

Desempenho Ambiental De Um Edifício Em Brasília-Df: Análise Comparativa De Medições In Loco E Simulação Computacional

Chenia Rocha Figueiredo

Doutora Em Estruturas E Construção Civil, Unb
Universidade De Brasília, Brasília – Df, Brasil

Mariana Silva Couto Cavalcanti

Mestre Em Arquitetura E Urbanismo, Unb
Universidade De Brasília, Brasília – Df, Brasil

Cybelle Saad Sabino Freitas Faria

Doutoranda Em Arquitetura E Urbanismo, Unb
Universidade De Brasília, Brasília – Df, Brasil

Valmor Cerqueira Pazos

Mestre Em Educação, Unb
Universidade De Brasília, Brasília – Df, Brasil

Resumo

A norma de desempenho tem impulsionado a busca por maior qualidade nas edificações, sendo está relacionada às condições climáticas e construtivas. O presente estudo avaliou o desempenho térmico, luminoso e acústico de um edifício de uso misto em Brasília comparando dados de simulações computacionais e medições in loco. As medições in loco do edifício revelaram que, quanto maior a área envidraçada, maior a temperatura interna e que a fachada mais quente foi a norte, enquanto as simulações de desempenho térmico conduziram para o uso de estratégias adicionais de sombreamento na fachada norte-oeste. Pode-se observar que essa projeção quadrada, no verão, o lado mais crítico é o norte-oeste para as condições climáticas avaliadas. Os níveis de ruídos foram satisfatórios com a adoção de estratégias construtivas apontadas no relatório de simulação acústica, como o uso de blocos de concreto com maior espessura, preenchidos com argamassa, entre quartos adjacentes de unidades diferentes. Observou-se os desafios para alcançar os padrões rigorosos estabelecidos pela norma de desempenho, sendo fundamental a combinação de diferentes estratégias projetuais e construtivas, evidenciando a eficiência da simulação computacional como ferramenta preditiva para alcançar esses padrões construtivos.

Palavras-chave: norma de desempenho; simulação computacional; medições in loco; Brasília.

Date of Submission: 10-02-2025

Date of Acceptance: 20-02-2025

I. Desempenho Ambiental

A crescente busca por qualidade de vida nos ambientes construídos e a importância da sustentabilidade têm impulsionado a valorização do desempenho ambiental nas edificações. Nesse sentido, novas tecnologias e materiais inovadores permitem projetar e construir edificações com melhor desempenho térmico, lumínico e acústico, além de reduzir o consumo de energia e o impacto ambiental (Lamberts, 2015).

A busca por integrar a edificação ao clima e ao ambiente é uma das premissas da arquitetura bioclimática, que visa a criação de espaços mais sustentáveis e eficientes. Utilizando estratégias de projeto que promovam o desempenho ambiental e a eficiência energética, a arquitetura bioclimática contribui para a redução do impacto ambiental das construções, ao mesmo tempo que proporciona maior conforto e bem-estar aos usuários (Levisky e Aguiar, 2020).

Corbella e Yannas (2003) destacam a importância da simulação computacional para a análise do desempenho ambiental, pois permite prever o comportamento da edificação em diferentes condições e auxiliar na tomada de decisões durante o projeto. Os autores ressaltam que a simulação computacional, em conjunto com as medições in loco, contribui para a criação de ambientes mais confortáveis e eficientes em termos de consumo de energia.

Diante disso, a crescente busca por edificações com melhor desempenho ambiental na construção civil torna relevante a análise da aplicação da norma de desempenho. Esta pesquisa investigou como uma edificação no bairro Noroeste, em Brasília, incorpora os conceitos e parâmetros da NBR 15575, avaliando seus impactos nos desempenhos acústico, lumínico e térmico. A partir de simulações computacionais realizadas por empresas especializadas e medições *in loco*, os resultados foram comparados, para perceber o que pode ter influenciado o desempenho ambiental e se os requisitos da norma foram atendidos.

II. Metodologia

O estudo analisou, de forma comparativa, dados de simulações computacionais com medições obtidas *in loco* em edifícios na cidade de Brasília, verificando os desafios da implementação da NBR 15575 na fase de projeto e construção, baseada na metodologia proposta por Oliveira (2016).

Na etapa de simulação computacional, os dados foram obtidos diretamente na construtora, que contratou escritórios especializados para realizar as simulações de desempenho térmico, lumínico e acústico. Esses escritórios utilizaram softwares específicos e modelos computacionais detalhados para prever o desempenho dos edifícios em diferentes condições. As simulações foram realizadas com base nos projetos arquitetônicos, nas características dos materiais e nas condições climáticas de Brasília.

É fundamental destacar que a confiabilidade dos dados de simulação depende da qualidade do modelo computacional e da expertise do profissional que o elaborou (Corbella e Yannas, 2003).

