

Percepção da iluminação natural no ambiente residencial de acordo com os usuários

Daylighting perception in residential spaces according to users

Percepción de la iluminación natural residencial según los usuarios

Claudia Rocha Guidi 

Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura, Departamento de Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo.
Belo Horizonte (MG), Brasil.

Roberta V. Gonçalves Souza * 


Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura, Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável.
Belo Horizonte (MG), Brasil.
robertavgs@ufmg.br

Bruno G. de Melo Almeida 

Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura, Departamento de Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo.
Belo Horizonte (MG), Brasil.

Carolina Lemonge Amorim 

Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura, Departamento de Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo.
Belo Horizonte (MG), Brasil.

Giovanna B. de Souza Machado 

Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura, Departamento de Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo.
Belo Horizonte (MG), Brasil.

* Autora correspondente.

CRediT

Contribuição de autoria: Concepção, análise, coleta de dados, metodologia, supervisão, validação, visualização, redação – rascunho original: GUIDI, C. R.; Concepção, análise, metodologia, supervisão, redação – rascunho original, redação – revisão e edição: SOUZA, R. V. G.; Análise, visualização, redação – rascunho original: ALMEIDA, B. G. M.; Visualização, redação – rascunho original: AMORIM, C. L.; Visualização, redação – rascunho – original: MACHADO, G. B. S.

Conflitos de interesse: Os autores certificam que não há conflito de interesse.

Financiamento: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq): Bolsa de produtividade em Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora e bolsas de Iniciação Científica; Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG): bolsas de Iniciação Científica.

Aprovação de ética: Não se aplica.

Uso de I.A.: Os autores certificam que não houve uso de inteligência artificial na elaboração do trabalho.

Editores responsáveis: Daniel Sant'Ana (Editor-Chefe); Caio Frederico e Silva (Editor Associado); Joara Cronemberguer (Editora Associada); Simone Buiate Brandão (Assistente editorial).

Resumo

No Brasil, tanto a NBR 15.575 quanto a NBR 15.215 estão em processo de revisão na área de iluminação natural, passando a incluir novos índices de avaliação relacionados às preferências humanas. Sendo assim, este estudo visou compreender, a percepção de usuários na utilização do espaço residencial de forma a embasar eventuais dispositivos de normatização. A metodologia consistiu na realização de questionário *on-line*, aplicado em 2020, contando com 542 respostas válidas de todo o território nacional. Para análise de resultados foi usada a escala Likert. Os resultados mostraram que residências localizadas em regiões adensadas tiveram as piores médias ponderadas na avaliação da qualidade da iluminação natural e que a presença de maiores aberturas para iluminação, por sua vez, gerou melhores resultados. Nas cozinhas, constatou-se que a iluminação indireta pela área de serviço, assim como o seu layout afetam a percepção da disponibilidade de luz natural no interior daquele ambiente, sendo indicado como o segundo de maior prioridade para uma boa iluminação natural. Verificou-se ainda que há demanda para melhor iluminação natural dos banheiros. De modo geral os resultados revelam correlação entre fatores que influenciam na disponibilidade de luz natural e a percepção dos usuários, podendo esta percepção ser usada no estabelecimento de normativas.

Palavras-chave: Iluminação natural; Percepção ambiental; Qualidade do projeto; Normatização.

Abstract

In Brazil, both NBR 15.575:2013 and NBR 15.215:2005 are in the process of being revised, including new evaluation indexes related to human preferences. Thus, this study aimed to understand the perception of occupants in the use of residential space to support eventual normatization indications. The methodology consisted of conducting an on-line questionnaire, applied in 2020, with 542 valid responses from all over the country. The Likert scale was used to analyze the results. The results showed that residences located in dense regions had the worst weighted averages in the evaluation of the quality of daylight and that the presence of larger openings for lighting, in turn, generated better results. In the kitchens, it was found that the indirect lighting by the service area, as well as the kitchen layout affect the perception of the availability of daylight of the space, this being the second environment indicated as being of higher priority for good daylighting. It was also found that there is a demand for better daylighting of the bathrooms. Generally speaking, the results reveal a correlation between factors that influence the daylight availability and the perception of users, and its consideration is considered of paramount importance for the adequate definition of metrics of the Brazilian regulations.

Keywords: Daylighting; Environmental perception; Design quality; Standardization.

Resumen

En Brasil, tanto la NBR 15.575:2013 como la NBR 15.215:2005 están en proceso de revisión, incluyendo nuevos índices de evaluación relacionados con las preferencias humanas. Por lo tanto, este estudio tuvo como objetivo comprender la percepción de los usuarios en el uso del espacio residencial para apoyar eventuales dispositivos de normatización. La metodología consistió en la realización de un cuestionario *on-line*, aplicado en 2020, con 542 respuestas válidas de todo el país. Se utilizó la escala Likert para analizar los resultados. Los resultados mostraron que las residencias ubicadas en regiones densas tuvieron los peores promedios ponderados en la evaluación de la calidad de la luz natural y que la presencia de aberturas más grandes para la iluminación, a su vez, generó mejores resultados. En las cocinas, se encontró que la iluminación indirecta por el área de servicio, así como el diseño de la cocina afectan la percepción de la disponibilidad de luz natural dentro del espacio, siendo este el segundo ambiente indicado como de mayor prioridad para una buena iluminación natural. Se ha verificado que hay necesidad de mejor iluminación natural para los baños. De manera general Los resultados revelan una correlación entre los factores que influyen en la disponibilidad de luz natural y la percepción de los usuarios, y su consideración es de suma importancia para la dirección adecuada en el establecimiento de métricas de las normas brasileñas.

Palabras-clave: Iluminación natural; Percepción ambiental; Calidad del proyecto; Estandarización.

1 Introdução

A iluminação natural, ou luz do dia, é a principal fonte de luz para a garantia das necessidades de iluminação nas edificações (CEN, 2018b, p. 6), constituindo-se como uma componente fundamental da arquitetura (Morales-Bravo; Navarrete-Hernandez, 2022). Nesse sentido, a iluminação natural é preferida pelos usuários para iluminar ambientes internos (CEN, 2018b, p.6), sendo sua percepção o conforto visual pautados pela relação entre aspectos quantitativos e qualitativos da luz (Jamrozik *et al.* 2019). Fleming *et al.* (2018) e Lundgren (2013) verificaram, inclusive a participação da luz natural no valor percebido dos imóveis, refletindo na decisão de compra e aluguel de habitações.

Conforme a normativa europeia EN 12.665:2018, o ambiente visual propicia uma condição subjetiva de bem-estar visual ao indivíduo (CEN, 2018a), em que a qualidade do ambiente interno afeta significativamente o desempenho dos usuários no que tange a aspectos fisiológicos, comportamentais e cognitivos (Wang *et al.*, 2021). Paralelo a isso, os seres humanos passam cerca de 80 a 90% do tempo dentro de edificações, ou seja, imersos em ambientes luminosos (Seo *et al.*, 2021), dinâmica essa que foi potencializada pelo período de pandemia da Covid-19, uma vez que, devido ao isolamento social, a maioria das atividades passaram a ser desempenhadas no âmbito residencial (Santiago *et al.*, 2021).

Nessa perspectiva, houve a alteração no uso das residências por meio da ampliação das atividades visuais nelas realizadas, haja visto que elas se tornaram locais de estudo e de trabalho - pelo regime de home office -, modificando, assim, a percepção dos usuários acerca dos ambientes visuais. Isso se deve, sobretudo, à improvisação de ambientes para o exercício dessas tarefas que, em geral, não garantem condições adequadas ao conforto visual do usuário (Amorim *et al.*, 2021).

A ocupação e as interações com dispositivos no edifício são influenciadas por variáveis relacionadas ao ambiente, ao tempo e aleatórias. As variáveis relacionadas ao meio ambiente incluem aspectos relacionados à orientação solar, à envoltória, ao layout do edifício e ao clima local entre outros. As variáveis relacionadas ao tempo compreendem a rotina dos usuários influenciada pelo horário do dia e pelo dia da semana. Já variáveis psicológicas raramente são consideradas em estudos de comportamento de usuários devido a dificuldades associadas à quantificação e monitoramento das mesmas (Balvedi; Ghisi; Lamberts, 2018).

No entanto, é sempre desejável correlacionar diferentes medidas objetivas às respostas subjetivas. Isso ajuda não apenas a compreender melhor como as avaliações subjetivas do ambiente luminoso diurno são afetadas por diferentes características da luz natural, mas também a desenvolver medidas e critérios para classificação e projetos de edifícios (Wang *et al.* 2021). Neste sentido, a aplicação de questionários pode ser uma ferramenta útil na compreensão das preferências dos usuários.

Peng Xue e Cheung (2014) após aplicação de questionários a 340 respondentes, apontam que a satisfação com a iluminação natural em residências é influenciada por diversas variáveis, tais como a percepção de uniformidade, obstrução externa e orientação solar. Apontam ainda que o conforto visual é uma função tanto dos padrões de comportamento dos usuários quanto das condições de iluminação natural.

Eriksson *et al.* (2019) viram em seu estudo que a correlação entre simulação, medição e satisfação dos usuários permite uma análise única sobre a preferência dos usuários por ambientes com boa iluminação natural, destacando-se neste cenário, a cozinha.

No Brasil, Techio *et al.* (2021) realizaram a avaliação de três ambientes de um conjunto residencial – dormitório principal, sala, cozinha e lavanderia – segundo as recomendações da NBR 15.575:2013 usando simulação computacional e questionários. Apesar da subjetividade da opinião dos usuários, ela foi considerada fundamental para a compreensão do seu comportamento e de suas preferências, guiando as definições de critérios de avaliação e diretrizes projetuais para melhor desempenho das edificações. Os autores constataram ainda que o critério da NBR 15.575 não considera a realização de tarefas visuais mais exigentes nos ambientes residenciais, além disso, observaram que tanto os afastamentos e áreas de abertura quanto as cores das superfícies internas e o mobiliário influenciaram na opinião dos usuários em relação à luz natural.

