURAL (TORRE A) ILUMINÂNCIAS						
unidade	tipo	23.04 9:30	23.04 15:30	23.10 9:30	23.10 15:30	Situação
		tipo	tipo	tipo	tipo	
01-A	DORM01	502 lux	1342 lux	499 lux	1143 lux	ATENDE
	DORM02	507 lux	1217 lux	376 lux	1020 lux	
	SALA	317 lux	598 lux	241 lux	526 lux	
	COZI / SERV	301 lux	617 lux	238 lux	521 lux	
02-A	DORM01	587 lux	1035 lux	442 lux	860 lux	ATENDE
	DORM02	472 lux	936 lux	370 lux	763 lux	
	SALA	317 lux	661 lux	264 lux	491 lux	
	COZI / SERV	266 lux	490 lux	218 lux	370 lux	
03-A	DORM01	594 lux	989 lux	462 lux	908 lux	ATENDE
	DORM02	452 lux	883 lux	576 lux	701 lux	
	SALA	359 lux	495 lux	273 lux	447 lux	
	COZI / SERV	263 lux	368 lux	199 lux	369 lux	
04-A	DORM01	649 lux	1282 lux	687 lux	869 lux	ATENDE
	DORM02	495 lux	1448 lux	391 lux	706 lux	
	SALA	378 lux	577 lux	295 lux	511 lux	
	COZI / SERV	430 lux	581 lux	299 lux	466 lux	
05-A	DORM01	424 lux	248 lux	729 lux	270 lux	ATENDE
	DORM02	234 lux	141 lux	312 lux	216 lux	
	SALA	195 lux	97 lux	258 lux	96 lux	
	COZI / SERV	254 lux	101 lux	261 lux	100 lux	
06-A	DORM01	153 lux	105 lux	141 lux	124 lux	ATENDE
	DORM02	154 lux	98 lux	147 lux	107 lux	
	SALA	152 lux	78 lux	129 lux	77 lux	
	COZI / SERV	195 lux	63 lux	120 lux	68 lux	
07-A	DORM01	146 lux	111 lux	156 lux	145 lux	ATENDE
	DORM02	117 lux	140 lux	157 lux	120 lux	
	SALA	80 lux	83 lux	87 lux	100 lux	
	COZI / SERV	70 lux	74 lux	73 lux	87 lux	
08-A	DORM01	129 lux	173 lux	119 lux	199 lux	ATENDE
	DORM02	96 lux	126 lux	99 lux	158 lux	
	SALA	62 lux	98 lux	62 lux	118 lux	
	COZI / SERV	67 lux	112 lux	73 lux	132 lux	

DESEMPENHO DA ILUMINAÇÃO NATURAL (TORRE D) ILUMINÂNCIAS							
unidade	23.04 9:30		23.04 15:30		23.10 9:30		Situação
	tipo	tipo	tipo	tipo	tipo	tipo	
01-D	DORM 01	403 lux	1028 lux	299 lux	1080 lux		ATENDE
	DORM 02	153 lux	320 lux	123 lux	386 lux		
	SALA	113 lux	260 lux	96 lux	241 lux		
	COZI / SERV	107 lux	273 lux	100 lux	306 lux		
02-D	DORM 01	86 lux	108 lux	90 lux	165 lux		NÃO ATENDE
	DORM 02	113 lux	109 lux	82 lux	154 lux		
	SALA	69 lux	108 lux	68 lux	161 lux		
	COZI / SERV	77 lux	104 lux	54 lux	150 lux		
03-D	DORM 01	93 lux	98 lux	88 lux	142 lux		NÃO ATENDE
	DORM 02	107 lux	120 lux	86 lux	170 lux		
	SALA	53 lux	53 lux	56 lux	90 lux		
	COZI / SERV	51 lux	58 lux	45 lux	76 lux		
04-D	DORM 01	99 lux	62 lux	71 lux	95 lux		NÃO ATENDE
	DORM 02	73 lux	59 lux	63 lux	80 lux		
	SALA	57 lux	37 lux	52 lux	57 lux		
	COZI / SERV	75 lux	40 lux	61 lux	56 lux		
05-D	DORM 01	610 lux	309 lux	789 lux	388 lux		ATENDE
	DORM 02	425 lux	225 lux	785 lux	294 lux		
	SALA	293 lux	143 lux	353 lux	198 lux		
	COZI / SERV	310 lux	137 lux	408 lux	188 lux		
06-D	DORM 01	490 lux	291 lux	580 lux	354 lux		ATENDE
	DORM 02	482 lux	242 lux	817 lux	498 lux		
	SALA	334 lux	158 lux	348 lux	201 lux		
	COZI / SERV	286 lux	134 lux	241 lux	153 lux		
07-D	DORM 01	540 lux	267 lux	609 lux	358 lux		ATENDE
	DORM 02	437 lux	354 lux	844 lux	471 lux		
	SALA	252 lux	160 lux	336 lux	217 lux		
	COZI / SERV	271 lux	122 lux	271 lux	163 lux		
08-D	DORM 01	607 lux	384 lux	704 lux	585 lux		ATENDE
	DORM 02	461 lux	258 lux	841 lux	362 lux		
	SALA	255 lux	169 lux	353 lux	245 lux		
	COZI / SERV	251 lux	183 lux	362 lux	229 lux		

DESEMPENHO DA ILUMINAÇÃO NATURAL (TORRE C) ILUMINÂNCIAS							
unidade	23.04 9:30		23.04 15:30		23.10 9:30		Situação
	tipo	tipo	tipo	tipo	tipo	tipo	
01-C	DORM 01	318 lux	900 lux	263 lux	799 lux		ATENDE
	DORM 02	125 lux	257 lux	117 lux	277 lux		
	SALA	101 lux	189 lux	81 lux	208 lux		
	COZI / SERV	103 lux	214 lux	83 lux	232 lux		
02-C	DORM 01	145 lux	115 lux	143 lux	148 lux		ATENDE
	DORM 02	154 lux	123 lux	117 lux	145 lux		
	SALA	92 lux	105 lux	82 lux	146 lux		
	COZI / SERV	80 lux	140 lux	65 lux	132 lux		
03-C	DORM 01	153 lux	119 lux	146 lux	137 lux		ATENDE
	DORM 02	207 lux	142 lux	200 lux	123 lux		
	SALA	144 lux	81 lux	127 lux	97 lux		
	COZI / SERV	182 lux	85 lux	106 lux	90 lux		
04-C	DORM 01	518 lux	510 lux	435 lux	443 lux		ATENDE
	DORM 02	328 lux	229 lux	323 lux	225 lux		
	SALA	166 lux	104 lux	207 lux	85 lux		
	COZI / SERV	204 lux	122 lux	224 lux	102 lux		
05-C	DORM 01	591 lux	245 lux	725 lux	276 lux		ATENDE
	DORM 02	389 lux	175 lux	297 lux	132 lux		
	SALA	201 lux	97 lux	240 lux	91 lux		
	COZI / SERV	221 lux	105 lux	275 lux	106 lux		
06-C	DORM 01	156 lux	90 lux	159 lux	77 lux		ATENDE
	DORM 02	150 lux	82 lux	168 lux	79 lux		
	SALA	137 lux	72 lux	165 lux	77 lux		
	COZI / SERV	128 lux	70 lux	148 lux	62 lux		
07-C	DORM 01	146 lux	74 lux	146 lux	75 lux		NÃO ATENDE
	DORM 02	149 lux	78 lux	123 lux	64 lux		
	SALA	76 lux	41 lux	87 lux	49 lux		
	COZI / SERV	62 lux	36 lux	80 lux	41 lux		
08-C	DORM 01	91 lux	56 lux	79 lux	75 lux		NÃO ATENDE
	DORM 02	74 lux	61 lux	83 lux	66 lux		
	SALA	50 lux	41 lux	65 lux	50 lux		
	COZI / SERV	51 lux	46 lux	67 lux	55 lux		

DESEMPENHO DA ILUMINAÇÃO NATURAL (TORRE E) ILUMINÂNCIAS							
unidade	23.04 9:30		23.04 15:30		23.10 15:30		Situação
	tipo	tipo	tipo	tipo	tipo	tipo	
01-E	DORM 01	89 lux	68 lux	86 lux	86 lux		NÃO ATENDE
	DORM 02	76 lux	51 lux	67 lux	92 lux		
	SALA	48 lux	41 lux	45 lux	56 lux		
	COZI / SERV	49 lux	49 lux	43 lux	60 lux		
02-E	DORM 01	154 lux	62 lux	129 lux	80 lux		NÃO ATENDE
	DORM 02	148 lux	77 lux	83 lux	74 lux		
	SALA	83 lux	49 lux	65 lux	54 lux		
	COZI / SERV	72 lux	58 lux	52 lux	51 lux		
03-E	DORM 01	157 lux	71 lux	154 lux	78 lux		ATENDE
	DORM 02	205 lux	80 lux	154 lux	108 lux		
	SALA	134 lux	71 lux	130 lux	73 lux		
	COZI / SERV	158 lux	68 lux	118 lux	70 lux		
04-E	DORM 01	398 lux	407 lux	424 lux	308 lux		ATENDE
	DORM 02	336 lux	137 lux	236 lux	187 lux		
	SALA	147 lux	78 lux	146 lux	92 lux		
	COZI / SERV	175 lux	94 lux	170 lux	104 lux		
05-E	DORM 01	586 lux	346 lux	837 lux	428 lux		ATENDE
	DORM 02	424 lux	235 lux	857 lux	325 lux		
	SALA	315 lux	173 lux	381 lux	201 lux		
	COZI / SERV	274 lux	189 lux	439 lux	192 lux		
06-E	DORM 01	515 lux	258 lux	607 lux	367 lux		ATENDE
	DORM 02	435 lux	320 lux	875 lux	290 lux		
	SALA	314 lux	163 lux	375 lux	196 lux		
	COZI / SERV	321 lux	138 lux	263 lux	166 lux		
07-E	DORM 01	507 lux	266 lux	583 lux	371 lux		ATENDE
	DORM 02	421 lux	226 lux	493 lux	296 lux		
	SALA	300 lux	166 lux	385 lux	208 lux		
	COZI / SERV	231 lux	120 lux	290 lux	151 lux		
08-E	DORM 01	547 lux	336 lux	718 lux	463 lux		ATENDE
	DORM 02	427 lux	230 lux	858 lux	299 lux		
	SALA	284 lux	154 lux	319 lux	211 lux		
	COZI / SERV	276 lux	154 lux	307 lux	237 lux		

Fonte: GP&D Consultoria e Projetos (2018)

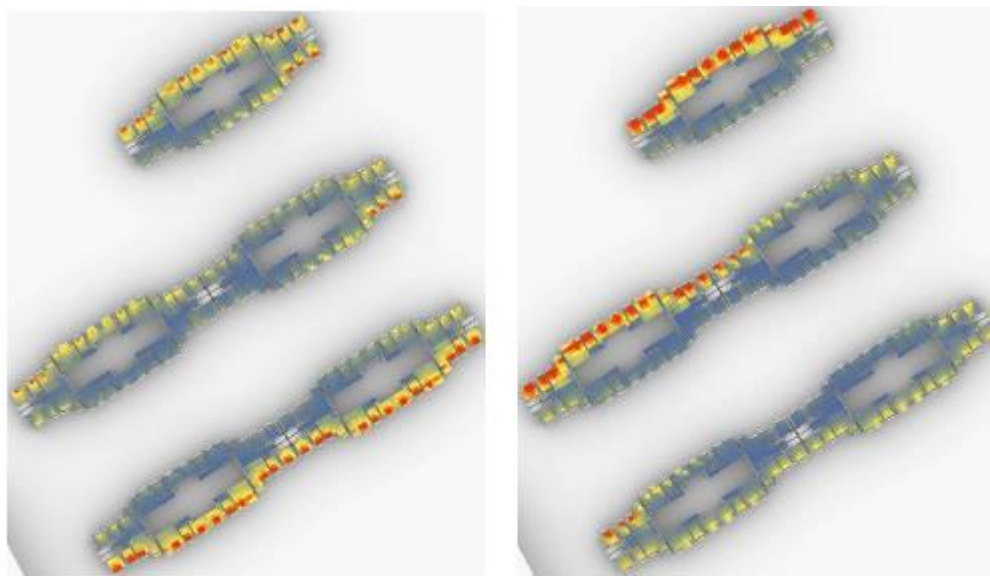
Diante da análise dos resultados apresentados, observa-se que alguns ambientes não atenderam ao mínimo requerido pela norma, contudo, esse fato não foi predominante em todo o apartamento, pois ocorreu somente em alguns ambientes, de diferentes torres.