Em paralelo, as medições *in loco* foram coletadas após a conclusão da obra, ainda sem ocupação do edifício, utilizando equipamentos de medição calibrados para coletar dados sobre o desempenho real.

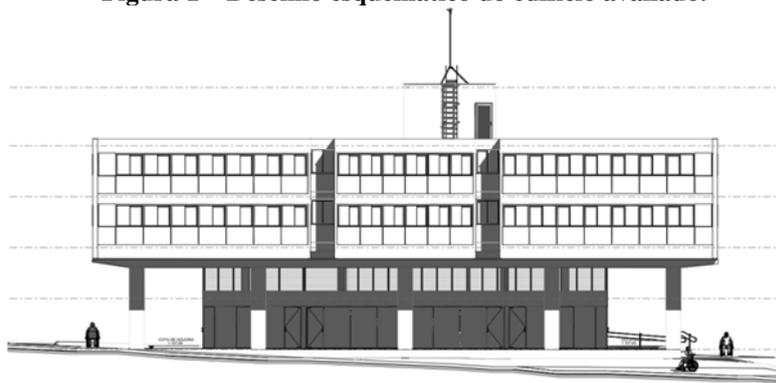
As medições *in loco* ocorreram com o aparelho Termo-Higro-Decibelímetro-Luxímetro Digital Portátil TDHL 400, da Instrutherm, que permite a medição de temperatura, umidade, nível de ruído e iluminância. A escolha desse instrumento se justifica por sua praticidade e capacidade de fornecer dados confiáveis para a análise do desempenho ambiental em ambientes internos (Souza *et al.*, 2018).

A iluminância foi medida em lux em pontos centrais nos ambientes, a temperatura do ar foi medida em graus Celsius, a intensidade sonora foi obtida em decibéis em diversos pontos dos ambientes. Essas medições foram realizadas com o objetivo de coletar dados quantitativos sobre as condições de desempenho ambiental dos edifícios analisados.

O método utilizado para este trabalho é o estudo de caso. Segundo Yin (2010), essa estratégia vai ao encontro da necessidade de planejamento e análise de dados, além de fornecer os parâmetros necessários para sua coleta.

O edifício possui área construída de 15000 m² distribuídas em 2 pavimentos e pilotis, tendo apartamentos de um dormitório por unidade, com áreas de 30 a 53 m², todos com acabamento de alto padrão (Figura 1). O empreendimento foi concluído em 2023.

Figura 1 – Desenho esquemático do edifício avaliado.



Fonte: Os autores.

Medições *in loco*

A coleta de dados nas edificações ocorreu após a finalização da obra. Foram coletados dados em diferentes pontos dos ambientes internos, incluindo sala de estar, quartos e cozinha.

Foi utilizado o aparelho Termo-Higro-Decibelímetro-Luxímetro digital portátil, TDHL 400, da Instrutherm, com o intuito de mensurar as variáveis ambientais do espaço, realizar a coleta dos dados de qualidade de iluminação natural, qualidade sonora e térmica dos residenciais.

A metodologia utilizada nas medições *in loco* se assemelha à utilizada em outros trabalhos sobre desempenho ambiental de edificações, como o estudo de Sorgato *et al.* (2014) sobre desempenho acústico de fachadas e a pesquisa de Corbella e Yannas (2003) sobre conforto térmico em diferentes climas.

Simulação computacional

A simulação computacional é uma ferramenta essencial no processo de projeto, que permite avaliar o comportamento da edificação antes mesmo de sua construção, exigindo a apresentação de simulações computacionais para comprovar o atendimento aos requisitos mínimos de desempenho. Os relatórios técnicos contendo os detalhes das simulações que são apresentados nesta pesquisa foram cedidos pela empresa responsável pela construção das edificações.

Desempenho térmico

O desempenho térmico é uma exigência para a qualidade da edificação e o conforto dos usuários, almejando garantir saúde, melhorar a habitabilidade e a segurança, bem como diminuir o gasto de energia elétrica das edificações, tendo seus critérios estabelecidos na NBR 15575.

A modelagem dos ambientes com relação à geometria dos espaços, cores de acabamentos internos e externos, tipo e tamanho de fechamentos transparentes foi realizada conforme projeto arquitetônico cedido pela construtora.

No método da simulação computacional, a avaliação é separada em situações de dia típico de verão e de inverno, onde compara-se a diferença entre as temperaturas do ar interno e externo. No caso de Brasília, no dia típico de verão, o ambiente atende ao desempenho mínimo se atingir até 31,2°C.

Desempenho lumínico

As dependências foram modeladas com software ReluxPro – 2014, versão 1.2.0 e simuladas com o método de Raytracing, atendendo as exigências da NBR 15575 e compõem o relatório técnico elaborado pela empresa contratada pela construtora responsável pela execução da edificação.