Segundo Leder e Pereira (2008), os edifícios inseridos em áreas urbanas apresentam significativa redução de luz natural em seus ambientes internos em função da obstrução do céu devido, principalmente, aos cenários mais densos e com ocupação máxima.

No Brasil, a normatização relativa à iluminação natural em ambientes internos data de 2005 com a publicação, pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), da NBR 15.215 – Iluminação Natural contendo 4 partes. Apesar de revelar um considerável avanço à época, já que anteriormente a presença da luz natural era determinada apenas por parâmetros estabelecidos em Códigos de Obras municipais, essa normativa estava pautada em processos de cálculos matemáticos e gráficos desenvolvidos na década de 1990 para a avaliação da disponibilidade de luz natural em ambientes internos.

Em 2013 foi publicada a NBR 15.575, “Edificações Habitacionais – Desempenho”, que em seu escopo trazia determinações de níveis mínimos de iluminação natural para ambientes residenciais a serem calculados para 2 dias e 2 horários do ano.

Com o avanço dos estudos na área, em 2018, os requisitos de iluminação natural da NBR 15.575 entraram em revisão considerando a alteração dos procedimentos de cálculo para a adoção de métricas baseadas no clima, com a avaliação a ser feita para todo o ano, com a consideração de análise feita por simulações computacionais dinâmicas a partir de arquivos climáticos. Esta parte da norma está em processo final de aprovação.

Em 2019 entrou em revisão a NBR 15.215 tendo a parte 2, relativa à caracterização de céus e a parte 4, relativa à avaliação da iluminação natural *in loco*, sido revisadas e publicadas em 2022 e 2023 respectivamente. A parte 3 desta norma, que deve entrar em consulta pública no início de 2024, passou a agregar, além da avaliação da disponibilidade de luz natural baseada no clima, critérios relativos à vista externa, ao controle do ofuscamento pela luz natural, critérios de insolação máxima e mínima nos espaços internos e consideração da luz circadiana. Diferentemente da NBR 15.575, esta norma trata tanto de ambientes residenciais quanto de não residenciais.

Dessa forma, essa pesquisa foi realizada buscando-se compreender as preferências do usuário e sua relação com o ambiente luminoso residencial a fim de contribuir para as discussões finais sobre o texto de normatização na área de edificações habitacionais.

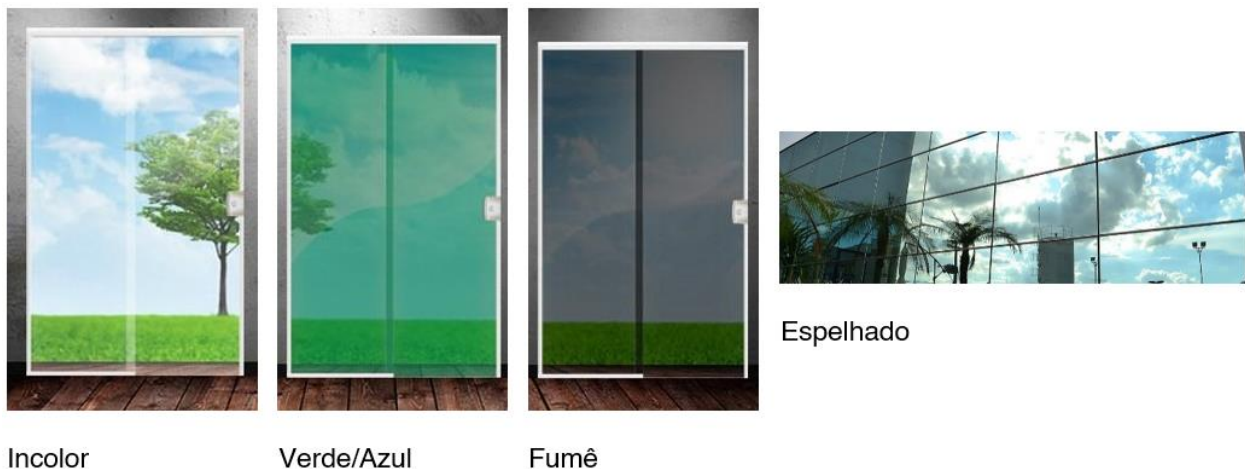
2 Metodologia

A metodologia deste trabalho consistiu no levantamento das questões relativas ao espaço luminoso de ambientes residenciais que pudessem ser investigadas através da preferência dos usuários.

Foi elaborado um questionário com 82 questões dividido em 8 seções, tendo a primeira seção perguntas demográficas a fim de caracterizar o respondente (idade, gênero, escolaridade e renda mensal), e o local de sua residência (cidade, tipo de moradia e adensamento da vizinhança). As seções de 2 a 7 foram compostas com questões direcionadas aos ambientes residenciais: sala, dormitórios, cozinha, área de serviço, banheiros e área de uso comum (para residentes em edifício multifamiliar). As perguntas abrangeram as características da residência, as atividades exercidas no ambiente pelo usuário e a percepção da iluminação natural em cada cômodo. Foram feitas, ainda, perguntas acerca dos fatores que interferem na disponibilidade de luz natural, tais como entorno, tipos de abertura e de vidro, possibilitando a correlação entre essas respostas e as relativas à qualidade da luz. A última seção apresentou tanto questões a respeito do nível de importância e de prioridade da iluminação natural quanto do uso da residência antes e durante a pandemia da Covid-19.

Nas questões sobre os tipos de abertura foram apresentadas ilustrações ou fotos para melhor compreensão como é o caso da questão sobre o tipo de vidro cujas imagens apresentadas podem ser vistas na Figura 1.

Figura 1: Ilustração dos tipos de vidro usados na abertura da sala



O questionário foi aplicado a pesquisadores do LABCON-UFMG como pré-teste para avaliação da clareza das perguntas e determinação do tempo médio de resposta. Após esta etapa, a sua aplicação ocorreu durante o período de julho e agosto de 2020 - época em que o Brasil estava passando pela pandemia da Covid-19, iniciada em março daquele ano, por meio de formulário *on-line* através do Google Forms, em que o link foi direcionado tanto por e-mail quanto via aplicativo de mensagens, buscando abranger todo o território nacional. Estimou-se o tempo de resposta ao questionário em aproximadamente 10 minutos, sendo a maior parte das questões de múltipla escolha. A participação dos respondentes foi voluntária e sem coleta de dados pessoais, como nome e/ ou identidade, sem contato entre pesquisadores e respondentes em nenhum momento. Os respondentes receberam e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

(TCLE) antes de ter acesso ao questionário. Dessa forma, as informações fornecidas tiveram sua privacidade em atendimento ao Art. 1 da Resolução nº 510 do Conselho Nacional de Saúde, CNS com relação à ética em pesquisa (CNS, 2016).

O escopo do questionário pretendeu investigar a percepção dos usuários frente à qualidade da iluminação em suas residências. Para isso, foram realizadas perguntas relacionadas à qualidade da luz e à importância da iluminação, as quais seguiram o critério de resposta conforme escala Likert de 5 pontos - escala de pesquisa utilizada para medir opiniões, percepções e comportamentos através da comparação de perguntas binárias e da correlação com variações numéricas. Sendo assim as respostas obtidas foram avaliadas de +2 (desempenho excelente, sempre ou muito importante) a -2 (desempenho muito ruim, nunca ou não importante) com 0 indicando desempenho, frequência e importância neutros. Para retratar a preferência dos usuários foi feita média ponderada das respostas obtidas em cada item avaliado.

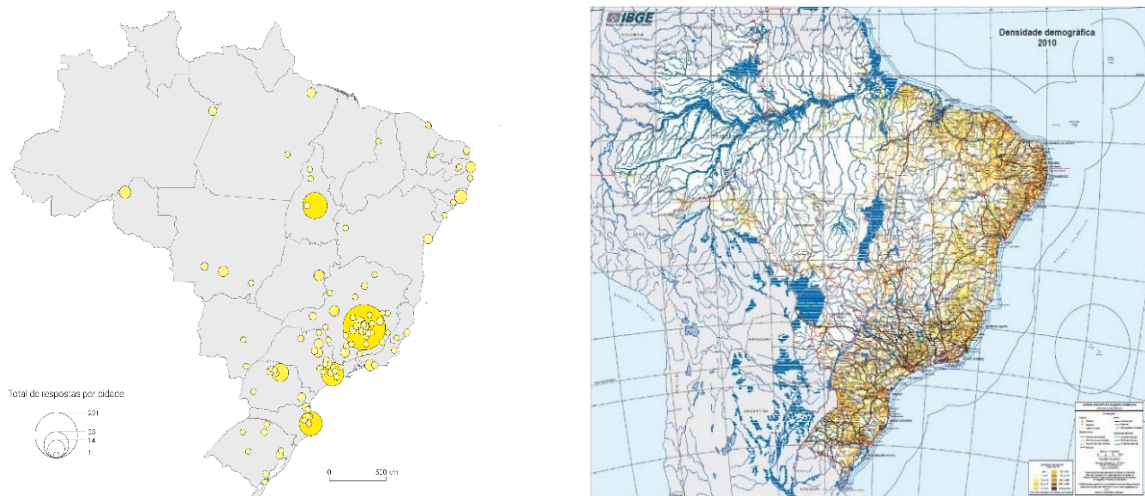
Durante o tratamento dos dados, percebeu-se a necessidade da separação de algumas respostas em duas tipologias de residências: casa e apartamento, possibilitando a melhor visualização da percepção dos usuários em cada tipologia. As respostas foram dispostas em gráficos nos quais é possível ver, ao mesmo tempo, a resposta média da Escala Likert, como também a distribuição de preferências.

Por fim, foi feita uma análise conjugada das respostas e dos níveis de preferência obtidos de forma a gerar eventuais recomendações para a normatização técnica, em processo de revisão.