Acolhendo proposta formulada pelo próprio laudo lumínico para adequação desse quesito, foi necessário alterar o distanciamento das torres na fase de execução. Considerando tratar-se de outro tipo de avaliação, para modificar o distanciamento entre as torres e seu impacto na iluminação natural, foram realizadas algumas simulações com *softwares* (DiaLux, Relux e AGI32) no 1º pavimento, com o objetivo de verificar se, nele, se encontravam os piores índices de iluminação nos períodos de outono e primavera, às 09h30h e às 15h30h. As Figuras 6 e 7 ilustram as simulações efetuadas.

Destaca-se, no entanto, que cabe à gestão de projetos do empreendimento acatar ou não as sugestões apresentadas, definindo a melhor solução a ser adotada.

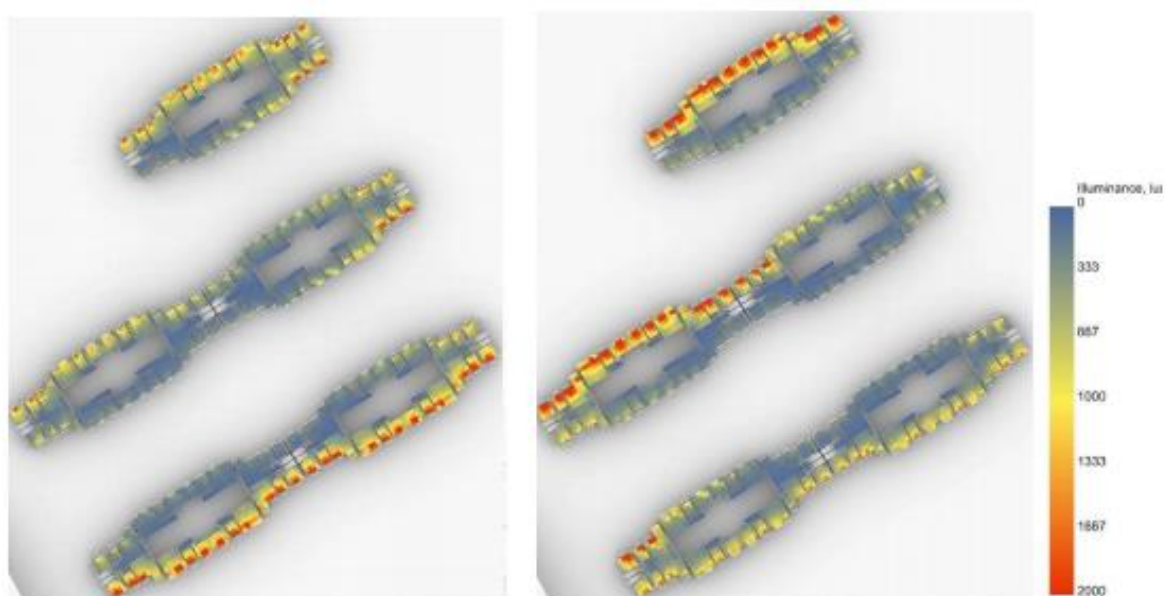
De qualquer forma, não existe uma reavaliação da conformidade para a entrega dos apartamentos; logo, o não atendimento ao mínimo requerido de 60 lux para iluminância não impactaria nem na retirada do Habite-se, nem na entrega dos apartamentos, mesmo sendo um empreendimento financiado pela CEF. A Norma de Desempenho é lei e a possível ocorrência de verificações poderia gerar consequências.

Figura 6 – Distribuição de iluminâncias da iluminação natural: pavimento-tipo do 1º pavimento – Período: 23 de abril, às 09h30 e às 15h30



Fonte: GP&D Consultoria e Projetos (2018)

Figura 7 – Distribuição de iluminâncias da iluminação natural: pavimento-tipo do 1º pavimento – Período: 23 de outubro, às 09h30 e às 15h30



Fonte: GP&D Consultoria e Projetos (2018)

Conforme procedimentos de simulações descritos, percebe-se que alguns locais entre as torres não recebem luz natural.

Os resultados obtidos revelam que o edifício não atendeu às recomendações de adequação do posicionamento das aberturas das fachadas, minimizando o desconforto, protegendo os usuários dos raios solares e reflexivos das superfícies e

estimulando a distribuição uniforme da iluminação de cada ambiente, critérios estes exigidos pela NBR 15.575:2013, Parte 1 – Requisitos gerais, item 13.2 – Desempenho Lumínico: Iluminação Natural, que são:

- a) garantir que a luminosidade natural seja aproveitada segundo o espaço;
- b) estimular a distribuição uniforme da iluminação de cada ambiente;
- c) equilibrar a Iluminação natural com a artificial;
- d) atentar e controlar brilho e contrastes;
- e) adequar a orientação e o posicionamento das aberturas das fachadas, minimizando o desconforto e protegendo dos raios solares e reflexivos das superfícies.

4.1.3 Atendimento aos Requisitos de Iluminação Artificial – Empreendimento 1

Como não há variações de planta entre os pavimentos-tipo, visando à avaliação da iluminação artificial, definiu-se, para efeito de cálculo, a análise de um único pavimento-tipo. Tal analogia foi possível porque, por recomendação da norma, é preciso anular qualquer influência da iluminação natural ou de efeitos agregados por elementos externos ao projeto.

Para os elementos condicionantes, os projetistas enviam as informações necessárias, as quais foram consideradas parâmetros de projeto para o início do estudo, conforme pode ser observado na Tabela 23.

Tabela 23 – Parâmetros e condicionantes de projetos para Iluminação Artificial

Local	Descrição	W/luminária
Sala, cozinha e serviço	Luminária FCS 322 - 2x Lâmpada fluorescente 23W PL-T 4P (FU=0,8 e Fd = 0,52)	46w/luminária (ϕ 1380lm)
Dormitórios e suítes		
Banheiros		
Local	Descrição	W/luminária
Corredor comum	Lâmpada Halógena Ar 111 100w 6º Halospot 111 Osram (FU0,8 e Fd=0,52)	100w/luminária (ϕ 1200lm)
Escada comum	Luminária Europlex 2 LED - 390 (FU=0,65 e Fd=0,4)	20w/luminária (ϕ 1800lm)
Garagem descoberta	Poste 1 luminária P-903(G) - 400W (FU=0,7 e Fd=0,3)	400w/luminária (ϕ 31000lm)
Garagem descoberta	LEX01-S2M750 - 1 módulo (FU=0,7 e Fd=0,65)	64w/luminária (ϕ 2700lm)
Edifício garagem	Luminária TBS 027 - TLDRS 2x32W	64w/luminária (ϕ 2700lm)

Fonte: GP&D Consultoria e Projetos (2018)

De acordo com a Norma de Desempenho, o método de cálculo para iluminação artificial estabelece pré-requisitos que devem ser atendidos no que se refere às iluminâncias internas. São eles:

- a) Requisitos: iluminação artificial;
- b) Critérios: níveis mínimos de iluminância, proporcionando condições satisfatórias de iluminação artificial interna, segundo as normas brasileiras vigentes;
- c) Método de avaliação: em um primeiro momento, o método de cálculo das iluminâncias era pautado pela ABNT NBR 5382; posteriormente, essa norma foi cancelada e substituída pela NBR ISO/CIE 8995-1, de 2013. Além disso, devem ser observadas as seguintes condições exigidas pela NBR 15.575-1:
 - cálculos efetuados sem nenhuma entrada de luz externa;
 - cálculos realizados com a iluminação artificial do ambiente totalmente ativada, sem a presença de obstruções opacas;
 - cálculos realizados no centro dos ambientes;
 - cálculos efetuados nos pontos centrais de corredores internos ou externos à unidade;

- o para escadarias, cálculos realizados nos pontos centrais dos patamares e a meia largura do degrau central de cada lance.

Para atendimento à norma, o mínimo requerido para a Iluminação Artificial é de 100 lux, com exceção dos ambientes de garagem ou estacionamento descobertos, conforme apresentado na Tabela 24.

Tabela 24 – Níveis de iluminância geral para iluminação artificial

Iluminação artificial - Dependência	Iluminamento geral para o nível mínimo de desempenho lux		
	Mínimo*	Intermediário	Superior
Sala de estar Dormitório Banheiro Área de Serviço	≥ 100	≥150	≥ 200
Copa/cozinha	≥ 200	≥ 300	≥ 400
Corredor ou escada interna à unidade Corredor de uso comum (prédios) Escadaria de uso comum (prédios) Garagens/estacionamentos internos e cobertos	≥ 100	≥ 150	≥ 200
Garagens/estacionamentos descobertos	≥ 20	≥ 30	≥ 40
* Valores obtidos da ABNT 5413 Nota - Deve-se verificar e atender às condições mínimas requeridas pela legislação local.			

Fonte: NBR 15.575-1 (2013)

A partir das considerações descritas acima, o fator de iluminância exigido pela norma foi medido nos seguintes ambientes da unidade habitacional: Dormitório 1, Dormitório 2, Sala e Cozinha (conjugada com a área de serviço). A Tabela 25 ilustra os resultados obtidos em cada uma das cinco torres.

Tabela 25 – Compilação dos resultados

Identificação				AVALIAÇÃO		
Ambientes	Unidade Final	Potência/ ponto	Pontos no teto/ ambiente	E ¹ Iluminância Projeto	E ² Iluminância Exigida NBR15575	SITUAÇÃO
DORM 01	FINAL 01; 04; 05;08	100W	1 ponto	145 lux	100 lux	✓ atendido
DORM 02		100W	1 ponto	153 lux	100 lux	✓ atendido
WC 01		100W	1 ponto	421 lux	100 lux	✓ atendido
SALA		100W	2 pontos	252 lux	100 lux	✓ atendido
COZINHA / SERVIÇO		100W	2 pontos	378 lux	200 lux	✓ atendido
CORREDOR		100W	1 ponto	420 lux	100 lux	✓ atendido
DORM 01	FINAL 02; 03; 06; 07	100W	1 pontos	145 lux	100 lux	✓ atendido
DORM 02		100W	2 pontos	159 lux	100 lux	✓ atendido
WC 01		100W	2 pontos	421 lux	100 lux	✓ atendido
SALA		100W	3 pontos	317 lux	100 lux	✓ atendido
COZINHA / SERVIÇO		100W	1 ponto	359 lux	200 lux	✓ atendido
CORREDOR		100W	1 ponto	388 lux	100 lux	✓ atendido
Corredor Comum	Hall pavimentos	100 W	5 pontos	150 lux	75 lux	✓ atendido
Escada	Pavimentos	20 W	2 pontos	125 lux	75 lux	✓ atendido
Garagem descoberta	Térreo	variado	16 pontos	22 lux	20 lux	✓ atendido
Edifício Garagem	Garagem	100 W	84 pontos	80 lux	75 lux	✓ atendido

Fonte: GP&D Consultoria e Projetos (2018)

A gestão de projeto desses itens foram analisadas e conduzidas de forma conjunta entre o gerenciamento de projetos e as equipes de projeto e de execução de iluminação. Como não houve nenhum projeto lumínico anterior a este, avaliou-se quais premissas de projetos seriam adequadas para a determinação da intensidade da iluminância (lux). Ao confrontar a iluminância com o W/luminária (Tabela 8 ou 18), verifica-se o atendimento à iluminação artificial.