Para as edificações residenciais, a norma de desempenho apresenta níveis mínimos de iluminação dentro dos espaços de ocupação prolongada, como quartos, salas, cozinhas e áreas de serviço. Ela define que, nesses ambientes, é necessário uma iluminância mínima de 60 lux no plano de trabalho (a 0,75 m de altura) no centro do ambiente, considerando um dia com nebulosidade média.

A NBR 15575 recomenda que a avaliação do desempenho lumínico seja realizada nos ambientes onde os usuários passam a maior parte do tempo, como salas de estar, dormitórios, cozinhas e áreas de serviço. Para atender ao nível mínimo requerido, as simulações acontecem com os dados dos dias 23 de abril e 23 de outubro, às 09h30min e às 15h30min, com céu parcialmente nublado (50% de nuvens). Banheiros, corredores, escadarias, garagens e estacionamentos não possuem exigência para atendimento ao nível mínimo.

Desempenho acústico

As simulações computacionais foram realizadas com o software Insul, que permitiu modelar a propagação sonora nos edifícios e prever o desempenho acústico dos diferentes elementos construtivos. Os dados de entrada para as simulações foram obtidos a partir dos projetos arquitetônicos também fornecidos pela construtora, memoriais descritivos e especificações técnicas dos materiais.

A norma de desempenho estabelece limites para o isolamento sonoro entre unidades autônomas, entre unidades autônomas e áreas comuns, e para o isolamento acústico de fachadas. A análise comparativa entre os resultados e os requisitos da norma permitiu avaliar a conformidade dos edifícios com as exigências de desempenho acústico.

III. Análise E Discussão Dos Resultados

Medições *in loco*

O apartamento 116 apresentou um dos menores valores médios de iluminância, equivalente a 603 lux. Esta unidade possui planta profunda, sendo a área de serviço e a extremidade da cozinha mais prejudicados no aspecto luminoso, contudo a presença do terraço descoberto e o uso de vidro incolor em toda a abertura da esquadria para o terraço se mostraram suficientes para atingir o desempenho lumínico solicitado pela norma de desempenho.

Pode-se observar que o apartamento 106 apresentou os melhores resultados de iluminância, entre 888 a 943 lux, o que pode ser resultado da extensa área envidraçada, com janelas em duas fachadas por ser uma unidade de canto. Essa configuração, somada à orientação solar predominantemente oeste, maximiza a captação de luz natural, corroborando os achados de Frota e Schiffer (2003) que destacam a influência da orientação e da área de abertura na iluminância. Além disso, a ausência de obstruções por outros edifícios na fachada oeste, favorece a entrada de luz natural, principalmente no período da tarde, quando a incidência solar nessa fachada é mais intensa.

O apartamento 219 possui posição mais interna e fachada norte, que em Brasília recebe a maior incidência solar direta ao longo do dia, especialmente durante o verão. Essa incidência solar elevada pode ter contribuído significativamente para o seu aquecimento. A sua posição pode ter dificultado a ventilação natural, mesmo com a presença de janelas na fachada norte. A ventilação cruzada, estratégia eficiente para o resfriamento passivo de edificações, pode ser comprometida em unidades localizadas em posições mais internas, com menor fluxo de ar.

Silva *et al.* (2023) observaram em seu estudo que a ventilação natural é um fator importante no desempenho térmico, e que unidades com ventilação cruzada apresentam temperaturas mais amenas.

A unidade 115, com fachada leste, recebe sol direto apenas durante a manhã, e com menor intensidade em comparação com o sol da tarde na fachada oeste. Essa menor incidência solar pode ter contribuído para temperaturas mais amenas no apartamento 115. Por estar mais suscetível à ventilação, pode ter se beneficiado da renovação do ar e da remoção do calor do ambiente interno. Mesmo com a ventilação cruzada limitada pela presença de janelas apenas nas fachadas leste, a ventilação natural pode ter contribuído para o desempenho térmico da unidade.

Corbella e Yannas (2003) destacam a importância da ventilação natural e da orientação solar para o conforto térmico. No caso do apartamento 219, a maior incidência solar na fachada norte e a ventilação limitada podem ter contribuído para o desempenho inferior, enquanto no apartamento 115, a menor incidência solar na fachada leste e a ventilação natural podem ter favorecido o desempenho térmico.

O apartamento 106 se destaca com os menores valores de decibéis, com variação entre 22,8 dB e 27,3 decibéis na fachada oeste. Por outro lado, o apartamento 115, localizado na fachada leste, apresentou os maiores valores de decibéis, variando entre 22,3 dB e 27,5 decibéis. A proximidade com a rua e a ausência de elementos que bloqueiem o ruído podem explicar a variação de desempenho acústico entre os apartamentos. Os demais apartamentos (116, 117 e 219) apresentaram valores intermediários de decibéis, variando entre 22,5 e 27,7 decibéis.