3 Resultados

A aplicação do questionário resultou no total de 601 respostas. Entretanto, após a verificação de respostas repetidas, durante o tratamento dos dados, esse número foi reduzido para 542 respostas válidas, distribuídas pelo território brasileiro. Além disso, notou-se que as regiões com maior número de respostas válidas corresponderam às regiões brasileiras de maior densidade demográfica (Figura 2).

Figura 2: Distribuição das respostas no território brasileiro e densidade demográfica brasileira.



Fonte: IBGE, 2021.

A proposta de revisão da norma NBR 15.575-1 propõe a divisão do território nacional em três faixas de latitude conforme Figura 3 para uso do novo método simplificado proposto. Avaliou-se, desta forma, o número de respondentes divididos em 3 faixas de latitude: 1 - acima de 9,9°S; 2 - entre 10°s e 19,9°S e 3 - abaixo de 20°S. Através da determinação das latitudes das cidades, percebeu-se que a maior parcela dos respondentes estava localizada na Faixa 2 (61%), essa faixa inclui cidades como Belo Horizonte, Palmas e Brasília. Em seguida, a Faixa 3 com 29%, representada por São Paulo, Florianópolis e Rio de Janeiro. E 9% dos respondentes são da Faixa 1, que têm Maceió, Porto Velho e Belém como as principais cidades representadas. Entretanto, não foi possível a identificação da faixa de latitude do zoneamento geográfico de 1% das respostas, já que as cidades não foram informadas no questionário.

Através da determinação das latitudes das cidades, percebeu-se que a maior parcela dos respondentes estava localizada na Faixa 2 (61%), essa faixa inclui cidades como Belo Horizonte, Palmas e Brasília. Em seguida, a Faixa 3 com 29%, representada por São Paulo, Florianópolis e Rio de Janeiro. E 9% dos respondentes são da Faixa 1, que têm Maceió, Porto Velho e Belém como as principais cidades representadas. Entretanto, não foi possível a identificação da faixa de latitude do zoneamento geográfico de 1% das respostas, já que as cidades não foram informadas no questionário.

Figura 3: Zoneamento geográfico por latitude proposto pela NBR 15.575-1.



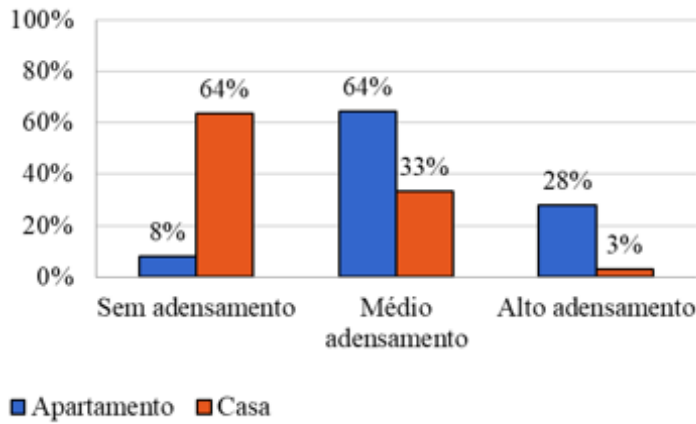
Fonte: ABNT, 2020.

Em relação ao sexo, 74% se declararam do sexo feminino e 26% do sexo masculino, sendo que 81% dos respondentes possuíam faixa etária entre 18 e 54 anos. No que se refere aos dados de projeção populacional do ano de 2020 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 73% da população nacional está na faixa etária de 20 a 54 anos, sendo composta por 52% mulheres e 48% de homens. Além do gênero e da faixa etária, o questionário também apresentou resultados dos níveis de escolaridade e de renda mensal familiar. Dos respondentes, 56% possuem pós-graduação, 33% com renda familiar de 3 a 8 salários-mínimos e 30% de 8 a 15 salários-mínimos.

Considerando todas as respostas válidas, unidades habitacionais do tipo apartamento foram a tipologia mais frequente, representando 59%, enquanto a casa, 41%. A maioria dos entrevistados respondeu que a vizinhança de sua residência é caracterizada como de médio adensamento, totalizando 52%. O entorno sem adensamento correspondeu a 31% e o de alto adensamento a 18%. Assim, correlacionando esses dois resultados (Figura 4), é interessante observar que 64% das casas estão localizadas em regiões sem adensamento, enquanto os apartamentos são maioria nas regiões com médio

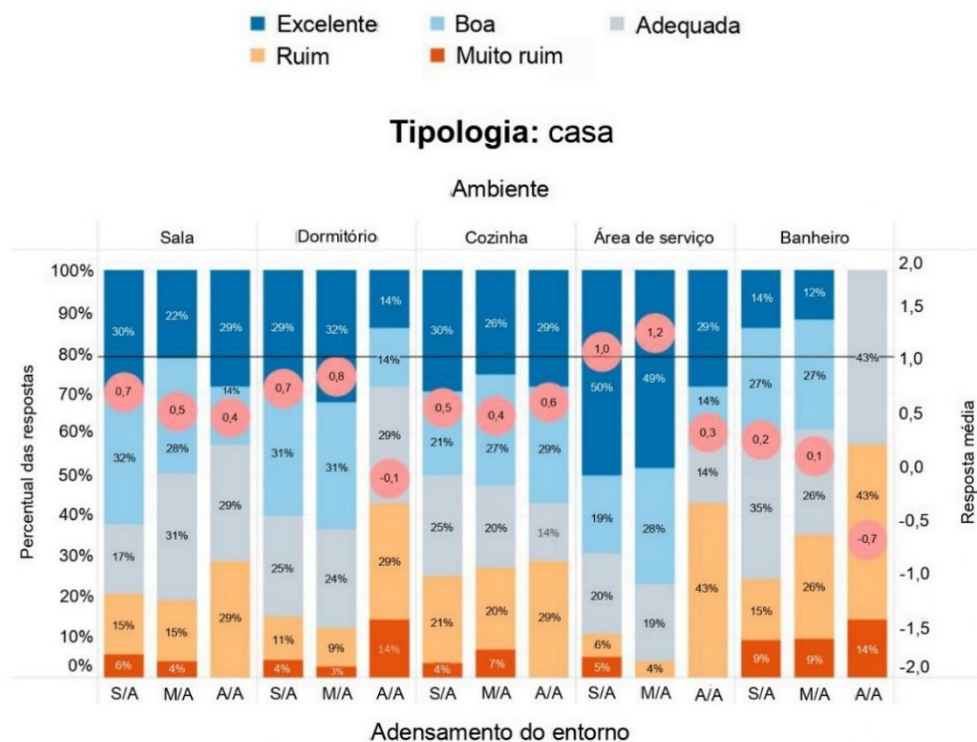
adensamento, cerca de 64%. Já a região de alto adensamento tem predominância por edifícios residenciais de apartamentos, totalizando 28%.

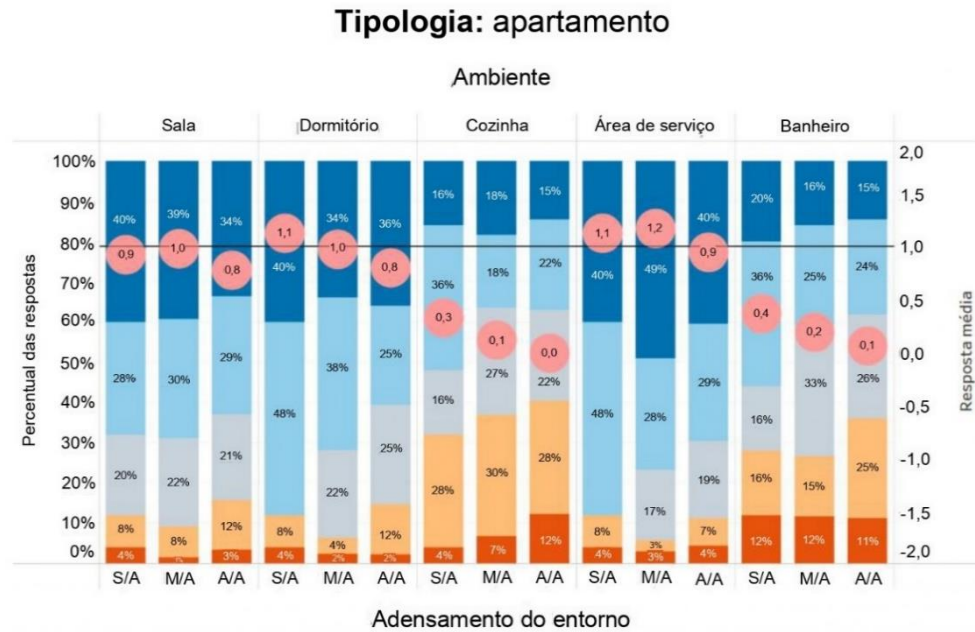
Figura 4: Distribuição das tipologias de moradia pelo adensamento da vizinhança.



De acordo com o modelo de adensamento da vizinhança, foram elaborados dois gráficos com os valores percentuais das respostas e a média ponderada sobre a qualidade da luz natural por ambiente para as duas tipologias de moradia (Figura 5). Em todos os gráficos foi marcada a linha de valor 1, considerada como de “bom desempenho”.

Figura 5: Percentual das respostas e média ponderada sobre qualidade de luz natural por ambiente conforme o adensamento da vizinhança.





*S/A – sem adensamento; M/A – médio adensamento; A/A - alto adensamento

Nota-se na Figura 5 que, de uma forma geral, todos os ambientes, tanto de apartamento quanto de casa, localizados em regiões de alto adensamento, apresentaram qualidade inferior comparado às outras 2 densidades de adensamento, exceto para a cozinha da tipologia de casa, que em situação de alto adensamento apresentou melhor desempenho que nas demais situações.

Em relação à tipologia de moradia, percebe-se que os apartamentos apresentaram melhor resultado quando comparados com as casas, exceto para as cozinhas, que obtiveram resultados melhores na última tipologia.