Dessa forma, é possível concluir que a iluminação artificial atendeu às exigências da NBR 15.575-1:2013, obtendo a nível Mínimo de Desempenho.

4.2 Análise do Empreendimento 2

4.2.1 Caracterização do Empreendimento 2

O Empreendimento 2 está localizado na capital paulista e a elaboração de seu estudo contou com a análise dos documentos e dos laudos fornecidos pela ProActive Consultoria, que foi responsável pela consultoria da Certificação AQUA Social.

Este estudo de caso, também relativo a um projeto do Programa Minha Casa Minha Vida, desenvolveu requisitos para ser aprovado na certificação ambiental AQUA Social, que representa uma nova análise de padrão e atesta o compromisso socioambiental do empreendedor, demonstrando o atendimento mínimo de todas as normas brasileiras, inclusive da NBR 15.575 (2013).

No processo AQUA Social, há dois eixos de atuação: Avaliação do desempenho e Adoção de um sistema de gestão, baseado na ISO 9001, que obriga o empreendedor a praticar uma gestão integrada de projetos.

O Empreendimento 2 é de uso residencial vertical e se enquadra na Categoria de Uso R2V (conjunto residencial vertical com área entre 2.500 m² e 10.000 m²). O terreno utilizado para sua construção possui 3.586,00 m² e conta com uma torre única composta por 22 pavimentos com unidades habitacionais, com tipologias de 36,76 m², 40,52 m², 42,42 m² e 44,83 m², totalizando 177 unidades na torre, com áreas de lazer e convivência no pavimento térreo, conforme ilustrado pela Figura 8.

Figura 8 – Implantação Empreendimento 2



Fonte: ProActive Consultoria (2018)

Em relação às soluções arquitetônicas, a implantação da torre única de uso residencial considerou o atendimento aos parâmetros legais incidentes e o melhor aproveitamento das condições físicas existentes, além do menor impacto ao entorno.

Cada pavimento apresenta as seguintes particularidades:

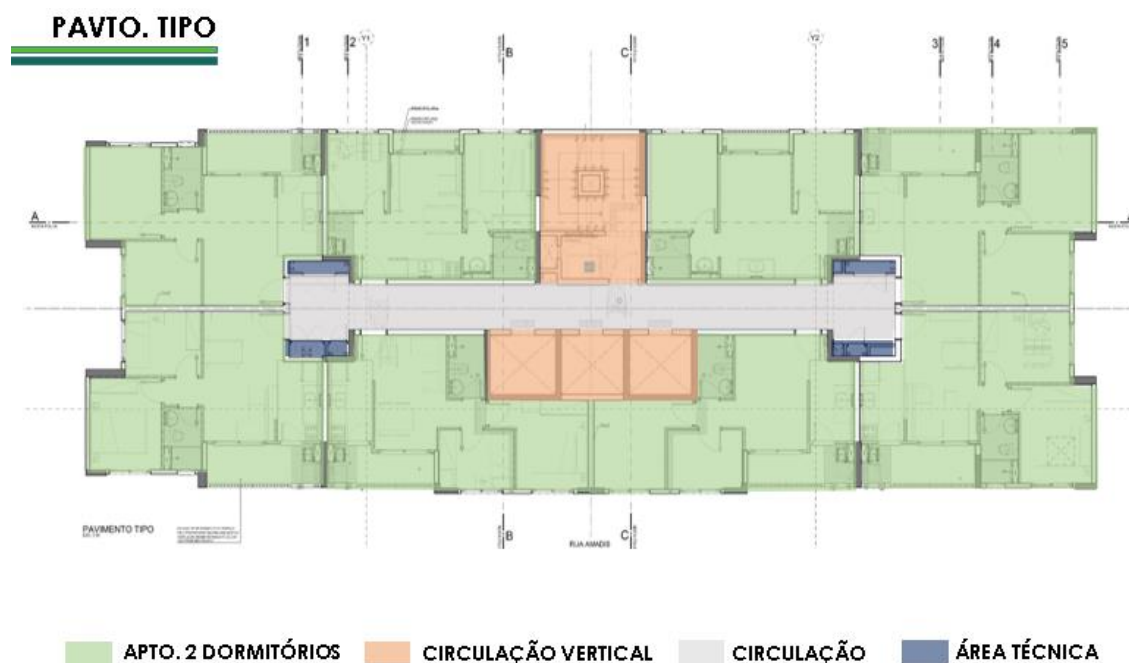
- **Térreo:** acessos para pedestres, acesso para veículos (rampa para subsolos), espaços de recepção (portaria, espera), depósito, bloco de circulação vertical (escada e elevadores), espaços de convivência e lazer (piscina adulto e infantil, churrasqueiras, salão de festas, brinquedoteca, quadra recreativa, jogos e ginástica), bicicletário, vagas para veículos, áreas técnicas, apartamento zelador, copa e vestiário funcionários;
- **Térreo (x1):** bloco de circulação vertical, três unidades habitacionais assim distribuídas:
 - Apartamento Tipo A (duas unidades), com 44,83 m²: terraço, cozinha, área de serviço, sala de estar, sala de jantar, banheiro, dormitórios 1 e 2.
 - Apartamento Tipo C (uma unidade), com 40,52 m²: terraço, cozinha, área de serviço, sala de estar, sala de jantar, banheiro, dormitórios 1 e 2.

- **Pavimento-tipo 1º ao 21º Pavimento (x21):** bloco de circulação vertical com oito unidades habitacionais distribuídas na seguinte conformidade:
 - Apartamento Tipo A (duas unidades), com 44,83 m²: terraço, cozinha, área de serviço, sala de estar, sala de jantar, banheiro, dormitórios 1 e 2.
 - Apartamento Tipo B (duas unidades), com 42,42 m²: terraço, cozinha, área de serviço, sala de estar, sala de jantar, banheiro, dormitórios 1 e 2.
 - Apartamento Tipo C (duas unidades), com 40,52 m²: terraço, cozinha, área de serviço, sala de estar, sala de jantar, banheiro, dormitórios 1 e 2.
 - Apartamento Tipo D (duas unidades), com 36,76 m²: terraço, cozinha, área de serviço, sala de estar, sala de jantar, banheiro, dormitórios 1 e 2.

- **Pavimento-tipo 22º Pavimento (x1):** bloco de circulação vertical com seis unidades habitacionais assim distribuídas:
 - Apartamento Tipo A (duas unidades), com 44,83 m²: terraço, cozinha, área de serviço, sala de estar, sala de jantar, banheiro, dormitórios 1 e 2.
 - Apartamento Tipo C (duas unidades), com 40,52 m²: terraço, cozinha, área de serviço, sala de estar, sala de jantar, banheiro, dormitórios 1 e 2.
 - Apartamento Tipo D (duas unidades), com 36,76 m²: terraço, cozinha, área de serviço, sala de estar, sala de jantar, banheiro, dormitórios 1 e 2.

Para melhor visualização, a Figura 9 apresenta a planta do pavimento-tipo do Empreendimento 2.

Figura 9 – Planta do pavimento-tipo



Fonte: ProActive Consultoria (2018)

Para legitimar a preocupação com o desenvolvimento sustentável, o empreendedor do projeto decidiu aderir ao processo voluntário de certificação ambiental para Edifícios Residenciais em Construção, com o objetivo de integrar as preocupações ambientais em todas as fases de desenvolvimento do empreendimento, desde a fase de Pré-Projeto até a fase de entrega ao usuário final. Dessa forma, para a obtenção da certificação pretendida, é primordial que sejam realizadas avaliações durante toda a vida do projeto, visando à previsão e à minimização de riscos.

Com o processo de certificação, o empreendimento garante conforto, acessibilidade e segurança aos seus usuários e visitantes, e reduz os impactos na comunidade local. O Empreendimento 2 possui, portanto, as preocupações relacionadas à sustentabilidade incorporadas ao seu conceito, partido arquitetônico, soluções técnicas e planejamento da execução e da fase de uso e operação.

A fim de otimizar os esforços de concepção (e o orçamento da operação), são definidos três níveis de tratamento para cada uma das categorias, de acordo com as possibilidades de efetivação das soluções consideradas viáveis para o empreendimento.

Segundo o empreendedor, o objetivo da certificação do empreendimento é garantir a avaliação e demonstrar o cumprimento das normas técnicas e referenciais de sustentabilidade consagrados.

De acordo com a última atualização do Referencial Técnico da Fundação Vanzolini, publicado em 3 de agosto de 2018, o Empreendimento 2 tem como premissa atender, no mínimo, ao nível Base em todas as 14 categorias do referencial, para estar aderente aos requisitos da Certificação AQUA Social. Com base nos objetivos preestabelecidos, este trabalho abordará apenas a Categoria 10 – Conforto Visual, especificado no capítulo anterior.

4.2.2 Parâmetros Iniciais e Método de Avaliação da Iluminação Natural – Empreendimento 2

Para obter boas condições de conforto visual nos ambientes internos, é necessário garantir uma iluminação natural adequada, de forma a aproveitar ao máximo a luz natural, além de uma iluminação artificial satisfatória na ausência ou em complemento à luz natural, obtendo um nível de luminância artificial suficiente e distribuído de maneira uniforme, de modo a reduzir os riscos de ofuscamento e garantir a qualidade de reprodução de cores.

Essa exigência objetiva facilitar a execução de trabalhos e de diversas atividades com requisitos de qualidade e produtividade, ou de satisfação, evitando a fadiga e problemas de saúde relacionados a distúrbios visuais.

Para obter condições de conforto visual no ambiente interno dos edifícios, é necessário garantir uma iluminação natural ótima em termos de conforto, visando aproveitar ao máximo a luz natural, portanto, o empreendedor deve assegurar um nível de iluminância suficiente para as tarefas visuais a serem realizadas e reduzir os riscos de ofuscamento produzidos pelo sol (direta ou indiretamente).

Os ambientes nos quais são desenvolvidas atividades prolongadas precisam ter acesso à luz do dia (salvo se houver incompatibilidade relativa ao tipo de atividade), de modo a proporcionar efeitos positivos – fisiológicos e psicológicos – aos seus usuários. Neste estudo de caso, que compreende um empreendimento residencial, consideram-se áreas de permanência prolongada as salas de estar e os dormitórios.