Simulação computacional

As unidades com melhor desempenho luminoso do edifício na simulação computacional foram a 106 e a 113, apresentando desempenho superior em todos os cômodos. Tais unidades encontram-se na fachada sul e norte, respectivamente, ou seja, lados opostos do edifício, contudo possuem a mesma planta baixa, o que pode induzir ser a opção mais favorável no quesito lumínico.

Obteve-se também, desempenho lumínico superior na sala e dormitório 2 das unidades 105 e 107, na sala e dormitórios 1 e 2 do apartamento 111, na sala e dormitório dos apartamentos 115, 116 e 215 e na cozinha/área de serviço e dormitório do apartamento 219.

Pode-se observar na unidade 107 que a cozinha e o dormitório 2 no período da manhã, tanto no mês de abril como em outubro, foram os cômodos que apresentaram desempenho mínimo, o que provavelmente ocorreu pelo fato de serem mais profundos.

O edifício mostrou que o principal desafio encontrado para alcançar unidades habitacionais bem iluminadas foi a profundidade de algumas plantas, principalmente as que apresentaram algum alargamento nos lados opostos à entrada de luz natural, como nas unidades 115 e 215. Em sua maioria, os cômodos atendem aos níveis intermediário e superior dos critérios da norma de desempenho lumínico.

As unidades localizadas nos cantos, como o apartamento 106, apresentaram melhor desempenho, com iluminância superior em todos os cômodos, o que ocorreu devido a maior área envidraçada e a dupla orientação solar.

As unidades 210, 209 e 206 foram simuladas para o verão, e as unidades 203 e 204 no inverno conforme relatório de desempenho térmico realizado pela empresa especializada (Ambiente eficiente, 2023).

Os resultados da simulação computacional demonstraram que a temperatura operativa nos ambientes do apartamento 210 ultrapassaram o limite superior durante o dia, indicando a necessidade de estratégias para reduzir o ganho de calor e melhorar o conforto térmico. No apartamento 209, as temperaturas se mantiveram abaixo do limite na maior parte do tempo, com exceção de alguns horários no final da tarde. Essa diferença de desempenho entre os apartamentos pode ser explicada pela variação na orientação solar, na área de janelas e na presença de elementos de proteção solar.

A simulação computacional indicou a necessidade de aumentar a área de bloqueio na fachada noroeste, criando maior altura do peitoril interno para barreira solar.

Na análise da simulação pode-se observar que algumas paredes internas, inicialmente pensadas em serem executadas com blocos cerâmicos de 11,5 cm, não atingiram o desempenho acústico mínimo de 45 dB exigido pela NBR 15575-4, sendo sugerido o preenchimento das fiadas com argamassa e a substituição por blocos de concreto de 14 cm.

Essa necessidade de adequação corrobora as observações de Sorgato *et al.* (2014), que destacam a influência da composição e espessura das paredes no desempenho acústico de edifícios residenciais. A utilização

de materiais com maior massa e densidade, como o bloco de concreto, contribui para um melhor isolamento sonoro, conforme também observado por Bistafa (2021).

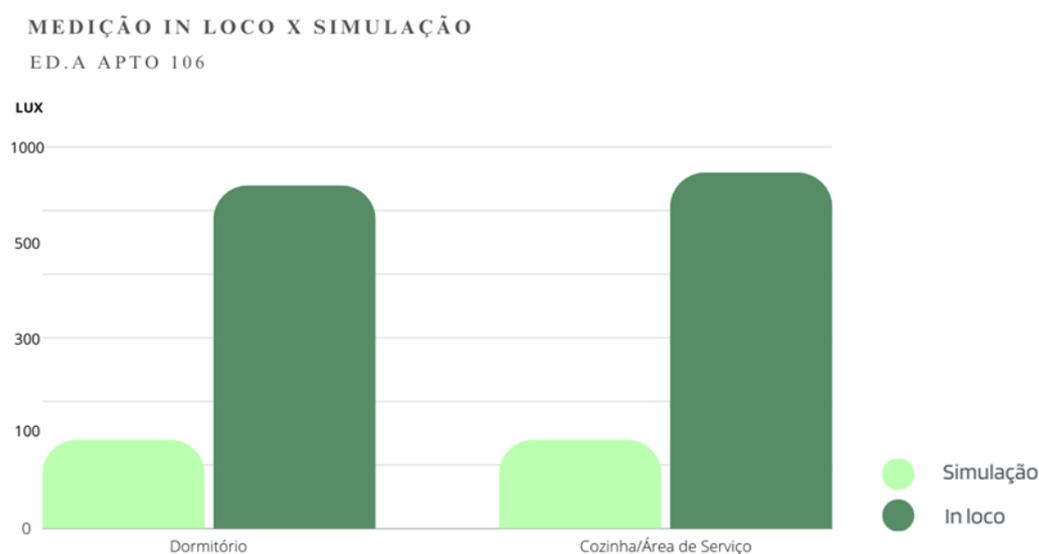
Para reduzir o ruído de impacto entre unidades habitacionais, sugere-se a instalação de contrapisos com manta acústica ou a utilização de lajes flutuantes. Com o intuito de aumentar o isolamento acústico entre unidades habitacionais e entre ambientes de uso comum, recomenda-se o uso de paredes duplas com lã mineral ou a substituição de materiais por outros com maior massa e densidade (Síntese acústica, 2021).