Os ambientes que apresentaram os melhores resultados para a tipologia de casa, foram a área de serviço, a sala, a cozinha, o dormitório e o banheiro nesta ordem; já nos apartamentos, foram a área de serviço, o dormitório, a sala, o banheiro e a cozinha. Conforme a percepção dos respondentes, a área de serviço foi o ambiente com melhor iluminação nos dois casos. O fato de a cozinha apresentar os melhores resultados nas casas se deveu, principalmente, pelo maior percentual de iluminação direta através de uma janela própria no ambiente. Por outro lado, os apartamentos tiveram maior percentual de iluminação indireta pela área de serviço (Figura 6). É importante analisar também que o modelo de cozinha interfere na qualidade percebida da luz natural: o modelo americano - aberto para a sala - contribui para maior disponibilidade de luz natural, pois possui contribuição da abertura do ambiente anexo, como a sala; o modelo fechado, por sua vez, possui apenas a contribuição de sua própria abertura. Esse último modelo é predominante nas duas tipologias de moradia, 73% das respostas nos apartamentos e 60% nas casas. Além disso, o modelo de cozinha americano tem maior ocorrência na tipologia casa (Figura 7).

Figura 6: Tipo de abertura da cozinha em função da tipologia da residência

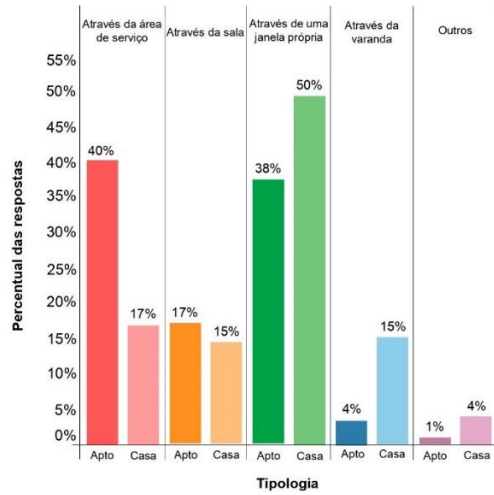
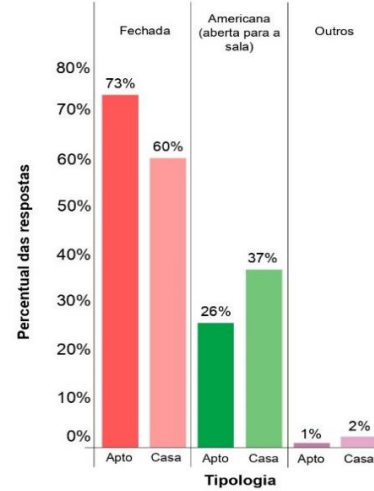


Figura 7: Modelo de cozinha em função da tipologia da residência.



Pode-se observar a relação entre a abertura e o tipo de cozinha para a percepção da luz natural pelos respondentes nas Figuras 8 e 9. Para os moradores de apartamentos, a iluminação através de uma janela própria possui melhor qualidade que os outros tipos de aberturas. Para os moradores de casas, a iluminação advinda da varanda e da sala possui melhor qualidade, sendo a iluminação direta através de uma janela própria ficando em terceiro lugar. Em ambas as tipologias, a iluminação através da área de serviço obteve os piores resultados. Em relação ao tipo de cozinha, tanto para os apartamentos quanto para as casas, o modelo americano, aberto para a sala, foi o que apresentou a melhor percepção dos respondentes - quando comparado com os resultados da cozinha fechada.

Figura 8: Percentual das respostas e média ponderada sobre qualidade da luz natural em relação ao tipo de abertura da cozinha.

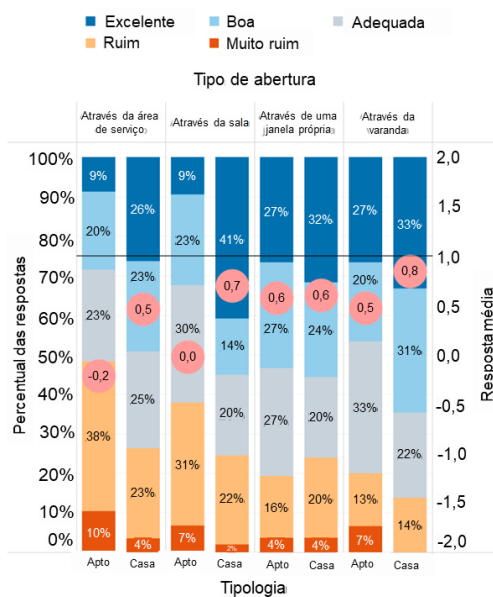
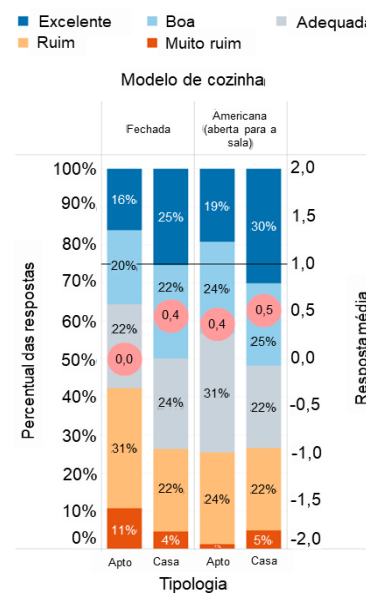


Figura 9: Percentual das respostas e média ponderada sobre qualidade da luz natural em relação ao modelo de cozinha.

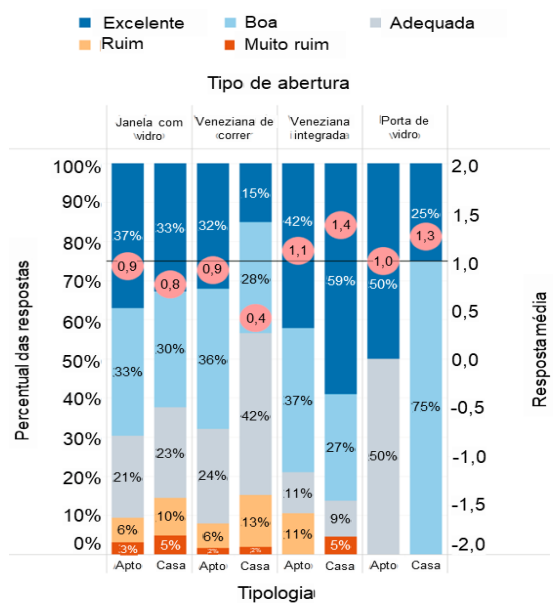
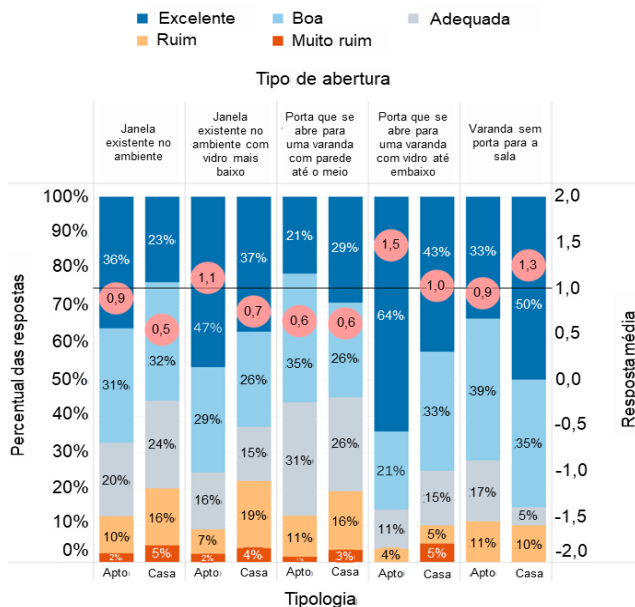


Um dos fatores determinantes para a disponibilidade de luz natural no ambiente interno é o tipo de abertura. Nesse sentido, o questionário aplicado perguntou sobre as aberturas da sala e do dormitório. Na sala, prevaleceu o tipo “janela”, com 62% - percentual obtido pela soma dos modelos “janela com peitoril convencional” e “janela com peitoril mais baixo”. Também foi possível encontrar, em 31% das respostas, a iluminação da sala sendo realizada através de uma “porta que se abre para uma varanda coberta”. Nos dormitórios, o modelo “janela” foi predominante, com 96%, destacando-se o modelo “janela com folhas de vidro de correr”, com 50% das respostas. Em sequência, a “janela com veneziana de correr” apresentou 32% e, a “janela com veneziana integrada”, 10%. O tipo de vidro mais utilizado nesses dois ambientes foi o vidro incolor, em mais de 80% da amostra.

Percebe-se que o modelo de abertura da sala, que possui áreas de janelas com peitoril baixo e portas, apresentam os melhores resultados quanto à percepção da luz natural (Figura 10). Paralelo a isso, a presença de varanda com peitoril de alvenaria foi o tipo de abertura que apresentou os piores resultados. Para os dormitórios (Figura 11), o modelo “veneziana integrada” foi o de preferência dos respondentes quanto à percepção da luz natural. Esse modelo permite maior controle pelo usuário, mantendo, quando desejado, um bom aproveitamento da luz natural. O modelo “veneziana de correr” se igualou em preferência pelos respondentes moradores de apartamentos, juntamente com o modelo “janela de vidro”. Na tipologia de casa, a “janela de vidro” teve melhor resultado que o modelo “veneziana de correr”. A “porta de vidro” foi pouco representativa (apenas 2% das respostas), mas vale ressaltar que, quando presente, destaca-se com bons resultados para a percepção da luz natural no ambiente, reforçando a justificativa de que os usuários têm preferência por modelos de aberturas com peitoril mais baixo.

Figura 10: Percentual das respostas e média ponderada sobre qualidade da luz natural em relação ao tipo de abertura da sala.