Além disso, os ambientes de permanência prolongada necessitam de iluminação natural suficiente (segundo o tipo de ambiente) e quantificável a partir do Fator Luz do Dia (FLD). O FLD corresponde à proporção, em porcentagem (%), de iluminação natural exterior em condições de céu encoberto (incluindo os reflexos do ambiente externo próximo, como solo, anteparos próximos e distantes, etc.), disponível na superfície do plano de trabalho e que deve ser aplicável até uma profundidade equivalente a 1,5 vezes a altura do topo da janela, medida a partir do piso.

Os *softwares* existentes, com diferentes complexidades, permitem a quantificação do FLD. O tipo de céu a ser considerado é o encoberto, conforme definição da ABNT Projeto 02:135.02-002 e da ABNT Projeto 02:135.02-003. Para evitar o efeito de compensação induzido pelo cálculo de uma média aritmética entre ambientes, é preferível, quando a análise é feita considerando a integralidade do edifício, introduzir o percentual dos ambientes relacionados, que é variável de acordo com o uso do edifício. Como o conforto visual é, muitas vezes, alcançado em determinado intervalo, e não para um valor mínimo estabelecido, convém evitar a iluminação natural excessiva, o que tornaria desconfortáveis os locais próximos das aberturas envidraçadas e interferiria de forma negativa nas outras categorias de Qualidade Ambiental do Edifício (QAE).

A Qualidade Ambiental do Empreendimento é um padrão de desempenho já definido e adaptado à realidade brasileira, baseado nas 14 categorias do Referencial Técnico AQUA Base, que devem ser consideradas a partir da relação do sítio com o resto do território e das características intrínsecas ao empreendimento. Essas categorias estão estruturadas segundo os principais objetivos do desenvolvimento sustentável e o desempenho alcançado em cada categoria, para cada uma das fases de certificação (Pré-Projeto, Projeto e Execução), bem como as soluções adotadas e suas justificativas, são explicitados nas Fichas de Desempenho da QAE.

A validação da Qualidade Ambiental do Edifício é exigida em todas as fases do projeto (Pré-projeto, Projeto e Fase de Execução). Seu foco está voltado, portanto, para as características arquitetônicas, técnicas e paisagísticas do empreendimento, de modo a gerenciar os impactos de sua construção em relação ao ambiente exterior, criando um espaço interior sadio e confortável.

As decisões de projeto expressam, assim, a preocupação com a sustentabilidade da edificação e com o conforto e a qualidade de vida dos seus usuários. Além da definição da QAE, a sustentabilidade do empreendimento baseia-se na implementação do sistema de gestão, considerado a coluna vertebral de todo o processo AQUA Base. As exigências específicas para cada categoria e as soluções previstas pelos projetistas e suas justificativas estão descritas nas Fichas de Desempenho da QAE.

O empreendedor deve dedicar cuidados especiais aos ambientes onde estão previstos planos de trabalho verticais e áreas de projeção, considerados muito sensíveis ao ofuscamento, e privilegiar elementos de proteção solar móveis. A partir de suas especificidades, os “critérios de avaliação” são apresentados por tipo de construção.

Para a Iluminação natural, o nível mínimo requerido pela Certificação AQUA Social para atingir a qualificação é o Nível B/ Base, conforme se observa na Tabela 26.

Tabela 26 – Iluminação Natural: nível mínimo requerido pela Certificação AQUA Social

10.2. Iluminação natural	Nível
<input checked="" type="checkbox"/> Dispor de um índice de abertura (ver informações complementares) superior ou igual a 15% pelo menos um cômodo (sala de estar ou quarto) em cada residência. <input type="checkbox"/> Auditoria do Pré-Projeto e auditoria do Projeto: nota de cálculo dos índices de abertura elaborada pelo empreendedor (planilha de cálculos Excel, por exemplo).	B

Fonte: Referencial Teórico AQUA-HQE – Edifício Sustentável (2017)

Os locais escolhidos para a realização do cálculo de índice de abertura foram a Sala de Estar e os Dormitórios. Esse cálculo nada mais é do que a abertura dividida pela área do cômodo. Os resultados obtidos estão demonstrados na Tabela 27.

Tabela 27 – Índices de Abertura (Io) %

Espaço Apots 01 /02 /03 /04 /05 /06 /07 /08	Sala de estar		
	área / m ²	abertura/ m ²	Índice de abertura (Io)%
Sala estar -A	10,98	3,44	31,33
Sala estar -B	11,20	3,44	30,71
Sala estar -C	9,23	3,44	37,27
Sala estar -D	12,58	3,44	27,34

Espaço Apots 01 /02 /03 /04 /05 /06 /07 /08	Suítes / Dormitórios		
	área / m ²	abertura/ m ²	Índice de abertura (Io)%
Dormitório 01-A	7,05	1,17	16,60
Dormitório 02-A	7,25	1,17	16,14
Dormitório 01-B	7,47	1,17	15,66
Dormitório 02-B	5,52	1,17	21,20
Dormitório 01-C	7,24	1,17	16,16
Dormitório 02-C	5,02	1,17	23,31
Dormitório 02-D	7,76	1,17	15,08
Dormitório 02-D	5,30	1,17	22,08

Fonte: ProActive Consultoria (2018)

As esquadrias das unidades habitacionais também são estudadas para fornecer o melhor conforto aos usuários e, neste caso, foram dimensionadas para garantir a iluminação natural adequada dos ambientes de permanência prolongada (salas e dormitórios), conforme requisito da NBR 15.575 (2013).

A Tabela 28 apresenta os índices percentuais de iluminação e de ventilação obtidos nos ambientes das unidades habitacionais.

Tabela 28 – Índices percentuais de Iluminação e Ventilação dos ambientes

QUADRO COM ÍNDICES PERCENTUAIS DE ILUMINAÇÃO E VENTILAÇÃO DOS COMPARTIMENTOS							
LOCALIZAÇÃO	ÁREA DE PISO (m ²)	EXIGÊNCIA		ESQUADRIAS			
		% ILLUMIN.	% VENTIL.	NOME	DIM. (cm)	ÁREA LÍQ. (m ²)	
						ILLUMIN.	VENTIL.
TIPOLOGIA "A" - 1º ao 22º - ESTAR/JANTAR	10,84	15	7,5	AL.01	1,73x2,17	3,00	1,50
TIPOLOGIA "A" - 1º ao 22º - DORMITÓRIO 1	8,16	15	7,5	AL.02	1,35x1.16x1,01	1,25	0,63
TIPOLOGIA "A" - 1º ao 22º - DORMITÓRIO 2	7,12	15	7,5	AL.02	1,35x1.16x1,01	1,25	0,63
TIPOLOGIA "A" - 1º ao 22º - BANHO	2,62	10	5	AL.03	0,55x0,56x1,62	0,26	0,13
TIPOLOGIA "A" - 1º ao 22º - COZINHA	3,91	10	5	AL.04	0,73x2,17	1,43	0,72
TIPOLOGIA "B" - 1º ao 22º - ESTAR/JANTAR	11,04	15	7,5	AL.01	1,73x2,17	3,00	1,50
TIPOLOGIA "B" - 1º ao 22º - DORMITÓRIO 1	7,38	15	7,5	AL.02	1,35x1.16x1,01	1,25	0,63
TIPOLOGIA "B" - 1º ao 22º - DORMITÓRIO 2	5,40	15	7,5	AL.02	1,35x1.16x1,01	1,25	0,63
TIPOLOGIA "B" - 1º ao 22º - BANHO	2,34	10	5	AL.03	0,55x0,56x1,62	0,26	0,13
TIPOLOGIA "B" - 1º ao 22º - COZINHA	3,96	10	5	AL.04	0,73x2,17	1,43	0,72
TIPOLOGIA "C" - 1º ao 22º - ESTAR/JANTAR	9,29	15	7,5	AL.01	1,73x2,17	3,00	1,50
TIPOLOGIA "C" - 1º ao 22º - DORMITÓRIO 1	7,13	15	7,5	AL.02	1,35x1.16x1,01	1,25	0,63
TIPOLOGIA "C" - 1º ao 22º - DORMITÓRIO 2	4,90	15	7,5	AL.02	1,35x1.16x1,01	1,25	0,63
TIPOLOGIA "C" - 1º ao 22º - BANHO	2,29	10	5				
TIPOLOGIA "C" - 1º ao 22º - COZINHA	3,92	10	5	AL.04	0,73x2,17	1,43	0,72
TIPOLOGIA "D" - 1º ao 22º - ESTAR/JANTAR/COZ	12,42	15	7,5	AL.01	1,73x2,17	3,00	1,50
TIPOLOGIA "D" - 1º ao 22º - DORMITÓRIO 1	7,64	15	7,5	AL.02	1,35x1.16x1,01	1,25	0,63
TIPOLOGIA "D" - 1º ao 22º - DORMITÓRIO 2	5,20	15	7,5	AL.02	1,35x1.16x1,01	1,25	0,63
TIPOLOGIA "D" - 1º ao 22º - BANHO	1,94	10	5				

Fonte: Adaptado do projeto de arquitetura (2021)

Com os resultados dos índices de abertura maior ou igual a 15% devidamente atendidos, o projeto atinge o nível mínimo exigido (Base), ou seja, todos os ambientes de permanência prolongada têm acesso à luz natural. Todo o empreendimento dispõe de vistas externas para todos os ambientes de permanência prolongada, contudo, os dormitórios contam com uma área menor de iluminação natural.

Além disso, os ambientes de permanência prolongada, incluindo aqueles situados no fundo das salas, necessitam de iluminação natural suficiente (segundo o tipo de ambiente) e quantificável a partir do Fator Luz do Dia (FLD),

Por fim, para complementar os requisitos na auditoria da Certificação AQUA Social, o Projeto ou Pré-Projeto precisa garantir um FLD médio maior ou igual a 2% na sala de estar, e 1,5% nos quartos, conforme especificado na Tabela 29.