As paredes de divisa entre unidades autônomas, inicialmente projetadas com blocos cerâmicos de 11,5 cm, necessitavam de reforço com blocos de concreto de 14 cm e preenchimento das fiadas com argamassa; algumas lajes precisam de forros acústicos para reduzir a propagação de ruídos de impacto; e as esquadrias de alguns dormitórios precisam de maior índice de redução sonora.

Análise comparativa do desempenho: simulação computacional e medições *in loco*

A Figura 2 apresenta uma comparação entre os resultados obtidos *in loco* e na simulação computacional da unidade 106 para os ambientes sala/cozinha/área de serviço e dormitório. A iluminância obtida pela simulação foi de 120 lux e *in loco* alcançou 971 lux, sendo que, na medição *in loco* foi utilizada a escala de até 20000 lux enquanto na simulação a escala é até 1000 lux, o que dá maior precisão na primeira.

Figura 2 - Iluminância, em lux, obtida pela simulação computacional e *in loco* do apartamento 106 do edifício.



As unidades 115, 116, 117, 215 e 218 apresentaram menor desempenho na simulação no ambiente cozinha/área de serviço e as unidades voltadas para o interior do primeiro andar, que recebem o sombreamento do próprio edifício, como a 115 e 215, além de serem mais profundas possuem um alargamento dentro da unidade no lado oposto à entrada da luz natural, o que poderia prejudicar seu desempenho luminoso. Contudo, nas medições *in loco* dessas unidades, pode-se observar que, mesmo na cozinha/área de serviço que estão mais distantes, a iluminância média obtida foi acima de 600 lux, alcançando desempenho superior.

O apartamento 116, localizado na fachada leste, com geometria mais profunda, mostrou pela simulação, ter desempenho mínimo na cozinha/área de serviço, locais que foram definidos como lavanderia e shaft. Os dados da medição *in loco* mostraram que o uso do terraço descoberto e esquadria com maior transmitância em todo o vão foi satisfatório.

A comparação entre os valores de iluminância medidos *in loco* e os valores simulados para o apartamento 106 revelou diferenças significativas em alguns ambientes. Na sala de estar/jantar, a iluminância medida foi 30% superior à iluminância simulada, enquanto no dormitório a diferença foi de 15%. Essas diferenças podem ser explicadas por diversos fatores, como a variação da luminosidade natural ao longo do dia e a precisão do modelo computacional. É importante destacar que, apesar das diferenças, ambos os métodos indicaram um desempenho lumínico satisfatório para o apartamento 106, com valores acima do mínimo exigido pela NBR 15575.

Portanto, as medições *in loco* mostraram valores de desempenho lumínico adequados para todos os ambientes, bem acima dos valores da simulação computacional. Isso leva a entender que os materiais construtivos empregados, como o vidro, apresentou uma refletância maior que a simulada, e que as condições de nebulosidade nos dias das medições eram satisfatórias. Destaca-se que Brasília possui boa incidência de luz solar, com boa

luminosidade. Os resultados indicam que os edifícios avaliados recebem mais luz natural do que o esperado, o que contribui para o desempenho luminoso e o bem-estar dos moradores.

A análise comparativa do desempenho térmico do edifício revela diferenças mínimas entre as temperaturas simuladas e as medidas *in loco*. No apartamento 106 a temperatura na sala foi de 25,7°C, enquanto na simulação foi 28,1°C, uma diferença de 8,5%; e no apartamento 115 a temperatura na sala foi de 26,7°C, enquanto a simulada foi de 27,8°C, uma diferença de 4%. Essa diferença pode ocorrer pelas condições climáticas nos dias das medições.

Em estudo semelhante em Brasília demonstrou que outro caminho, bem mais oneroso, é a especificação de vidros duplos com fator solar baixo, isolamento muito eficiente de cobertura e uso de proteções solares externas ou internas (cortinas e persianas), cuja utilização e manutenção dependem do usuário (Glehn e Kos, 2021).