Figura 11: Percentual das respostas e média ponderada sobre qualidade da luz natural em relação ao tipo de abertura do dormitório.



Verificou-se a preferência dos usuários em relação ao tipo de vidro (Figura 12 e 13) presente em salas e em dormitórios. Para a sala, o vidro “espelhado/controle solar” apresentou melhores resultados, até mesmo do que o vidro incolor. Isso se deve ao modelo de abertura correspondente a esse vidro possuir peitoril mais baixo - preferência discutida anteriormente. Porém, sua representatividade é bem baixa, com apenas 1% das respostas válidas. O vidro incolor, em sequência, apresenta os melhores resultados para a tipologia casa, igualando-se, para o apartamento, ao vidro verde/azul. O vidro fumê é o tipo de vidro que apresenta os piores resultados.

Nos dormitórios da tipologia apartamento, o vidro verde/azul foram os que apresentaram os melhores resultados, seguido do fumê, enquanto o vidro incolor apresentou o pior resultado. Dentre esses três tipos de vidro, para a tipologia casa, o vidro incolor ficou atrás do vidro verde/azul.

A influência do entorno é outro fator determinante para a disponibilidade de luz natural no ambiente interno. Dessa forma, o questionário aplicado perguntou sobre esse entorno em frente às aberturas da sala e do dormitório. A resposta predominante, para os dois ambientes, foi de que não há entorno construído em frente à janela do cômodo, com 51% das respostas. Na sala, a segunda opção mais selecionada corresponde a um entorno alto, com 19%. No dormitório, houve um empate entre o entorno alto e o entorno com um muro de divisa próximo à janela, correspondendo a 17% das respostas.

Figura 12: Percentual das respostas e média ponderada sobre qualidade da luz natural em relação ao tipo de vidro da sala.

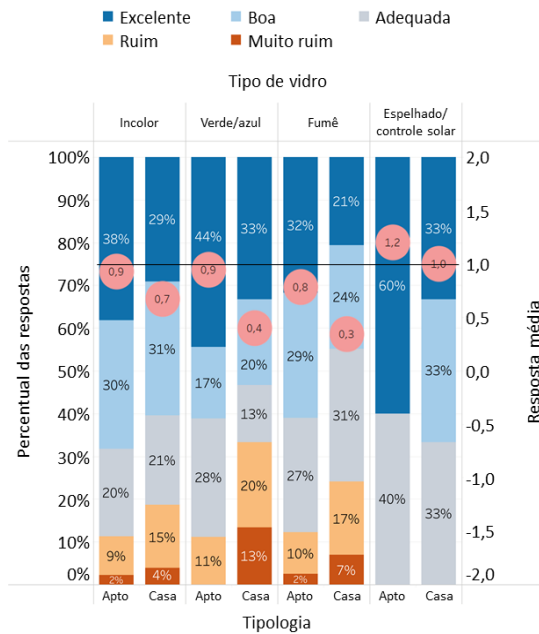
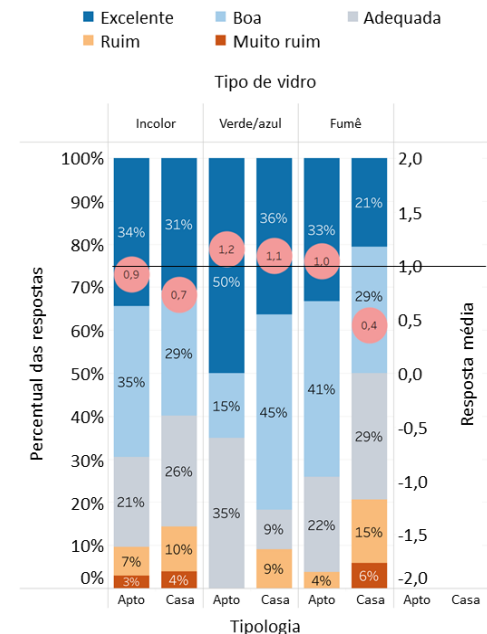


Figura 13: Percentual das respostas e média ponderada sobre qualidade da luz natural em relação ao tipo de vidro do dormitório.



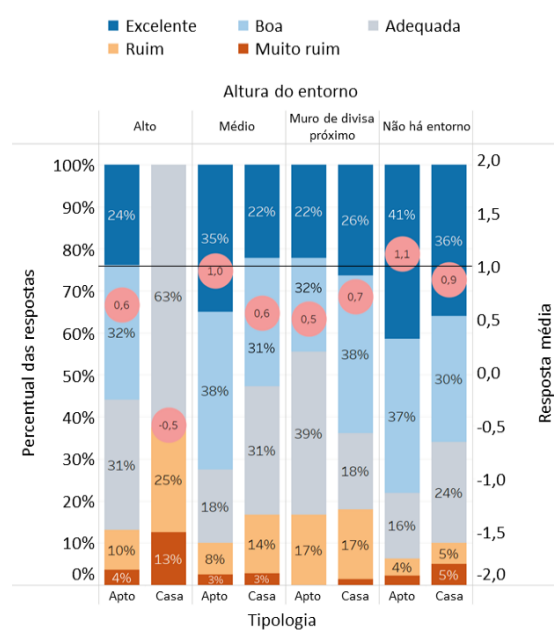
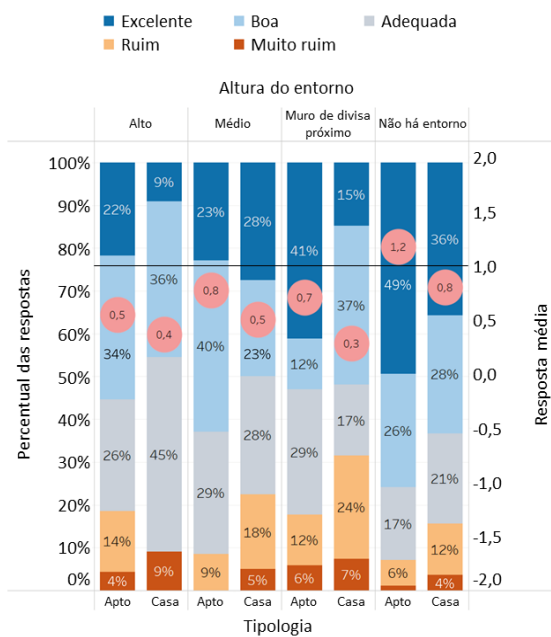
Diante disso, comparou-se a influência do entorno em frente à abertura com a percepção da qualidade da iluminação natural no ambiente (Figuras 14 e 15), percebendo-se que essa influência é significativa na percepção da disponibilidade da luz natural no ambiente pelo usuário. Em todas as situações, os melhores resultados são encontrados quando não há a presença do entorno em frente às aberturas. No entanto, para as salas, o pior

cenário, nos apartamentos, é encontrado quando o entorno é considerado alto, enquanto, nas casas, a pior situação é a presença de um muro de divisa próximo à abertura. Para os dormitórios, a situação se inverte. É interessante observar, então, que a obstrução do entorno, acontecendo em altura ou em proximidade, prejudica a percepção da presença da luz natural no ambiente pelo usuário.

Para a determinação do nível de iluminância para o ambiente, observam-se as atividades visuais exercidas pelos usuários. Sendo assim, foram questionadas quais atividades são realizadas na sala e no dormitório durante o dia. Na sala, 60% das respostas corresponderam às atividades como assistir TV, fazer refeições e descansar; entretanto, não excluindo atividades que exigem maior nível de iluminância, como ler, trabalhar e estudar, as quais correspondem 38% das respostas. No dormitório, 32% responderam que descansam e assistem TV e, para tarefas visuais mais exigentes - escrever, trabalhar, ler e estudar -, o percentual foi de 51%.

Figura 14: Percentual das respostas e média ponderada sobre qualidade da luz natural em relação ao entorno em frente à abertura da sala.

Figura 15: Percentual das respostas e média ponderada sobre qualidade da luz natural em relação ao entorno em frente à abertura do dormitório.



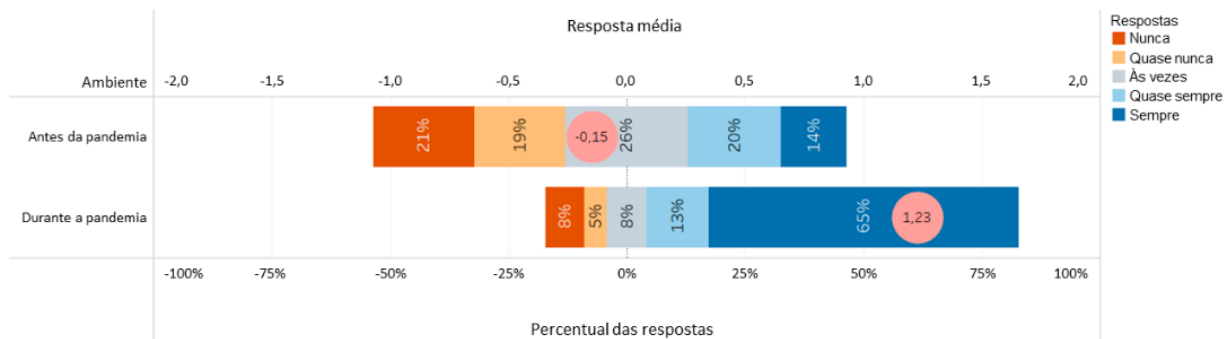
Considerando a aplicação do questionário no período de pandemia da Covid-19, em que se mantinha o isolamento social, foram questionados os tempos de uso da sala, dos dormitórios e da cozinha antes e durante esse período. O resultado da média ponderada, apresentado na Tabela 1, revelou um aumento considerável no tempo de uso desses ambientes. Isso reforça, então, a importância do conforto luminoso para as novas atividades de trabalho que estão sendo inseridas na unidade residencial.

Tabela 1: Tempo de uso dos ambientes antes e durante a pandemia.