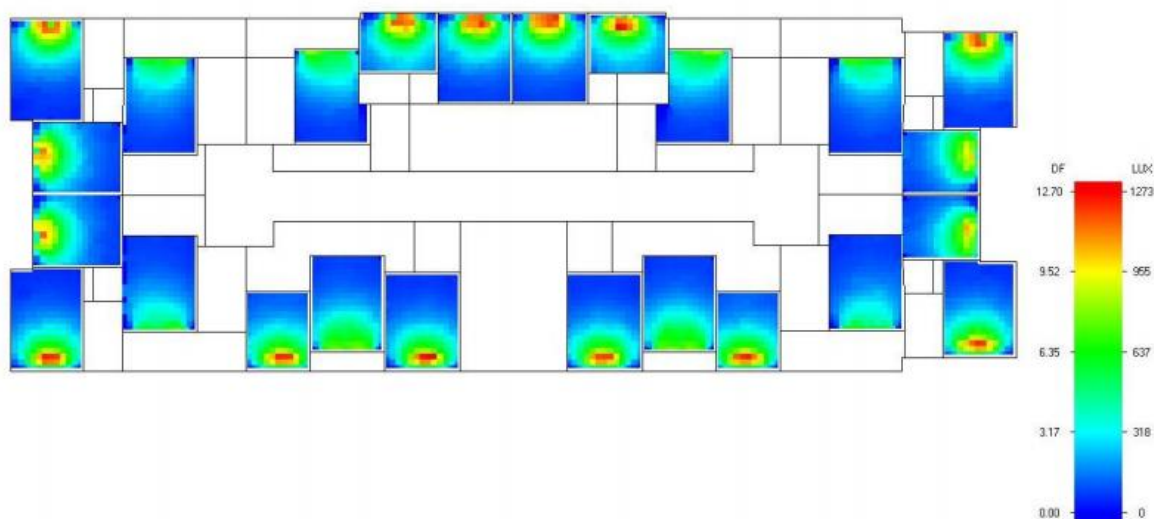
Tabela 29 – Requisitos exigidos pela Certificação AQUA Social: quesito Fator de Luz do Dia

<input checked="" type="checkbox"/> Demonstrar que as residências preenchem as seguintes condições: FLD médio $\geq 2\%$ na sala de estar e FLD médio $\geq 1.5\%$ nos quartos (ver informações complementares). Um estudo técnico pode ser realizado por tipos de residência, justificando-se sua representatividade no empreendimento e privilegiando-se as residências térreas e as localizadas no 1º andar. Os limites podem ser reduzidos mediante justificativa de certas condições particulares (por exemplo, céu raramente encoberto). <input type="checkbox"/> Auditoria do Pré-Projeto e auditoria do Projeto: nota de cálculo dos FLD.	2
<input checked="" type="checkbox"/> Dispor de uma iluminação natural nas circulações horizontais nos imóveis coletivos, OU Dispor de uma iluminação natural nas escadas nos imóveis coletivos. <input type="checkbox"/> Auditoria do Pré-Projeto e auditoria do Projeto: projetos arquitetônicos. <input type="checkbox"/> Auditoria da execução: checagem visual da presença de iluminação natural nas circulações comuns.	1

Fonte: Referencial Teórico AQUA-HQE – Edifício Sustentável (2017)

Considerando o pior caso no quesito dos espaços de permanência prolongada, foi simulado, no 1º pavimento, o FDL médio para verificação, cujo resultado segue apresentado pela Figura 10 e pela Tabela 30.

Figura 10 – Simulação em LUX no 1º Pavimento



Fonte: ProActive Consultoria (2018)

Tabela 30 – Resultados da simulação em FDL %

Ambiente	Average Daylight Factor (%)	Minimum Daylight Factor (%)	Maximum Daylight Factor (%)	Uniformity ratio (Min / Avg)	Uniformity ratio (Min / Max)	Min Illuminance	Max Illuminance
DORM 1-1	2,85	0,35	11,73	0,12	0,03	0,19	6,56
DORM 1-2	3,09	0,16	12,05	0,05	0,01	0,09	6,73
DORM 1-3	3,19	0,24	12,09	0,07	0,02	0,13	6,76
DORM 1-4	3,03	0,25	11,82	0,08	0,02	0,14	6,61
DORM 1-5	2,99	0,31	12,19	0,1	0,03	0,17	6,81
DORM 1-6	2,85	0,22	11,95	0,08	0,02	0,12	6,69
DORM 1-7	2,88	0,25	12,66	0,09	0,02	0,14	7,09
DORM 1-8	2,81	0,29	12,39	0,1	0,02	0,16	6,92
DORM 2-1	3,10	0	11,13	0	0	0	6,22
DORM 2-2	4,29	0,2	11,7	0,05	0,02	0,11	6,55
DORM 2-3	4,16	0,18	12,72	0,04	0,01	0,1	7,11
DORM 2-4	3,21	0	10,17	0	0	0	5,69
DORM 2-5	3,19	0	10,55	0	0	0	5,9
DORM 2-6	3,85	0,57	12,37	0,15	0,05	0,32	6,92
DORM 2-7	3,84	0,63	12,29	0,16	0,05	0,35	6,87
DORM 2-8	3,00	0	11,46	0	0	0	6,41
SALA 1	1,95	0	6,91	0	0	0	3,87
SALA 2	2,21	0	8,22	0	0	0	4,6
SALA 3	2,22	0,05	8,07	0,02	0,01	0,03	4,51
SALA 4	1,90	0,03	6,79	0,02	0	0,02	3,8
SALA 5	1,81	0	6,56	0	0	0	3,67
SALA 6	2,65	0	7,94	0	0	0	4,44
SALA 7	2,64	0	8,03	0	0	0	4,49
SALA 8	1,83	0	7,24	0	0	0	4,05

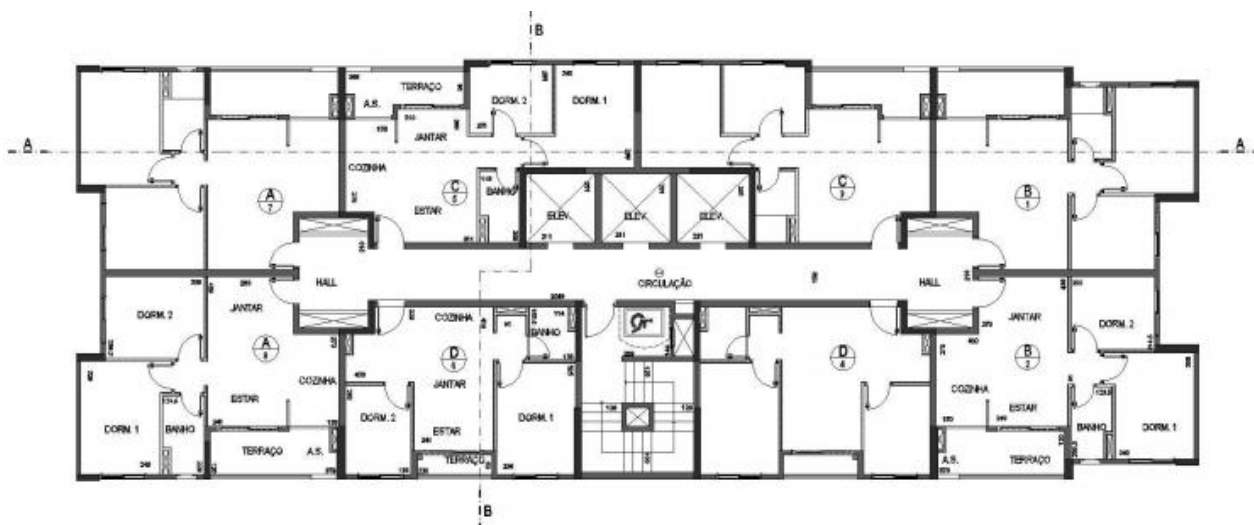
Fonte: ProActive Consultoria (2018)

De acordo com os requisitos da Certificação AQUA Social, que são os mesmos exigidos pela Norma de Desempenho, o FLD deve ser de $\leq 0,50\%$ para o nível mínimo, $\leq 0,65\%$ para o nível intermediário e $\leq 0,75\%$ para o nível superior.

Verifica-se que o nível de iluminação natural nas circulações horizontais e escadas não é atingido, pois o Empreendimento 2 não possui janelas para iluminação natural dos corredores, como ilustra a Figura 11.

Apesar da iluminação das salas e dormitórios atingir o nível superior previsto pela Norma de Desempenho, o fato de as circulações e escadas não terem iluminação natural mantém a classificação no nível mínimo.

Figura 11 – Circulação e escadas sem abertura



Fonte: ProActive Consultoria (2018)

No que se refere ao estudo de insolação da torre e seu impacto na iluminação natural, foram realizadas simulações no 1º pavimento do empreendimento em dois períodos específicos do ano – verão e inverno, às 9h e às 15h, com o auxílio de *softwares* específicos, como pode ser visto nas Figuras 12 e 13.

Figura 12 – Estudo da insolação do Empreendimento 2, no solstício de verão, às 9h e às 15h



Fonte: ProActive Consultoria (2018)

Figura 13 – Estudo da insolação do Empreendimento 2, no solstício de inverno, às 9h30 e às 15h30



Fonte: ProActive Consultoria (2018)

4.2.3 Atendimento aos Requisitos de Iluminação Artificial – Empreendimento 2

Considerando que, neste empreendimento, a concepção do projeto e a certificação tiveram início concomitante até a fase de execução, houve um alto nível de detalhamento e estudo propriamente dito para adequação às exigências tanto da Norma de Desempenho quanto da Certificação AQUA Social.

Logo, foram realizados estudos relativos à insolação, visando o melhor uso da condição solar, conforme exigência da NBR 15.575:2013. A implantação da torre e das faces, além das aberturas das unidades, seguiram as orientações NE e NO, garantindo as condições adequadas de insolação, visto que nenhuma fachada ficou voltada para a face Sul.

Os caixilhos da fachada estão em conformidade com a NBR 10.821-4, atendendo ao percentual mínimo de 15% da área líquida de iluminação. No que se refere à área de piso dos compartimentos de sala e quarto, com a decisão de realizar os estudos e simulações, a Gestão Integrada de Projetos conseguiu atuar de maneira mais assertiva para qualquer tomada de decisão, conforme exigências da certificação ambiental.

A importância de realizar um estudo atrelado à concepção do projeto prende-se ao fato de que, normalmente, ajustes não estão previstos na fase de Projetos, com a finalidade de atender às exigências da NBR 15.575:2013, como ocorreu no Empreendimento 1. Dependendo das sugestões recebidas, a alteração pode se

tornar inviável para o empreendimento, fazendo com a garantia do conforto e bem-estar dos usuários seja apenas uma tentativa de adequação ao conforto lumínico.

4.2.4 Avaliação dos Resultados

Para obter condições de conforto visual no ambiente interno dos edifícios, é necessário garantir uma iluminação artificial satisfatória na ausência ou em complemento à luz natural. O empreendedor deve buscar, em geral, um nível de iluminância artificial suficiente e distribuído de modo uniforme para a tarefa visual a ser realizada (exceto em situações particulares e restrições relacionadas a planos de trabalhos verticais e projeções em tela). Ademais, seu objetivo também deve ser o de reduzir os riscos de ofuscamento pelas luminárias utilizadas e obter uma qualidade de luz emitida satisfatória em termos de qualidade de reprodução de cores e cor aparente.

Os inconvenientes a serem evitados são o ofuscamento (devido ao sol direto e também o indireto) e os contrastes luminosos muito fortes. O conceito de luminância (medido em $\text{candelas} / \text{m}^2$) é útil nesse momento e o empreendedor precisa buscar um bom equilíbrio de luminâncias, por meio de revestimentos pouco brilhantes ou não brilhantes, cores apropriadas, proteções solares adaptadas, etc., especificando a característica segundo o tipo de ambiente.

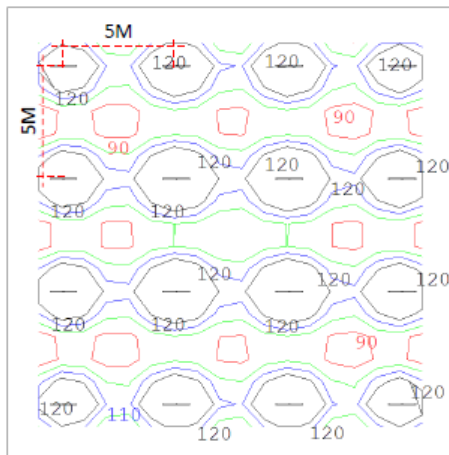
Devido ao fato de o projeto ter sido concebido com a intenção de obter a Certificação AQUA Social, o Empreendimento 2 contou com um projeto luminotécnico para garantir a iluminação artificial compatível, desenvolvido com o auxílio de *software* de cálculo e simulação específico, tendo em vista o atendimento aos níveis mínimos de iluminação artificial previstos na NBR 15.575 (2013). Para tanto, o projeto buscou equipar as áreas comuns com fontes de luz de elevada eficácia e durabilidade.

