

# ESTUDO DA EXPOSIÇÃO À LUZ SOLAR EM ÁREAS RESIDENCIAIS ADENSADAS CONSIDERANDO A ABNT NBR 15.215-3:2024

*STUDY OF EXPOSURE TO SUNLIGHT IN HIGH DENSITY RESIDENTIAL ZONES CONSIDERING ABNT NBR 15.215-3:2024*

*ESTUDIO DE LA EXPOSICIÓN A LA LUZ SOLAR EN ÁREAS RESIDENCIALES DENSAMENTE POBLADAS LLEVANDO EN CONSIDERACIÓN LA ABNT NBR 15.215-3*

Bruno Guimarães de Melo Almeida<sup>1</sup>, Roberta Vieira Gonçalves de Souza<sup>2</sup>, Luisa Miquelete Vecchini<sup>1</sup>

## RESUMO

O sol é uma premissa histórica para a qualidade de vida, saúde humana e bem-estar nas cidades. Todavia, há um descompasso entre o que é produzido pela construção civil em áreas urbanas adensadas e o conforto ambiental dos seus moradores. Este artigo investigou então o comportamento da nova métrica de exposição mínima à luz solar da ABNT NBR 15.215-3:2024 em bairros verticalizados de Curitiba/PR e de Porto Alegre/RS, metrópoles situadas respectivamente nas zonas bioclimáticas 1M - muito fria com inverno moderado e zona bioclimática 2R - fria, onde o atendimento ao requisito é obrigatório pela suscetibilidade ao desconforto por frio. Com base nos potenciais construtivos dos atuais planos diretores das cidades analisadas, verificou-se que parâmetros urbanísticos mais restritivos, como em Porto Alegre, favorecem muito o atendimento à norma nos níveis mais elevados, mesmo em se tratando de latitudes mais altas. Já em cenários mais permissivos, como em Curitiba, a norma de iluminação por si só não oferece resultados definitivos, visto que ela, isoladamente, não é o suficiente para o resultado conclusivo de exposição solar, já que a maioria das unidades analisadas deveriam ser submetidas à avaliação de desempenho térmico pela NBR 15.575:2021 para verificar a conformidade com o Nível I. Por fim, conclui-se que é necessário alinhar políticas públicas, normatização e interesses do mercado com a garantia do conforto dos habitantes.

**PALAVRAS-CHAVE:** simulação computacional; NBR 15215-3; direito ao sol; acesso solar.

## ABSTRACT:

The sun is a historical premise for the city's quality of life, human health, and well-being. However, there is a discrepancy between what is produced by the construction industry in densely populated urban areas and the environmental comfort of their residents. With this in mind, the article investigated the behavior of the new metric for minimum sunlight exposure from ABNT NBR 15.215-3:2024 in verticalized neighborhoods of Curitiba/PR and Porto Alegre/RS, metropolises located in bioclimatic zones 1M (very cold with a moderate winter) and 2R (cold), respectively, where compliance with the requirement is mandatory due to the susceptibility to cold discomfort. Based on the construction potential of current master plans, it was observed that more restrictive urban planning parameters, as seen in Porto Alegre, greatly favor compliance with the standard at higher levels, even considering higher latitudes. In more permissive scenarios, such as in Curitiba, the metric alone does not provide definitive results, since it, in isolation, is not sufficient for a conclusive result on solar exposure, since most analyzed units would need to be subjected to thermal performance evaluation by NBR 15.575:2021 to verify compliance with Level I. Finally, authors concluded that aligning public policies, standardization, and market interests is necessary to ensure residents' comfort.

**KEYWORDS:** computer simulation; NBR 15215-3; solar right; solar access.

How to cite this article:

ALMEIDA, B. G. M.; SOUZA, R. V. G.; VECCHINI, L. M. Estudo da exposição à luz solar em áreas residenciais adensadas. **Gestão & Tecnologia de Projetos**. São Carlos, v19, n3, 2024. <https://doi.org/10.11606/gtp.v19i3.230025>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Minas Gerais. Curso de Graduação em Arquitetura e Urbanismo

<sup>2</sup>Universidade Federal de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável

**Fonte de Financiamento:**  
CNPq.

**Conflito de Interesse:**  
Declara não haver.

**Submetido em:** 19/09/2024  
**Aceito em:** 14/12/2024



## **RESUMEN:**

El sol es una premisa histórica para la calidad de vida, la salud humana y el bienestar en las ciudades. Sin embargo, existe una disparidad entre lo que produce la construcción civil en áreas urbanas densamente pobladas y el confort ambiental de sus habitantes. Este artículo investigó el comportamiento de la nueva métrica de exposición mínima a la luz solar de la ABNT NBR 15.215-3:2024 en barrios verticalizados de Curitiba/PR y Porto Alegre/RS, metrópolis ubicadas respectivamente en las zonas bioclimáticas 1M - muy fría con invierno moderado, y zona bioclimática 2R - fría, donde el cumplimiento del requisito es obligatorio debido a la susceptibilidad al malestar por frío. Con base en los potenciales constructivos de los actuales planes directores de las ciudades analizadas, se verificó que parámetros urbanísticos más restrictivos, como en Porto Alegre, favorecen en gran medida el cumplimiento de la norma en los niveles más altos, incluso tratándose de latitudes más altas. En escenarios más permisivos, como en Curitiba, la norma de iluminación por sí sola no ofrece resultados definitivos, ya que no es suficiente para proporcionar un resultado concluyente de la exposición solar, ya que la mayoría de las unidades analizadas deberían someterse a una evaluación de desempeño térmico por la NBR 15.575:2021 para verificar el cumplimiento del Nivel I. Finalmente, se concluye que es necesario alinear las políticas públicas, la normalización y los intereses del mercado con la garantía del confort de los habitantes.

**PALABRAS CLAVE:** simulación computacional; NBR 15215-3; derecho al sol; acceso solar.

## INTRODUÇÃO

No final do século 19, as condições de vida inadequadas em cidades densas compeliram legisladores a estabelecer leis urbanas que pudessem garantir a disponibilidade de iluminação natural e de insolação no meio urbano (DEROISY, DENEYER, 2017; DERVISHAJ, GUDMUNDSSON, 2024). Em especial, o direito ao sol é concebido como fundamental ao desempenho de tarefas diárias, à vitalidade das pessoas pela síntese de vitamina D, redução da pressão sanguínea, supressão de doenças autoimunes e por uma sensação de bem-estar (DEROISY, DENEYER, 2017) e, nos climas frios, à economia de energia para aquecimento (LANGNER, SACHT, VETTORAZZI, 2020). Em ambientes interiores, uma reduzida exposição à luz solar, aliada a uma exposição à iluminação elétrica após o pôr do sol, pode atrasar a regulação do relógio circadiano, levando à dificuldade de se adormecer à noite e de se levantar pela manhã (WRIGHT et al, 2013).

A garantia de insolação e de iluminação natural adequadas tem influenciado fortemente o planejamento urbano e das cidades (HRAŠKA, ČURPEK, 2024). Mesmo assim, esta garantia tem sido desafiada na atualidade pelos acelerados processos de adensamento e verticalização das grandes cidades (CZACHURA et al, 2022; HRAŠKA, 2019) e tem perdido força desde meados do século XX (LEPORE, 2017), como consequência da crescente busca do mercado por empreendimentos mais lucrativos, geralmente obtidos com o aproveitamento máximo do potencial construtivo dos lotes urbanos.

Foi justamente a preocupação das autoridades relativa ao acesso ao sol nas cidades que suscitou a criação de mecanismos de avaliação da incidência de luz solar nas edificações, com métodos aplicáveis desde a etapa de projeto (MARDALJEVIC, CHRISTOFFERSEN, 2017). Uma das primeiras normativas a esse respeito foi a Resolução de Zoneamento de 1916 de Nova Iorque, que introduziu o conceito de escalonamento dos edifícios para garantir a incidência da luz solar e o acesso à ventilação nas ruas. Tal normativa prevenia a criação de cânions urbanos sombreados e mal ventilados, o que promoveu novas abordagens arquitetônicas e urbanísticas ao incentivar projetos que maximizassem a exposição à luz solar e à ventilação natural. Já em 1933, a discussão ganhou escala mundial ao ser abordada na Carta de Atenas, que alertou para a ausência de sol nas habitações em decorrência da verticalização desregrada e a necessidade de se fixar um tempo mínimo de insolação para as residências (LE CORBUSIER, 1933; DERVISHAJ, GUDMUNDSSON, 2024). Hoje, países como Polônia, Alemanha e China adotam regulamentos nacionais que exigem a incidência de um número mínimo de horas de sol nos ambientes em dias específicos, enquanto no Reino Unido a exigência ocorre sobre um percentual das horas prováveis de sol ao longo do ano (DE LUCA, DOGAN, 2019).

No Brasil, a Lei Municipal nº 2332/1920 de São Paulo foi um marco regulatório importante que influenciou o restante do país. Similar à normativa nova-iorquina de 1916, esta lei estipulava que a altura dos edifícios deveria ser proporcional à largura das ruas em que estavam localizados. O objetivo principal deste dispositivo normativo era garantir que a construção de novos edifícios não bloqueasse a entrada de luz natural e ventilação nas ruas, contribuindo para uma melhor qualidade de vida nas moradias urbanas. Posteriormente, na mesma cidade, a Lei nº 3427/1929, conhecida como Código de Obras Arthur Saboya, introduziu a ideia de “direito solar” para edificações, exigindo um tempo mínimo de insolação no piso dos ambientes de permanências prolongada “no dia mais curto do ano” (SÃO PAULO, 1929). Em nível nacional,

o primeiro regulamento que tratou da incidência solar nas residências foi o Selo Casa Azul, criado em 2009 pela Caixa, o qual determina, em sua versão mais recente, que os ambientes de permanência prolongada de todas as unidades habitacionais de um empreendimento localizado em zonas de clima frio devem receber insolação em algum momento do dia, não devendo haver aberturas voltadas diretamente para a face sul (CEF, 2024).