	Antes da pandemia (horas)	Durante a pandemia (horas)
Sala	2h26	4h24
Dormitórios	3h01	4h50
Cozinha	2h10	3h01

Observa-se que houve um aumento significativo do home office durante a pandemia da Covid-19 (Figura 16). Antes desse período, os respondentes trabalhavam em casa às vezes, já durante a pandemia, a maioria dos respondentes informou que estavam trabalhando diariamente em casa. Dos ambientes utilizados para as atividades de home-office, o dormitório teve maior percentual de respostas, com 32%, seguido pelo escritório com 29% e pela sala, com 27%. Esses três ambientes corresponderam a 88% das respostas.

Figura 16: Percentual das respostas e média ponderada sobre a frequência do uso de home-office antes e durante a pandemia.



Também é possível observar a percepção da qualidade da luz natural dos respondentes em relação a sua residência nas Figuras 17 e 18. Foram realizadas as seguintes perguntas: “Sem acender as lâmpadas, como é a iluminação natural do ambiente?” e “Você acende as lâmpadas para exercer alguma atividade no ambiente durante o dia?”. Tais questões se complementam e comprovam a resposta uma da outra. A partir disso, a área de serviço foi o ambiente considerado como mais bem iluminado, seguido pelo dormitório e pela sala. A cozinha e o banheiro tiveram iluminação considerada neutra. Em relação ao acendimento das lâmpadas durante o dia para a realização de alguma atividade no ambiente, as respostas mostraram que quanto mais bem avaliada a iluminação natural dos espaços, menor é a probabilidade de acendimento da iluminação elétrica durante o dia, sendo os banheiros e cozinhas os locais onde a iluminação elétrica é usada com maior frequência.

Figura 17: Percentual das respostas e média ponderada sobre a qualidade da luz natural por ambiente, sem acender as lâmpadas.

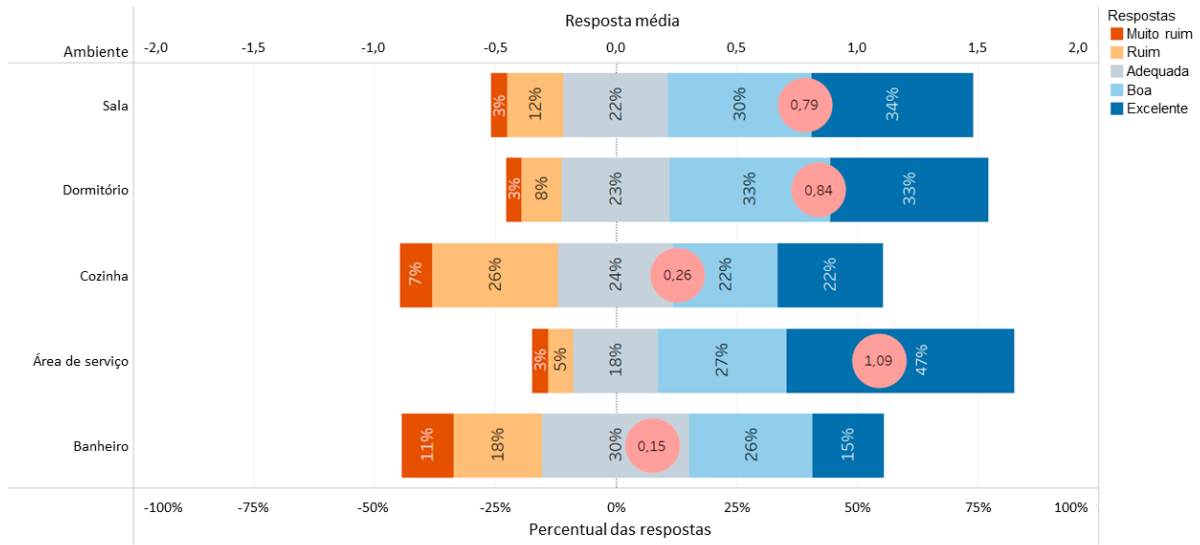
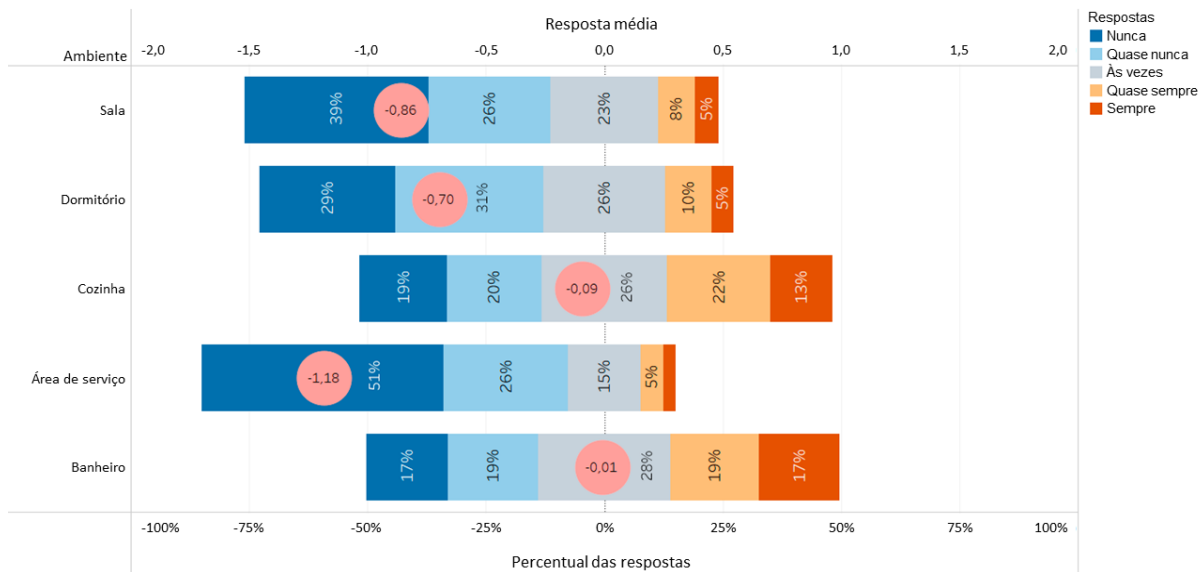
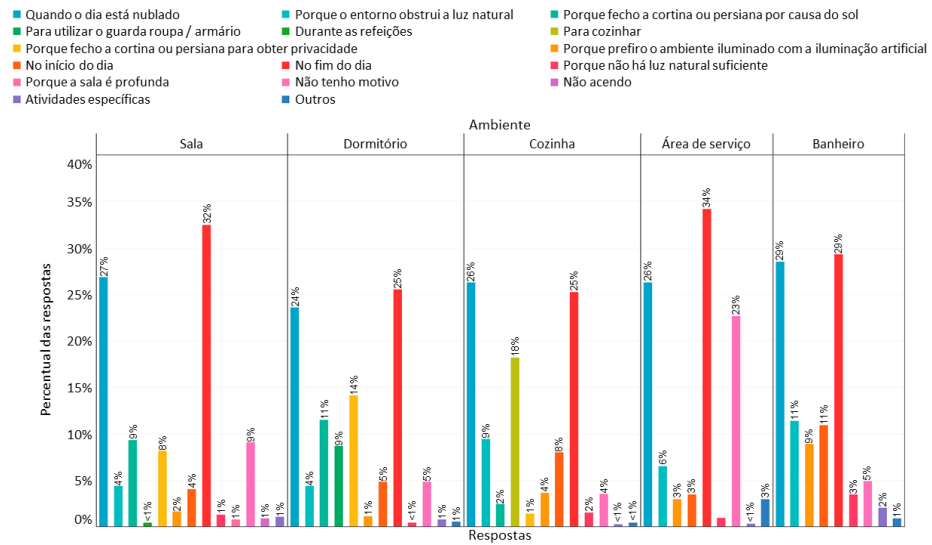


Figura 18: Percentual das respostas e média ponderada sobre a frequência do uso das lâmpadas durante o dia por ambiente.



Foi questionado aos respondentes os motivos que os levam a acender as lâmpadas durante o dia no ambiente, e os dois principais, para todos os ambientes, são “No fim do dia” e “Quando o dia está nublado” (Figura 19). Tais motivos demonstram que a redução da luz natural externa influencia diretamente na percepção da qualidade de luz no ambiente interno. Há também motivos relacionados à obstrução da luz natural pelo entorno, ao ofuscamento - por isso, fecham-se a cortina ou persiana - e às atividades específicas do ambiente, como cozinhar, utilizar o guarda-roupa e durante as refeições, os dois últimos indicando necessidade de privacidade.

Figura 19: Percentual das respostas sobre os motivos para o uso da iluminação artificial durante o dia por ambiente.



O questionário também avaliou o nível de importância de uma boa iluminação natural, da presença de sol e de uma boa iluminação artificial para cada ambiente da residência, incluindo as áreas coletivas de edifícios residenciais multifamiliares, quando existentes. A maioria dos respondentes consideraram muito importante que todos os ambientes da residência possuam boa iluminação natural com maior importância, no entanto, nas salas e nas cozinhas, seguidos pelos dormitórios e áreas de serviço, os banheiros tendo uma importância um pouco menor (Figura 20). No que tange à importância da presença de sol (Figuras 22), esta foi considerada mais importante na área de serviço e nos dormitórios. Já a boa iluminação artificial (Figura 22) foi considerada mais importante nos ambientes considerados como menos iluminados (ver figuras 5 e 6): banheiros e cozinhas.

Figura 20: Percentual das respostas e média ponderada sobre o grau de importância de uma boa iluminação natural por ambiente.