Tanto o caderno técnico de especificações quanto o relatório de necessidades para iluminação artificial, visando atendimento à Certificação AQUA, contemplam as informações necessárias para a correta implementação do projeto.

O projeto luminotécnico também contribuiu para maximizar a sensação de conforto e segurança, em razão dos níveis de iluminação adequados na entrada do

empreendimento e nas áreas de estacionamento e circulação. As Figuras 14, 15, 16 e 17 apresentam a simulação e as luminárias sugeridas para garantir a iluminância.

Figura 14 – Planta simulação de iluminâncias na garagem



Fonte: ProActive Consultoria (2018)

Figura 15 – Luminária de referência: luminância média aferida (LUX):111, em consonância com a NBR 8995:75



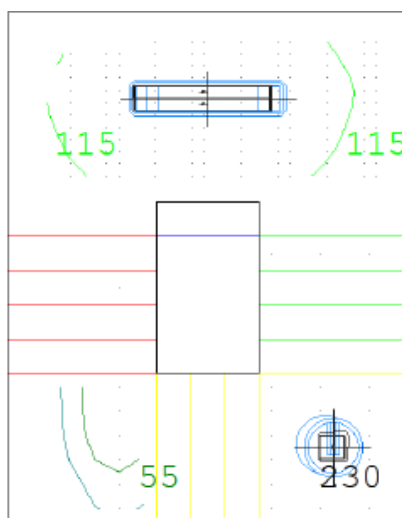
Luminárias calha aberta para
Lampada Led T8 – fluxo luminoso 1850 lm
Temperatura de cor 4000K
IRC>80
Espaçamento medio 5x5m



EFICIENCIA LUMINOSA
(102 lm/W)

Fonte: ProActive Consultoria (2018)

Figura 16 – Planta simulação de iluminâncias nas escadas



Fonte: ProActive Consultoria (2018)

Figura 17 – Luminária de referência



Fonte: ProActive Consultoria (2018)

4.3 Análise dos Impactos e Benefícios das Soluções Adotadas

Visando à análise do desempenho lumínico, a seguir, serão descritos os processos adotados por cada empreendimento e suas diferenças.

Com relação ao Empreendimento 1, que optou por atender aos requisitos exigidos pela Norma de Desempenho, sem nenhum interesse em certificação, são necessárias algumas recomendações após as avaliações e simulações realizadas:

- Aberturas: aumento da área de vidro das aberturas, principalmente nas unidades posicionadas no meio das torres; preferencialmente, aumentar na altura e na largura.
- Acabamento externo: as cores das fachadas devem ser substituídas por cores com maior refletância, ou seja, cores claras.
- Posicionamento das torres: as torres devem ser afastadas o máximo possível, visando permitir maior penetração de iluminação natural entre as elas, uma vez a área de implantação é grande e permite este tipo de alteração.

Por tratar-se de um processo realizado com os projetos já validados, o laudo lumínico foi concebido apenas no início da construção do empreendimento, quando foram realizadas algumas reuniões para revalidação de projetos, ocasionando retrabalho. Posteriormente, considerando que as torres foram executadas em duas fases, não foram observados impactos no cronograma de execução. Durante a execução das torres, todas as recomendações do laudo foram analisadas e coube à equipe de projetos e execução adotar, ou não, todas as sugestões da empresa de consultoria para adequação à Norma de Desempenho.

O Empreendimento 2, por sua vez, contou com abordagem diferenciada, pois os projetos foram concebidos de acordo com as tratativas da certificação e algumas soluções foram implementadas para garantir as exigências da norma e da certificação.

A grande diferença quando se planeja uma certificação ambiental está na Gestão do Processo de Projeto e na obrigatoriedade de comprovação do desempenho e do cumprimento normativo, a fim de garantir que todas as exigências estão sendo cumpridas.

A gestão integrada de projetos e o atendimento à NBR 15.575:2013 devem ser realizados independentemente do processo de certificação, mas a verificação de que a gestão integrada está sendo feita ocorre no processo de certificação.

A seguir, encontram-se os itens fornecidos pela empresa de consultoria de certificação das exigências realizadas, as soluções adotadas e as pontuações para garantir o conforto lumínico na Certificação:

- **Exigência 1: Contexto visual externo – Pontuação disponível na certificação: B1**

10.1.1 Analisar as restrições e possibilidades relacionadas ao local do empreendimento e ao seu meio ambiente (orientação, monumentos históricos, vistas panorâmicas: monumentos, jardins, etc.), levando em conta a análise do local do empreendimento.

10.1.2 Analisar o contexto em relação à análise do local do empreendimento:

- Analisar as restrições referentes à relação interna / externa (percepções visuais do espaço interno, perspectivas para o exterior, etc.);
- Considerar a luz do dia no interior da unidade habitacional. Este trabalho deve permitir a justificativa da escolha da organização arquitetônica do edifício.

Solução adotada: o terreno do Empreendimento 2 ocupa todo o quarteirão e o entorno é um ponto relevante quanto ao conforto visual do usuário, pois não há obstáculos significativos às vistas externas, ou seja, não existem outros edifícios altos nas proximidades. Todos os ambientes das unidades habitacionais são iluminados naturalmente, com exceção dos banheiros das tipologias de C e D, logo, foram previstas aberturas para o exterior nas diferentes fachadas para as unidades habitacionais das tipologias de A e B.

Pontuação alcançada com a solução adotada: B

- **Exigência 2: Iluminação Natural – Pontuação disponível na certificação: B**

10.2.1 Dispor de um índice de abertura (ver informações complementares) superior ou igual a 15%, em pelo menos um cômodo (sala de estar ou quarto), em cada residência.

Solução adotada: o índice de abertura (I_o) é a relação entre a superfície do vão da esquadria, que corresponde à área visual, e a superfície habitável do cômodo. Seguem os índices de abertura para o Empreendimento 2.

APARTAMENTO TIPO A

- Sala de Estar: área iluminada de 3,44 m², área piso de 10,98 m² e lo = 31,33% de área do piso;
- Dormitório 1: área iluminada de 1,17 m², área piso de 7,05 m² e lo = 16,60% de área do piso;
- Dormitório 2: área iluminada de 1,17 m², área piso de 7,25 m² e lo = 16,14% de área do piso.

APARTAMENTO TIPO B

- Sala de Estar: área iluminada de 3,44 m², área piso de 11,20 m² e lo = 30,71% de área do piso;
- Dormitório 1: área iluminada de 1,17 m², área piso de 7,47 m² e lo = 15,66% de área do piso;
- Dormitório 2: área iluminada de 1,17 m², área piso de 5,52 m² e lo = 21,20% de área do piso.

APARTAMENTO TIPO C

- Sala de Estar: área iluminada de 3,44 m², área piso de 9,23 m² e lo = 37,27% de área do piso;
- Dormitório 1: área iluminada de 1,17 m², área piso de 7,24 m² e lo = 16,16% de área do piso;
- Dormitório 2: área iluminada de 1,17 m², área piso de 5,03 m² e lo = 23,26% de área do piso.

APARTAMENTO TIPO D

- Sala de Estar/Jantar e Cozinha: área iluminada de 3,44 m², área piso de 12,58 m² e lo = 27,34% de área do piso;
- Dormitório 1: área iluminada de 1,17 m², área piso de 7,76 m² e lo = 15,08% de área do piso;
- Dormitório 2: área iluminada de 1,17 m², área piso de 5,30 m² e lo = 22,07% de área do piso.

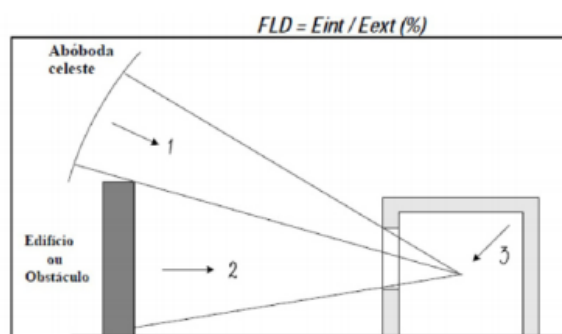
Pontuação alcançada com a solução adotada: B

- **Exigência 3: Iluminação Natural – Pontuação disponível na certificação: 2**

10.2.2 Demonstrar que as residências preenchem as seguintes condições: FLD médio $\geq 2\%$ na sala de estar e FLD médio $\geq 1.5\%$ nos quartos (ver informações complementares). Um estudo técnico pode ser realizado por tipos de residência, justificando sua representatividade no empreendimento e privilegiando as residências térreas e aquelas localizadas no 1º andar. Os limites podem ser reduzidos mediante justificativa de certas condições particulares, como por exemplo, céu raramente encoberto.

Solução adotada: o FLD é a relação (%) entre a iluminância natural recebida nesse ponto (E_{int}) e a iluminação exterior (E_{ext}), consideradas sobre uma superfície horizontal (plano de trabalho), levando em conta a presença de obstáculos na condição de céu uniformemente encoberto, de acordo com o Referencial Técnico AQUA-HQE de Edifícios Residenciais em construção, versão de março de 2016 (Figura 18).

Figura 18 – Fator de Luz do Dia



Fonte: Referencial Teórico AQUA-HQE – Edifício Sustentável (2017)

Uma consultoria de Conforto Ambiental foi contratada para calcular o FLD (Fator Luz do Dia) da sala de estar e dormitórios das unidades habitacionais mais desfavoráveis, aquelas localizadas no 1º andar da torre. Para atendimento do requisito, devem ser atendidas as seguintes condições:

- a) FLD médio $\geq 2\%$ nas salas de estar;
- b) FLD médio $\geq 1,5\%$ para os dormitórios.

De acordo com a consultoria ambiental, o projeto não atende ao nível médio de FLD para as salas de estar e dormitórios, conforme apresentado na Tabela

31, entretanto, o desempenho da Categoria 10 não será afetado, já que esse requisito não é exigido para o nível de desempenho Base. Os dois pontos requeridos pela categoria foram garantidos, o que significa que, para este assunto, a certificação pautou-se na exigência da Norma de Desempenho, fazendo com que a lista de garantias e qualidade no desempenho lumínico fosse ainda mais alta.

Pontuação alcançada com a solução adotada: 2

No que concerne à Iluminação Artificial, no Empreendimento 1, a Iluminância de Projeto adotada foi confrontada com a Iluminância exigida pela Norma de Desempenho; o resultado alcançado comprovou o atendimento do projeto. Destaca-se que o Empreendimento 1 não elaborou um projeto luminotécnico específico; ele apenas garantiu que as luminárias tivessem a quantidade de lux solicitada. Os resultados da avaliação estão demonstrados na Tabela 31.