As simulações computacionais do edifício indicaram que todos os apartamentos atendem aos requisitos mínimos de isolamento acústico da NBR 15575. As medições *in loco* confirmaram os resultados das simulações, com níveis de ruído dentro dos limites aceitáveis em todos os ambientes. Pode constatar que a localização dos apartamentos em relação às fontes de ruído (ruas, áreas de lazer, etc.) influencia significativamente no desempenho acústico, sendo que as esquadrias e as juntas de vedação, de bom desempenho, influenciaram significativamente para o desempenho acústico.

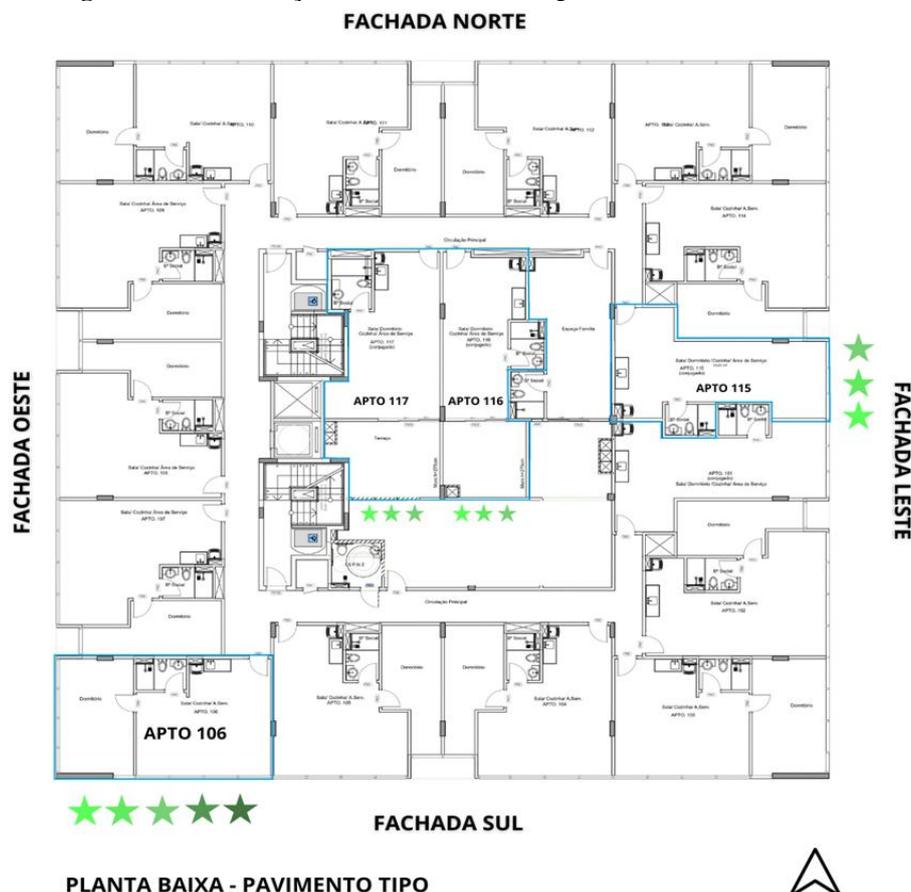
É importante considerar o tipo de vidro, a espessura e a presença de câmaras de ar para garantir o desempenho acústico adequado (Bistafa, 2021). Braga e Amorim (2013) reforçam que o som, sentido por variações da pressão do ar, são produzidos por diversas fontes, com um objeto móvel, como um carro em uma avenida ou por um ventilador dentro da unidade.

Avaliação geral

Os resultados de desempenho dependem de vários fatores, além do tamanho da área envidraçada, do tipo de vidro, da composição dos fechamentos opacos, principalmente da cobertura, e da geometria do ambiente.

A Figura 3 apresenta, em um esquema ilustrativo da envoltória do edifício, o resumo da classificação do desempenho luminoso das unidades avaliadas com base nas medições *in loco*. A classificação utilizada foi de iluminância, sendo 3 estrelas atribuídas para valores até 600 lux; 4 estrelas para valores entre 601 e 700 lux; e 5 estrelas para valores acima de 700 lux, semelhante à proposta visual apresentada por Araújo (2021).

Figura 3 – Classificação resumida do desempenho luminoso do edifício.