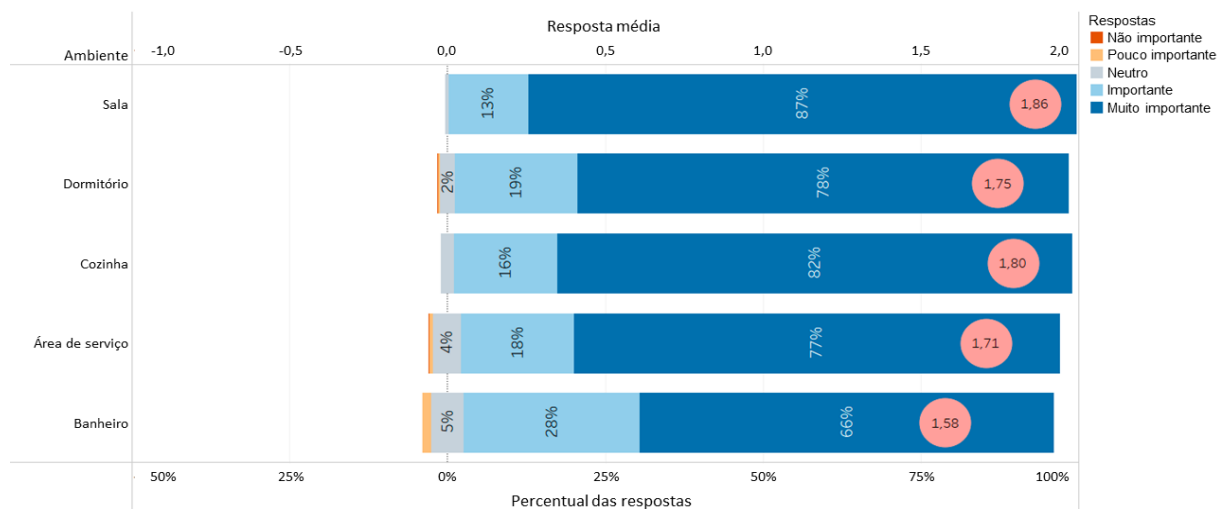


Figura 21: Percentual das respostas e média ponderada sobre o grau de importância da presença de sol por ambiente.

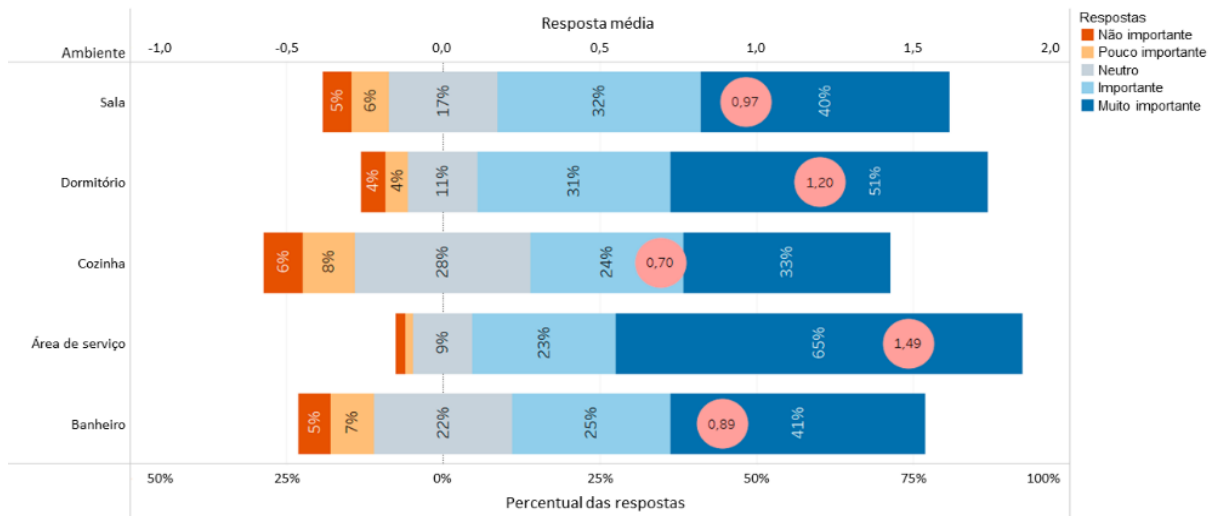
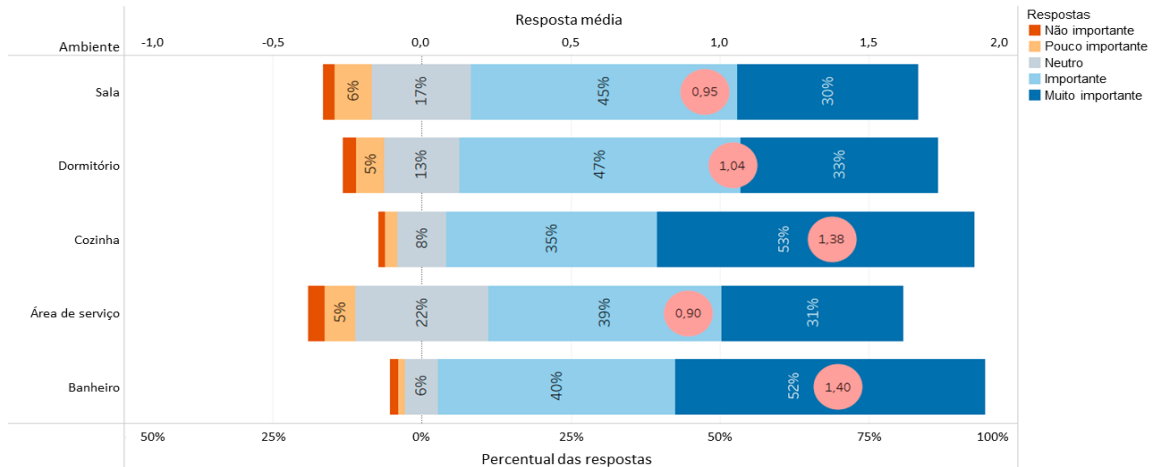


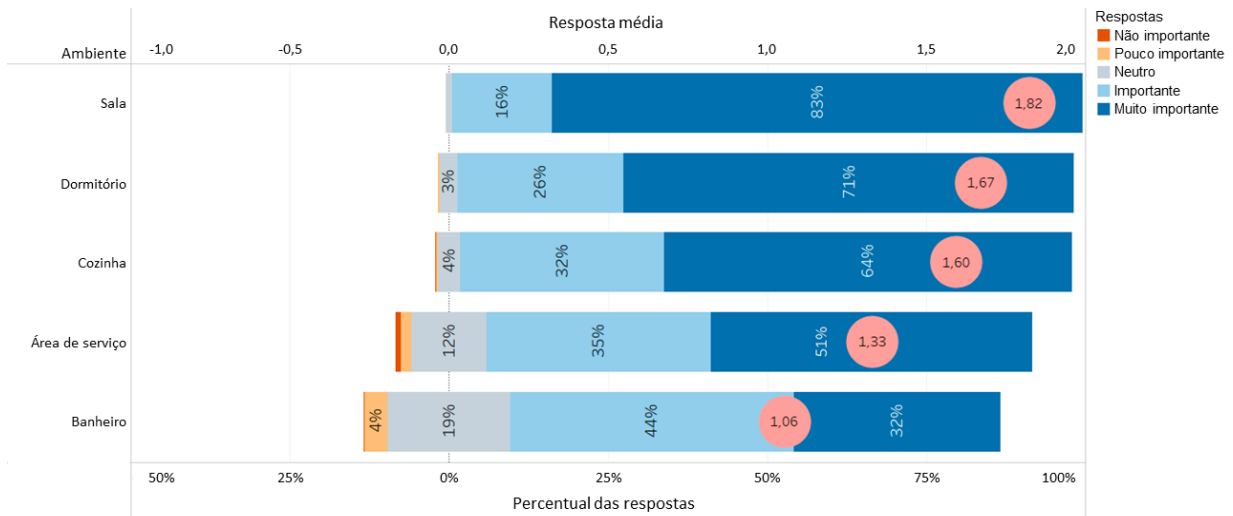
Figura 22: Percentual das respostas e média ponderada sobre o grau de importância de uma boa iluminação artificial por ambiente.



Já com relação às áreas de uso comum, verificou-se que os corredores externos às unidades habitacionais, em sua maioria não possuem abertura (54%), sendo a iluminação destes espaços considerada pouco adequada (média -0,35), sendo considerada mais importante a presença de boa iluminação artificial que de boa iluminação natural nestes espaços. Os respondentes declararam que 82% das garagens possuem abertura para iluminação natural, e que consideram a iluminação destes espaços em seus edifícios como “adequada” (média 0,10), sendo a iluminação natural e a artificial consideradas como igualmente importantes para este espaço.

Foi perguntado qual o grau de importância de uma boa iluminação natural nos ambientes internos quando da aquisição de um imóvel. A Figura 23 mostra que os ambientes de sala, dormitório e cozinha, nessa ordem, são os mais importantes para os respondentes, seguidos da área de serviço e do banheiro.

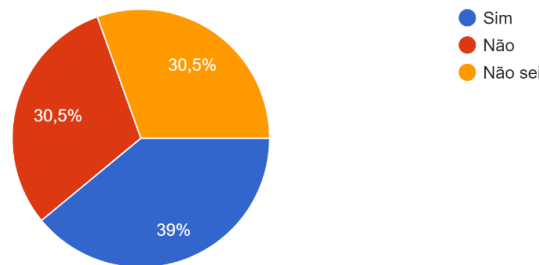
Figura 23: Percentual das respostas e média ponderada sobre o grau de importância de uma boa iluminação natural ao adquirir um imóvel por ambiente.



Os respondentes foram inquiridos sobre a possibilidade de adquirir uma unidade habitacional em que nem todos os ambientes fossem bem iluminados. Nesta questão as respostas se dividiram entre “sim”, “não” e “não sei” de maneira proporcional como mostra a Figura 24.

Figura 23: Preferência de que todos os ambientes sejam bem iluminados na aquisição de um imóvel.