Tabela 31 – Resultados da Iluminância para a Iluminação Artificial

Identificação				AVALIAÇÃO		
Ambientes	Unidade Final	Potência/ ponto	Pontos no teto/ ambiente	E ¹ Iluminância Projeto	E ² Iluminância Exigida NBR15575	SITUAÇÃO
DORM 01	FINAL 01; 04; 05;08	100W	1 ponto	145 lux	100 lux	✓ atendido
DORM 02		100W	1 ponto	153 lux	100 lux	✓ atendido
WC 01		100W	1 ponto	421 lux	100 lux	✓ atendido
SALA		100W	2 pontos	252 lux	100 lux	✓ atendido
COZINHA / SERVIÇO		100W	2 pontos	378 lux	200 lux	✓ atendido
CORREDOR		100W	1 ponto	420 lux	100 lux	✓ atendido
DORM 01	FINAL 02; 03; 06; 07	100W	1 pontos	145 lux	100 lux	✓ atendido
DORM 02		100W	2 pontos	159 lux	100 lux	✓ atendido
WC 01		100W	2 pontos	421 lux	100 lux	✓ atendido
SALA		100W	3 pontos	317 lux	100 lux	✓ atendido
COZINHA / SERVIÇO		100W	1 ponto	359 lux	200 lux	✓ atendido
CORREDOR		100W	1 ponto	388 lux	100 lux	✓ atendido
Corredor Comum	Hall pavimentos	100 W	5 pontos	150 lux	75 lux	✓ atendido
Escada	Pavimentos	20 W	2 pontos	125 lux	75 lux	✓ atendido
Garagem descoberta	Térreo	variado	16 pontos	22 lux	20 lux	✓ atendido
Edifício Garagem	Garagem	100 W	84 pontos	80 lux	75 lux	✓ atendido

Fonte: GP&D Consultoria e Projetos (2018)

O Empreendimento 2 se difere pela elaboração do projeto luminotécnico, embora também respeite os níveis mínimos exigidos pela NRB 15.575, conforme soluções descritas a seguir:

- **Exigência 4: Iluminação Artificial – Pontuação disponível na certificação: B**

10.3.1 Respeitar a ABNT NBR 15.575-1 para os níveis mínimos de iluminação artificial.

Solução adotada: para comprovar a eficiência das soluções previstas para o Empreendimento 2 no que se refere à Iluminação Artificial, contratou-se a consultoria de uma empresa de iluminação. De acordo com o Caderno Técnico de Especificações e o Relatório elaborado, e visando o atendimento à Certificação AQUA Social, o projeto respeitou os níveis mínimos da ABNT NBR 15.575-1 de iluminação artificial.

Pontuação alcançada com a solução adotada: B

Considerando as demonstrações das soluções adotadas para o conforto lumínico, a distinção entre os dois empreendimentos está no nível de cada critério exigido na certificação, embora os critérios da Norma de Desempenho também sejam abordados pela Certificação AQUA Social.

No empreendimento 2, o laudo lumínico foi elaborado na fase de concepção de projeto e a importância de que esta seja a forma adotada prende-se ao fato de que, na concepção, são analisados os riscos do empreendimento. Como consequência, além do conforto lumínico, nota-se um possível impacto positivo no conforto térmico e no consumo de energia.

Dessa forma, a equipe de projetos é induzida a conhecer melhor as necessidades de seus usuários e a especificar soluções técnicas com mais construtibilidade, colaborando com o trabalho da equipe de execução e minimizando falhas que, possivelmente, possam ocorrer na obra devido à falta de dedicação e atenção em etapas de concepção e desenvolvimento de projetos.

Com isso, desde o projeto inicial, foram identificadas as preocupações e riscos que o projeto do Empreendimento 2 poderia vir a ter. O Empreendimento 1,

por sua vez, precisou realizar algumas adequações para que o projeto entrasse em conformidade com a norma.

O processo AQUA Social possui dois eixos de atuação: a avaliação do desempenho e a adoção de um sistema de gestão, baseado na ISO 9001, que obriga o empreendedor a praticar uma Gestão Integrada de Projetos. Esta é a diferença entre demonstrar o atendimento às exigências da norma de desempenho.

No primeiro caso, o atendimento foi verificado na fase de execução; como há itens que não foram atendidos, não há uma segunda avaliação, ou seja, caso não existam sugestões explicitadas no laudo lumínico a serem cumpridas, o empreendimento será entregue sem a garantia de conforto mínimo aos usuários e sem atender à Norma de Desempenho.

No segundo caso, o processo de certificação exige a verificação do atendimento às exigências ainda na fase de anteprojeto. Nas fases iniciais, é ainda possível que a equipe de projetistas busque soluções que objetivem o atendimento ao nível mínimo da norma ou até mesmo à melhoria da performance.

Dessa forma, o usuário final recebe um produto com a garantia de conforto mínimo, com exigências que vão além da norma e que garantam uma qualidade melhor, quando comparada apenas aos critérios da Norma de Desempenho.

Os estudos de caso demonstram uma falta de maturidade do mercado na adoção de uma Gestão de Projetos Integrada, no atendimento normativo exigido por normas e certificações e nos processos de garantia de conforto aos usuários.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do desenvolvimento desta monografia, conclui-se que a exigência de conforto visual constante tanto na Norma de Desempenho quanto nas certificações ambientais consiste em garantir as condições necessárias para perceber determinados tipos de luz, naturais e artificiais, sem ofuscamento, e obter um meio luminoso satisfatório. Essa exigência cumpre com seu objetivo de facilitar a execução de trabalhos e evitar a fadiga e problemas de saúde relacionados a distúrbios visuais.

Com o propósito de demonstrar os critérios utilizados no desempenho do conforto lumínico, foram desenvolvidos dois estudos de caso em dois empreendimentos distintos.

O primeiro deles envolve um empreendimento do Programa Minha Casa Minha Vida (faixa 3), localizado na cidade de Diadema, na Grande São Paulo, e que conta com, aproximadamente, 60.000,00 m² de área total construída.

Para a verificação dos critérios e da conformidade com a NBR 15.575:2013, o empreendimento disponibilizou o laudo lumínico realizado. Desde julho 2013, a conformidade com as diretrizes da Norma de Desempenho para quaisquer empreendimentos financiados pela CEF é obrigatória, independentemente da previsão para certificações internacionais.

O segundo estudo de caso foi realizado em um empreendimento localizado na capital paulista e, além de ser um projeto MCMV, foi projetado para ser o primeiro empreendimento desse programa a obter a Certificação AQUA Social.

O desempenho lumínico pode ser obtido ou melhorado mediante diversos recursos, como a aplicação de cores claras nos tetos/paredes internas e a adoção de caixilhos com áreas envidraçadas relativamente grandes.

O posicionamento das janelas nas paredes é importante não apenas para garantir a iluminação, mas para a comunicação com o exterior, sendo que, nesse caso, a NBR 15.575-1 recomenda que as cotas dos peitoris estejam posicionadas, no máximo, a 100 cm do piso interno, e a cota das testeiras dos vãos, no máximo, a 220 cm a partir do piso interno.

O distanciamento apropriado entre edificações que, por sua vez, também devem estar afastadas de taludes, muros e outros obstáculos, é essencial para garantir condições adequadas de iluminação natural. Este fato se mostrou importante no Empreendimento 1, onde foi necessário alterar projeto e, conseqüentemente, sua execução, o que, conforme já mencionado, pode ser inviável, dependendo da fase de execução. Ademais, embora a empresa tenha confirmado a realização dos ajustes sugeridos no laudo lumínico, não há evidências que comprovem tais modificações.

O atendimento às questões ambientais parte do princípio de equilíbrio e harmonia entre os objetivos do empreendedor em relação à edificação no que tange à melhor localização, ao uso racional da energia e da água, à qualidade ambiental interna da edificação, à garantia das condições do ar, à utilização de materiais que causem menos danos durante sua produção e uso, à operacionalidade e à manutenibilidade da edificação, e as características do local onde o empreendimento será implantado, sempre visando à redução dos eventuais impactos negativos na vizinhança e buscando a integração entre o novo e o existente.

É essencial ressaltar que a iluminação deve ser projetada para o usuário da edificação, pois a análise de conforto lumínico é obrigatória em todos os empreendimentos HIS.

Atendendo aos objetivos deste trabalho, os critérios exigidos tanto pela Norma de Desempenho quanto pelas certificações são o correto dimensionamento de um sistema de iluminação natural e artificial, e deve-se atentar para:

- a) o correto dimensionamento das aberturas das edificações, considerando a quantidade e o tipo de luz nelas inseridos, levando ao conforto visual;
- b) a cautela especial com a eficiência térmica da área superficial da janela, que é limitada em eficiência luminosa. Assim, o ideal é utilizar apenas a superfície iluminante necessária, além do uso de elementos de controle da radiação solar direta;
- c) as superfícies do entorno e do interior da edificação devem apresentar cores claras, melhorando o rendimento do sistema de iluminação;

- d) o correto dimensionamento do sistema de iluminação, através do estabelecimento de atividades visuais ou caracterização do ambiente e das atividades visuais a ele relacionadas;
- e) as considerações sobre a qualidade e a capacidade energética das lâmpadas, no dimensionamento do sistema de iluminação artificial.

Com os estudos de caso apresentados, destaca-se que, por mais que existam critérios estabelecidos pela ABNT NBR 15.575:2013 nos projetos de HIS, não há nenhuma fiscalização que confirme seu cumprimento. Com a decisão de contribuir com a sustentabilidade e se tornar um diferencial competitivo com a certificação, a validação das exigências são efetuadas em todas as etapas de projeto.

Com a aplicação de conceitos de sustentabilidade cada vez mais difundidos pelo mundo e o crescente desenvolvimento tecnológico dos componentes construtivos, é presumível que a tendência do mercado se modifique, ainda que leve alguns anos, e que valorize, além da estética, conceitos como a funcionalidade, a durabilidade, a reciclabilidade e o desempenho.

Apesar do custo adicional para obter uma certificação ambiental (AQUA e GBC Brasil) e da necessidade de monitoramento periódico, o empreendedor precisa colocar no papel, além dos custos, as vantagens que podem ser oferecidas com a gestão de projetos e em condições de conforto de saúde aos usuários finais. Conforme apresentado neste trabalho, a certificação é capaz de garantir uma gestão de projetos mais efetiva e, com isso, o cumprimento das exigências relacionadas ao conforto lumínico relacionados ao empreendimento.

Com essa garantia, o empreendimento pode obter, além da economia decorrente da redução de custos a longo prazo, um valor patrimonial mais vultoso e o aumento da consciência para o desenvolvimento sustentável, que ainda é um diferencial no Brasil. Atualmente, a consciência para os valores ambientais e sustentáveis está sendo, mais explorada e procurada pelos consumidores.

Um artigo do *site Going Green* (2018) afirma que o mercado de hoje passa por um momento de conscientização que, entre muitos avanços, trouxe a percepção de que a sustentabilidade também deve ser implantada em edifícios populares. Trata-se de uma tendência que está em curva ascendente no Brasil, fato este, inclusive, constatado por certificações como o AQUA-HQE, da Fundação Vanzolini;

o Selo Casa Azul, da Caixa Econômica Federal; e o GBC Casa e Condomínio, do *Green Building Council Brasil*.

De acordo com Ângela, uma consumidora entrevistada pelo Jornal Folha de São Paulo (ANDERY, 2018), “Uma coisa é você falar para o cliente que o seu empreendimento se preocupa com a sustentabilidade, outra totalmente diferente é ter a comprovação de que de fato se preocupa com o tema”.

No território brasileiro, passam de 1.500 os edifícios comprovadamente sustentáveis, sendo que a maioria está localizada no Estado de São Paulo, o que reflete, em parte, o aumento no número de compradores que valorizam esse tipo de empreendimento. Segundo Simonetti (2021), dados de 2020 divulgados pelo *United States Green Building Council*, criador do sistema LEED, demonstram que o Brasil ocupa a 5ª posição entre 180 países no *ranking* mundial de edificações certificadas.