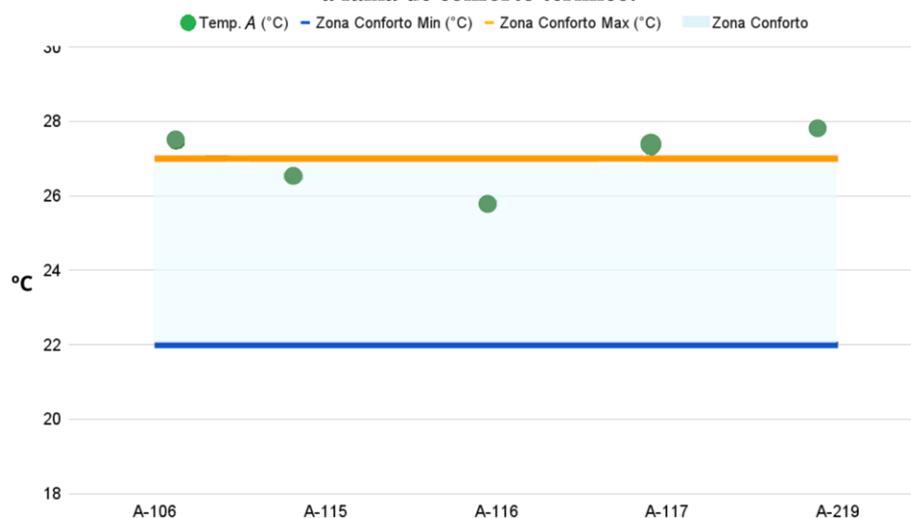


É possível observar que os apartamentos com maior iluminância são aqueles localizados nas extremidades do edifício, como a unidade 106, que recebe luz natural de duas fachadas e possui grande área envidraçada, mostrando que a incidência solar na edificação possui relação direta com o conforto lumínico.

Os resultados mostraram que o desempenho luminoso foi alcançado com a correta combinação do tipo de vidro e a área envidraçada do edifício.

As unidades nos pavimentos mais altos possuem recebem maior incidência solar, especialmente na fachada norte. A Figura 4 apresenta os valores da temperatura, em °C, dos apartamentos 106, 115, 116, 117 e 219, respectivamente, do edifício e representa a zona de conforto entre as linhas azul e laranja. Pode-se observar que as unidades 106, 117 e 219 necessitam de maiores cuidados no mês de abril, onde foram coletadas as medidas da temperatura no presente estudo.

Figura 4 - Valores médios da temperatura, em °C, dos apartamentos 106, 115, 116, 117 e 219 do edifício e a faixa de conforto térmico.



A localização da unidade 116, central, mais próxima à fachada leste, está menos exposta ao calor, beneficiando do efeito de massa térmica das paredes adjacentes. Já o apartamento 117, mais próximo à extremidade oeste, fica mais suscetível ao calor do sol da tarde, mesmo com as aberturas voltadas para o sul.

Outro fator a ser considerado é a ventilação natural, o apartamento 117 possui metragem maior em relação ao apartamento 116, mas suas aberturas têm a mesma dimensão, o que resulta em mais ventilação proporcionalmente para a unidade 116.

É importante observar que outros fatores, como a área das aberturas, a presença de elementos de proteção solar e a ventilação natural, também podem influenciar o desempenho térmico e devem ser considerados na análise.

Pode-se observar que os valores de ruído de impacto entre unidades está bem abaixo do limite de 80 dB, indicando bom isolamento acústico entre os apartamentos. O mesmo ocorre com o ruído aéreo entre unidades (DnTw), cujos valores estão acima do mínimo de 45 dB.

IV. Conclusões

A norma de desempenho representa um considerável avanço na busca pela melhoria na qualidade da construção civil brasileira.

A metodologia utilizada, que combinou simulações computacionais e medições *in loco* realizadas na pesquisa, permitiu uma análise abrangente do desempenho ambiental do edifício, considerando tanto as condições de projeto quanto o comportamento real da edificação.

As simulações computacionais demonstraram sua importância na análise prévia para auxiliar nas decisões de projeto e construtivas, garantindo a qualidade da edificação, solucionando antecipadamente decisões de projeto e construtivas.

Recomenda-se em unidades com plantas mais profundas o uso de cores claras nos revestimentos e esquadrias com grandes áreas envidraçadas, mantendo o distanciamento adequado entre as edificações e obstáculos como muros e taludes.

Este estudo contribuiu para o aprofundamento do debate sobre a aplicação da NBR 15575 no contexto climático e construtivos utilizados nas edificações avaliadas em Brasília, e destaca a importância da análise

integrada dos desempenhos térmico, acústico e lumínico para a criação de edificações mais eficientes, confortáveis e sustentáveis.