Você admitiria adquirir um apartamento em que nem todos os ambientes sejam bem iluminados?
 610 respostas



Finalmente quando perguntados sobre a percepção da luz natural no ambiente residencial após o período de pandemia, 44% dos respondentes declararam que esta se tornou mais importante e 54% dos respondentes declaram que não houve alteração na percepção.

O questionário deixou espaço para livre manifestação dos respondentes na qual foram colocadas questões não abordadas como diferentes tipos de aberturas daquelas existentes no questionário, relatou-se ainda a presença de árvores como elementos de obstrução da iluminação natural. Foram melhor explicitadas queixas tanto por falta de privacidade e excesso de insolação quanto por falta de iluminação em banheiros internos às unidades habitacionais ou em ambientes voltados para fosso de iluminação. Foram também colocadas observações relativas à interrelação da iluminação natural com a ventilação natural e com questões de desempenho térmico das unidades habitacionais, temas não abordados nas perguntas feitas.

Não houve queixas com relação à extensão do questionário (82 questões poderiam ser consideradas exaustivas), e foram recebidos diversos elogios. Acredita-se que o cuidado em fazer perguntas curtas e objetivas, de múltipla escolha ou em formato de matriz auxiliou para que fosse recebido um número significativo de respostas. Por fim, uma observação nos chamou a atenção: Nunca tinha pensado sobre a iluminação do meu apartamento como um todo. Obrigada pelas reflexões.

4 Conclusão

Este artigo propôs trazer luz sobre a preferência subjetivas dos usuários em relação à iluminação natural de ambientes residenciais através da aplicação de questionários. Foram obtidas 542 respostas válidas, que foram tabuladas de acordo com a escala Likert.

A avaliação das respostas do questionário possibilitou verificar a percepção da iluminação natural pelos usuários em sua residência. De forma geral, as residências localizadas em vizinhança com alto adensamento tiveram as piores médias ponderadas na avaliação da qualidade da luz natural quando comparadas as residências localizadas em regiões com médio e sem adensamento. Em relação à tipologia, os apartamentos apresentaram melhores resultados que as casas, sendo que, para as regiões de alto adensamento, esses possuem maior representatividade.

Em relação às aberturas, o modelo predominante na sala foi o de janela, sendo os tipos com peitoril convencional e com peitoril mais baixo os de maior ocorrência. Nos dormitórios, também se encontrou o modelo janela como predominante, sendo 50% equivalente ao modelo com folhas de vidro de correr, 32% com veneziana de correr e 10% com veneziana integrada. Dos modelos de aberturas vale destacar que, os que possuem maiores áreas de iluminação, como janelas com peitoril baixo e portas-janelas, apresentaram melhores resultados quanto à percepção da luz natural no ambiente. Já a presença de varanda com peitoril de alvenaria, foi o tipo de abertura com os piores resultados. Tanto nos quartos quanto nas salas, o vidro incolor representou mais de 80% da amostra, mas não teve a preferência dos usuários. Na sala, mesmo com pouca representatividade, o vidro espelhado/controle solar foi preferido pela maioria dos usuários na tipologia de apartamento.

A respeito do entorno imediato em frente às aberturas da sala e dos dormitórios, notou-se que a obstrução, tanto em altura quanto em proximidade, como é o caso de um muro de divisa próximo à abertura, prejudicam a percepção da presença da iluminação natural no ambiente. A ausência de obstruções no entorno em frente a essas aberturas contribuiu para a obtenção de melhores médias da qualidade da iluminação natural.

A partir dos resultados, observa-se que os ambientes que devem receber maior atenção por parte dos projetistas, para garantir uma melhor qualidade da iluminação natural, são cozinha e banheiros. Esses dois ambientes tiveram média ponderada próxima de zero (referente à adequação da iluminação natural). Tal é reforçado quando se correlacionam os resultados sobre o acendimento de lâmpadas durante o dia para uso do ambiente, sendo a cozinha e os banheiros os ambientes com maior acionamento.

Além disso, é possível notar que, conforme a pesquisa realizada, deve-se evitar o uso de iluminação indireta na cozinha através da área de serviço, haja vista que é o tipo de abertura que apresenta uma percepção de menor qualidade da iluminação natural em todas as situações analisadas. Percebeu-se ainda, que o modelo de cozinha americana

apresenta melhores resultados quando comparado com o modelo de cozinha fechada, pois há a contribuição da luz natural advinda de outro ambiente. Paralelo a isso, durante a pandemia, seu tempo de uso teve um aumento de quase 50%, cabendo destacar que os usuários identificaram a cozinha como o segundo ambiente com maior prioridade para uma boa iluminação natural, perdendo apenas para a sala.

A partir dos resultados obtidos pelo questionário, foi possível correlacionar as preferências dos usuários acerca dos elementos e layout típicos das edificações residenciais - tais como tipos de vidros e de aberturas, obstrução do entorno consolidado e acesso à luz natural - com a percepção desses sobre a qualidade da iluminação natural.

Os autores consideram que este estudo pôde auxiliar na identificação de ambientes que são importantes para a análise da iluminação natural, bem como auxiliar na avaliação de que ambientes têm tido sua iluminação natural prejudicada em função do alto adensamento ou da configuração interna dos espaços residenciais. Ele também auxiliou a identificar que as percepções do usuário devem ser levadas em consideração na proposição de métricas estabelecidas por normas brasileiras.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq, por financiamento através de bolsa de Iniciação Científica e de Bolsa de Produtividade Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora. Agradecem ainda à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais por bolsa de Iniciação Científica.

Referências

- ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Proposta de revisão da NBR 15215-3: Procedimento de cálculo para a determinação da iluminação natural em ambientes internos (Versão 19)**. Rio de Janeiro, 2023.
- ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Proposta para reestruturação do item 13 - Desempenho lumínico da 1 norma NBR 15.575**. Rio de Janeiro, 2020.
- AMORIM, C. N. D.; VASQUEZ, N. G.; MATUSIAK, B.; KANNO, J.; SOKOL, N.; MARTYNIUK-PECZEK, J.; SIBILIO, S.; KOGA, Y.; CIAMPI, G.; WACZYNSKA, M. Lightning in conditions in home office and occupant's perception: An international study. **Energy and Buildings**, v. 261, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2022.111957>.
- BALVEDI, B. F.; GHISI, E.; LAMBERTS, R. A review of occupant behaviour in residential buildings, **Energy and Buildings**, v 174, pp 495-505, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.06.049>.
- CEN, EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. **EN 12665: Light and lighting - Basic terms and criteria for specifying lighting requirements**. Belgium, 2018a.
- CEN, EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. **EN 17037: Daylight in buildings**. Belgium, 2018b.
- CNS, CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE, Resolução nº 510 de 7 de abril de 2016. **Resolução sobre normas aplicáveis a pesquisa em Ciências Humanas e Sociais**.

- Ministério da Saúde**, Brasil, 2016. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/2016/res0510_07_04_2016.html. Acesso em: 09/01/2024.
- ERIKSSON, S.; WALDENSTRON, L.; TILLBERG, M.; OSTERBRING, M.; KALAGASIDIS, A. S., Numerical simulations and empirical data for the evaluation of daylight factors in existing buildings in Sweden. **Energies**, v12 (11), 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/en12112200>
- FLEMING, D.; GRIMES, A.; LEBRETON, L.; MARÉ, D.; NUNNS, P. Valuing sunshine. **Regional Science and Urban Economics**, v. 68, pp. 268-276, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2017.11.008>.
- IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de densidade demográfica**. Disponível em: <https://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/mapas_do_brasil/sociedade_e_economia/mapas_murais/densidade_populacional_2010.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2021.
- JAMROZIK, A.; CLEMENTS, N.; HASAN, S. S.; ZHAO, J.; ZHANG, R.; CAMPANELLA, C.; LOFTNESS, P. P.; LY, S.; WANG, S.; BAUER, B. Access to daylight and view in an office improves cognitive performance and satisfaction and reduces eyestrain: A controlled crossover study. **Building and Environment**, v. 165, 019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106379>.
- LEDER, S. M; PEREIRA, F. O. R. Ocupação urbana e disponibilidade de luz natural. **Revista Minerva**, v. 5, p. 129-138, 2008.
- LUNDGREN, B. Custom-perceived Value in Residential Developments: The Case of Hornsberg Strand, Sweden. **International Real Estate Review**, v. 16, pp. 1 - 27, 2013.
- MORALES-BRAVO, J.; NAVARRETE-HERNANDEZ, P. Enlightening wellbeing in the home: The impact of natural light design on perceived happiness and sadness in residential spaces. **Building and Environment**, v. 223, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.109317>.
- PENG XUE, C. M. M.; CHEUNG, H. D. The effects of daylighting and human behavior on luminous comfort in residential buildings: A questionnaire survey. **Building and Environment**, v 81, pp 51-59, Elsevier, 2014. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.06.011>
- SANTIAGO, I.; MORENO-MUNOZ, A.; QUINTERO-JIMÉNEZ, P.; GARCIA-TORRES, F.; GONZALEZ-REDONDO, M. J. Electricity demand during pandemic times: the case of the COVID-19 in Spain. **Energy Policy**, v. 148, part A, Jan. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111964>.
- SEO, J.; CHOI, A.; SUNG, M. Recommendation of indoor luminous environment for occupants using big data analysis based on machine learning. **Building and Environment**, v. 198, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.107835>.
- TECHIO, L. M.; ZAMBONATO, B.; GRIGOLETTI, G. de C.; CLARO, A. Iluminação natural em habitação multifamiliar: o caso do conjunto residencial videiras, Santa Maria, RS. **PARC**, Campinas, SP, v. 12, n. 00, p. e021007, 2021. DOI:

10.20396/parc.v12i00.8659780.

Disponível

em:

<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8659780>.

WANG, C.; ZHANG, F.; WANG, J.; DOYLE, J. K.; HANCOCK, P. A.; MAK, C. M.; LIU, S. How indoor environmental quality affects occupants' cognitive functions: A systematic review. **Building and Environment**, v. 193, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.107647>.