Independentemente do fato de se optar, ou não, por uma certificação ambiental, a importância de ampliar os requisitos do conceito de sustentabilidade e incluí-lo em projetos de HIS revela que não são necessários apartamentos de luxo para demonstrar a preocupação com os usuários, pois é possível refletir os critérios até então estabelecidos em todos os empreendimentos que tenham essa responsabilidade. Além do mais, a gestão de projetos e o desenvolvimento do projeto do empreendimento se tornam mais efetivos na tomada de decisões e na gestão de riscos.

O processo de certificação considera a gestão do projeto da construção e as soluções técnicas adotadas para a obtenção dos níveis de desempenho planejados. Apesar de sua aplicação é voluntária, necessário que exista engajamento entre o empreendedor e os demais intervenientes, manifestando, dessa forma, o comprometimento de todos os envolvidos na busca por espaços mais justos, saudáveis e acolhedores.

Utilizado como ferramenta auxiliar na implementação e no monitoramento das premissas ambientais definidas no início do projeto, o SGE tem como objetivo garantir uma boa comunicação entre os agentes a partir da definição de responsabilidades e autoridades; da garantia de adequação das competências dos diferentes profissionais que irão atuar na QAE; da garantia de que os contratos dos intervenientes relacionados à QAE mencionem explicitamente a extensão e as

condições de seu escopo de serviço; e da garantia de que todo interveniente terá recebido as informações pertinentes relacionadas à QAE e às condições para alcançá-las, permitindo a organização, a rastreabilidade e o controle dos documentos.

Assim, integram os documentos relacionados ao sistema de Gestão:

- o Perfil da Qualidade Ambiental do Edifício;
- o Termo de Comprometimento do Empreendedor;
- as Ações de Comunicação, tornando público o comprometimento do empreendedor e as informações pertinentes à QAE, e as condições necessárias para alcançá-las;
- as Responsabilidades e Autoridades, através de documento que explicita a participação de todos os intervenientes;
- os Contratos e os Currículos das Empresas envolvidas na fase projeto e execução;
- o Planejamento do Empreendimento, definido e monitorado pela empresa responsável pela Gestão Ambiental das fases Projeto e Execução;
- as Análises Críticas das fases Pré-Projeto, Projeto e Execução, registradas por meio de atas de reuniões e relatórios técnicos;
- as Diretrizes relacionadas ao controle de documentos e às ações corretivas e preventivas, que funcionarão como dado indutor para a realização do balanço do empreendimento, proporcionando aos agentes envolvidos a busca pela solução do desvio detectado e sua consequente resolução, evitando repetições futuras e garantindo um processo de aprendizagem e de melhoria contínua.

Outro ganho conhecido para a empresa incorporadora e construtora nesse processo é o aprendizado na concepção de projetos voltados para a sustentabilidade. Além disso, a aplicação do conceito de uma construção sustentável atende a uma demanda da sociedade que, a cada dia, é mais exigente no que se refere ao bom comportamento em uso e operações das edificações. Com

isso, fica clara a importância de projetar contemplando requisitos de sustentabilidade antes, durante e depois da execução das certificações.

Para dar continuidade ao processo estudado neste trabalho, seria interessante realizar um controle de custos, evidenciando os gastos provenientes de uma construção sustentável e os ganhos do empreendimento em todo seu conceito, juntamente com a incorporação e *marketing*, possibilitando a análise do valor agregado a um empreendimento que atende e atesta todos os requisitos de conforto lumínico.

Por fim, para empreendedores que não queiram obter uma certificação ambiental, sugere-se o planejamento de uma reavaliação posterior aos laudos realizados, garantindo aos usuários finais o conforto que prometem e levando em consideração a importância que o conforto ambiental possui.

REFERÊNCIAS

AMORIM, C. N. D. **Classificação dos componentes para a luz natural**. Notas de aula. FAU/UnB. Brasília, 2002d.

ANDERY, Rafael. Projetos sustentáveis chegam ao mercado de imóveis residenciais. **Folha de São Paulo**, 2018. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/sobretudo/morar/2018/12/1984865-projetos-sustentaveis-chegam-ao-mercado-de-imoveis-residenciais.shtml>>. Acesso em: 13 jul.2021.

AQUA-HQE É DESTAQUE NO JORNAL DA CULTURA. **Fundação Vanzolini**. Disponível em: <<https://vanzolini.org.br/aqua/2018/10/26/AQUA-HQE™-social-e-destaque-no-jornal-da-cultura/>>. Acesso em: 22 fev. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR15575 – Edificações Habitacionais – Desempenho. Parte 1: Requisitos Gerais. 2013.

_____. NBR15575 – Edificações Habitacionais – Desempenho Parte 2: Requisitos para os Sistemas Estruturais. ABNT,2013.

_____. NBR15575 – Edificações Habitacionais – Desempenho Parte 3: Requisitos para Sistemas de Piso. ABNT,2013.

_____. NBR15575 – Edificações Habitacionais – Desempenho Parte 4: Requisitos para Sistemas de Cobertura. ABNT,2013.

_____. NBR15575 – Edificações Habitacionais – Desempenho Parte 5: Requisitos para Sistemas de Cobertura. ABNT,2013.

_____. NBR15575 – Edificações Habitacionais – Desempenho Parte 6: Requisitos para Sistemas Hidrossanitários. ABNT,2013.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 58**, de 10 de dezembro de 1937. Dispõe sobre o loteamento e a venda de terrenos para pagamento em prestações. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1937-1946/del058.htm>. Acesso em: 20 jun.2021.

_____. **Decreto-Lei nº 4.598**, de 20 de agosto de 1942. Dispõe sobre aluguéis de residências e dá outras providências. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/declei/1940-1949/decreto-lei-4598-20-agosto-1942-414411-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 20 jun.2021.

_____. **Lei nº 11.977**, de 7 de julho de 2009. Dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha Vida – PMCMV e a regularização fundiária de assentamentos localizados em áreas urbanas; altera o Decreto-Lei nº 3.365, de 21 de junho de 1941, as Leis nºs 4.380, de 21 de agosto de 1964, 6.015, de 31 de dezembro de 1973, 8.036, de 11 de maio de 1990, e 10.257, de 10 de julho de 2001, e a Medida Provisória nº 2.197-43, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l11977.htm>. Acesso em: 20 jun.2021.

_____. **Lei nº 12.424**, de 16 de junho de 2011. Altera a Lei nº 11.977, de 7 de julho de 2009, que dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha Vida - PMCMV e a regularização fundiária de assentamentos localizados em áreas urbanas, as Leis nºs 10.188, de 12 de fevereiro de 2001, 6.015, de 31 de dezembro de 1973, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 4.591, de 16 de dezembro de 1964, 8.212, de 24 de julho de 1991, e 10.406, de 10 de janeiro de 2002 - Código Civil; revoga dispositivos da Medida Provisória nº 2.197-43, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/l12424.htm>. Acesso em: 20 abr. 2021.

_____. Ministério das Cidades. Portaria n. 660, de 14 de novembro de 2018. Dispõe sobre as diretrizes para a elaboração de projetos e estabelece as especificações técnicas mínimas da unidade habitacional e as especificações urbanísticas dos empreendimentos destinados à aquisição e alienação com recursos advindos da integralização de cotas no Fundo de Arrendamento Residencial, e contratação de operações com recursos transferidos ao Fundo de Desenvolvimento Social, no âmbito do Programa Minha Casa, Minha Vida. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, Seção 1, ed. 220, p. 105.

CONHEÇA O 500º EDIFÍCIO CERTIFICADO PELA FUNDAÇÃO VANZOLINI. **Going Green**, 2021. Disponível em: <<http://goinggreen.com.br/2018/12/18/amadis-conheca-o-500-edificio-certificado-pela-fundacao-vanzolini/>>. Acesso em 22 fev. 2021.

CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO. Disponível em: <https://www.caubr.gov.br/wp-content/uploads/2015/09/2_guia_normas_final.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2020.

DÉFICIT HABITACIONAL NO BRASIL [online]. **Fundação João Pinheiro**. Disponível em: <<http://novosite.fjp.mg.gov.br/>>. Acesso em: 22 fev. 2020.

FIGUEIRÓ, M. A Luz e a Sua Relação Com a Saúde. **Lume**, São Paulo, v. 8, n. 44, jun. 2010.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Disponível em: <<http://novosite.fjp.mg.gov.br/>>. Acesso em: 22 fev. 2020.

GBC Brasil Condomínio – Guia Rápido [online]. **GBC Brasil**. Disponível em: <<http://www.gbcbrasil.org.br/>>. Acesso em: 22 fev. 2020.

GP&D CONSULTORIA E PROJETOS. Disponível em: <<https://gped.eng.br/>>. Acesso em: 18 ago. 2019.

IMPACTO DA PANDEMIA NA CONSTRUÇÃO [online]. **CBIC**, 2020. Disponível em: <<http://cbic.br/>>. Acesso em: 29 set. 2020.

MARQUES. Camila de Souza. **Análise crítica da Norma de Desempenho ABNT NBR 15575: 2013 com ênfase em durabilidade e manutenibilidade**. 2015. 74 p. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

MARTAU, B. T. A Luz Além da Visão. **Lume**, v. 7, n. 38, jun. 2009.

MINHA CASA MINHA VIDA. **UOL Economia**, 2019. Disponível em: <<https://economia.uol.com.br/reportagens-especiais/minha-casa-minha-vida-dez-anos/>>. Acesso em: 01 abr. 2021.

OKAMOTO, Patrícia Seiko. **Os impactos da norma brasileira de desempenho sobre o processo de projeto de edificações residenciais**. 2015. 60 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

PINHEIRO, Manuel Duarte. **Ambiente e Construção Sustentável**. 1 ed. Portugal: Instituto do Ambiente, 2006, 243 p.

PROACTIVE CONSULTORIA. Disponível em: <<https://proactiveconsultoria.com.br/>>. Acesso em: 20 fev. 2018.

PROGRAMA CASA VERDE E AMARELA. **Governo Federal**, 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/habitacao/casa-verde-e-amarela/o-programa>>. Acesso em: 10 jan. 2021.

PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA. **Governo Federal**, 2021. Disponível em: <<https://www.cnm.org.br/cms/biblioteca/Diagn%C3%B3stico%20do%20Programa%20Minha%20Casa,%20Minha%20Vida.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2021.

QUINTO JR, L. P. Nova legislação urbana e os velhos fantasmas. **Revista de Estudos Avançados**, São Paulo, v. 17, n. 47, p. 187-196, jan./abr. 2003.

TOCHA, Ricardo. **Benefícios PBQP-H**. Disponível em: <https://certificacaoiso.com.br/beneficios-pbqp-h/> Acesso em 23 set. 2018.

TUDO SOBRE A NORMA DE DESEMPENHO. **BuildIn**, 2021. Disponível em: <<https://www.buildin.com.br/norma-de-desempenho/>>. Acesso em: 22 fev. 2021.

SIMONETTI, Giovana. Brasil é o 5º país do mundo com maior número de “edifícios verdes” certificados. **Forbes**, 2021. Disponível em: <<https://forbes.com.br/forbesesg/2021/06/brasil-e-o-5o-pais-do-mundo-com-maior-numero-de-edificios-verdes-certificados/>>. Acesso em 13 jul. 2021

SUSTENTABILIDADE TAMBÉM ESTÁ PRESENTE EM EDIFÍCIOS POPULARES. **GoingGreen**, 2018. Disponível em: <<http://goinggreen.com.br/2018/11/22/sustentabilidade-tambem-esta-presente-em-edificios-populares/>>. Acesso em 13 jul. 2021.