Referências Bibliográficas

- [1] Abnt. Nbr 10151. Acústica- Avaliação Do Ruído Em Áreas Habitadas, Visando O Conforto Da Comunidade- Procedimento. Rio De Janeiro, 2000.
- [2] Abnt. Nbr 10152. Níveis De Ruído Para Conforto Acústico. Rio De Janeiro, 1987.
- [3] Abnt. Nbr 15220-2. Desempenho Térmico De Edificações- Parte 2: Métodos De Cálculo Da Transmitância Térmica, Da Capacidade Térmica, Do Atraso Térmico E Do Fator Solar De Elementos E Componentes De Edificações. Rio De Janeiro, 2005.
- [4] Abnt. Nbr 15220-3. Desempenho Térmico De Edificações - Parte 3: Zoneamento Bioclimático Brasileiro E Diretrizes Construtivas Para Habitações. Rio De Janeiro, 2005.
- [5] Abnt. Nbr 15575-1. Edificações Habitacionais- Desempenho. Parte 1: Requisitos Gerais. Rio De Janeiro, 2013.
- [6] Abnt. Nbr 15575-4. Edificações Habitacionais- Desempenho. Parte 4: Requisitos Para Os Sistemas De Vedações Verticais Internas E Externas- Svvic. Rio De Janeiro, 2013.
- [7] Abnt. Nbr 15575-5. Edificações Habitacionais- Desempenho. Parte 5: Requisitos Para Os Sistemas De Coberturas. Rio De Janeiro, 2013.
- [8] Abnt. Nbr Iso/Cie 8995. Iluminação De Ambientes De Trabalho. Rio De Janeiro, 2013.
- [9] Ambiente Eficiente. Relatório Final: Análise De Desempenho Lumínico Para Atendimento À Nbr 15575. Brasília: Ambiente Eficiente, 2023. 63p.
- [10] Ambiente Eficiente. Relatório Final: Análise De Desempenho Térmico Para Atendimento À Abnt Nbr 15575. Brasília: Ambiente Eficiente, 2023. 33p.
- [11] Araújo, I. A. L. Eficácia De Diretrizes Construtivas Para His Unifamiliar No Brasil Com Base No Conceito De Conforto Adaptativo. Tese (Doutorado) - Universidade Federal De Alagoas, Maceió, 2021.
- [12] Bistafa, S. R. Acústica Aplicada Ao Controle De Ruído. 3ª Ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2021.
- [13] Braga, D. K.; Amorim, C. N. Desempenho Acústico De Edifícios: Conceitos E Aplicações. In: Encontro Nacional De Conforto No Ambiente Construído, 11., 2013, Maceió. Anais [...]. Maceió: Antac, 2013. P. 1-10.
- [14] Corbella, Oscar; Yannas, Simos. Em Busca De Uma Arquitetura Sustentável Para Os Trópicos - Conforto Ambiental. Rio De Janeiro: Revan, 2003.
- [15] Frota, A. B. E Schiffer, S. R. Manual De Conforto Térmico. São Paulo: Studio Nobel, 2003.
- [16] Glehn, P. V. E Kos, D. Reflexão Sobre O Impacto Dos Códigos Edifícios No Desempenho Térmico E Lumínico De Edifícios Residenciais Do Bairro Noroeste, Brasília-Df. Revista Paranoá. N. 30, Edição Temática: Olhares De Reabilitação Sustentável 3. Doi 10.18830/Issn.1679-0944.N30.2021.02
- [17] Lamberts, Roberto; Lamberts, Karin. Sustentabilidade E Arquitetura: Uma Visão Abrangente. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2015.
- [18] Levisky, A.; Aguiar, S. Arquitetura Bioclimática: Guia Para Projetos Sustentáveis. São Paulo: Editora Gustavo Gili, 2020.
- [19] Oliveira, Ana Luíza Alves De. Avaliação Das Condições De Desempenho Acústico, Lumínico E Térmico Em Edificações De Porte Monumental: Um Estudo De Caso Da Biblioteca Central E Do Restaurante Universitário Da Universidade De Brasília. 2016.
- [20] Silva, A. B., Et Al. Ventilação Natural Cruzada Em Edifícios Residenciais De Brasília: Impactos No Conforto Térmico Durante Períodos De Seca. Revista Brasileira De Conforto Ambiental, 15(2), 45-58, 2023.
- [21] Síntese Acústica Arquitetônica. Caderno De Especificações Técnicas De Desempenho Acústico Segundo Nbr 15575. Brasília: Síntese Arquitetura, 2021. 25p.
- [22] Sorgato, M. J. Et Al. Desempenho Acústico De Fachadas: Estudo De Caso Em Edifícios Multifamiliares Em Curitiba. Ambiente Construído, Porto Alegre, V. 14, N. 3, P. 135-151, Jul./Set. 2014.
- [23] Souza, J. C. Et Al. Avaliação Do Conforto Ambiental Em Escolas Públicas De Ensino Fundamental: Estudo De Caso Em Escolas Do Município De Florianópolis. Ambiente Construído, Porto Alegre, V. 18, N. 4, P. 223-240, Out./Dez. 2018.
- [24] Souza, L. G.; Medeiros, A. C. De; Bragança, L. Conforto Acústico Em Edificações Residenciais: Uma Revisão Sistemática Da Literatura. Revista Brasileira De Ciências Ambientais (Online), V. 57, P. 341-357, 2021.
- [25] Yin, R. K. Estudo De Caso: Planejamento E Métodos. 4. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.