Dervishaj e Gudmundsson (2024) fizeram um levantamento de métodos relativos ao acesso ao sol publicados de 1933 a 2022. Neste levantamento, pode-se verificar que apenas 2 dos 12 métodos levantamentos se referem ao acesso ao sol considerando a geometria interior dos ambientes e que a maioria deles trabalha com a verificação da insolação em um dia específico, sendo apenas um baseado em dados climáticos anuais. Apesar de haver foco no acesso ao sol em ambientes interiores, a maioria dos métodos apresenta este foco de forma indireta. Tem-se ainda que 58% dos métodos são geométricos e 42% usam de simulação computacional;

Há que se destacar que o acesso à luz solar direta pode provocar desconforto por calor e por ofuscamento, sendo preferido apenas nos meses de inverno, de modo que esse parâmetro deve ser cuidadosamente balanceado com outros requisitos de conforto (SEPÚLVEDA et al, 2022; DEROISY, DENEYER, 2017). Deroisy e Deneyer (2017) colocam que o acesso à insolação direta é especialmente importante em quartos residenciais, quartos de internação em hospitais, áreas de lazer em creches e nos locais onde as pessoas permanecem por longos períodos.

Um marco recente no cenário internacional que voltou a tocar diretamente na garantia do acesso à luz solar nas edificações, desta vez em escala transnacional, foi a nova versão da Norma Europeia “EN 17037: *Daylight in buildings*” (CEN, 2018), que incluiu uma métrica de exposição à luz solar mínima nos ambientes internos. Foi a partir da adaptação da EN 17037 que no Brasil, em 2024, foi publicada a nova versão da NBR 15215-3: *Procedimentos para avaliação da iluminação natural em ambientes internos* (ABNT, 2024a).

Em 2005, a ABNT publicou normas inovadoras na área de desempenho térmico de edificações residenciais e de iluminação natural em ambientes internos. Foi a primeira vez que foram publicadas normas no Brasil com métodos de cálculo para a determinação de desempenho nas áreas supracitadas. Anteriormente a 2005, o Brasil contava apenas com Códigos de Obra municipais, nos quais havia a determinação de áreas mínimas de aberturas para a ventilação e a iluminação a partir de uma relação entre a área do piso do ambiente e a área do vão, sem que houvesse critérios de desempenho e sem considerar a obstrução da iluminação ou da ventilação pelo tipo de esquadria ou pela presença de entorno (SOUZA, 2024).

A NBR 15.215 – Iluminação Natural (ABNT, 2005) foi publicada em 4 partes sendo a 1ª relativa a definições, a 2ª relativa ao cálculo da disponibilidade de iluminação natural externa, a 3ª relativa ao cálculo de níveis de iluminância interna e a 4ª relativa a medições de luz natural no ambiente construído. A Norma publicada em 2005 contava com métodos desenvolvidos na década de 1990 e fazia alusão a processos de cálculos matemáticos e gráficos, sem contemplar a possibilidade de simulação computacional. Desde a publicação destas normas, no entanto, houve avanços significativos na área de iluminação natural, na evolução exponencial da capacidade de processamento dos computadores e nas novas possibilidades de simulação de métricas baseadas no clima. Em 2021 então esta norma entrou em revisão para atualização de suas 4 partes, tendo esta revisão sido concluída em junho de 2024. O presente artigo centra-se na revisão da parte 3, que recebeu nova denominação e ampliação de escopo: “Procedimentos

para avaliação da iluminação natural em ambientes internos”. Apesar de ser uma norma relativa a aspectos de iluminação natural, recebeu em sua estrutura dois itens ligados à insolação: 1 – exposição mínima à luz solar direta e 2 - exposição máxima à luz solar direta.

Em seu item relativo à *Exposição mínima à luz solar*, a NBR 15.215-3:2024 (ABNT, 2024a) destaca a importância da exposição à luz solar direta para a qualidade de um ambiente interno e para o bem-estar humano, definindo como método que “deve-se estimar o número mínimo de horas durante as quais este ambiente deve receber luz solar direta, sob céu claro, considerando um período de referência ao longo do ano”. Essa importância teve destaque durante a pandemia de COVID-19 em que foi evidenciado os benefícios da luz solar na melhoria de pacientes (ASYARY, VERUSWATI, 2020), além de melhora na regulação do ciclo circadiano (KNOOP *et al*, 2019).

De acordo com a referida norma, em unidades habitacionais, ao menos um dos ambientes internos de permanência prolongada deve receber luz solar em determinado tempo no período, conforme Tabela 1.

Nível de recomendação	Insolação mínima
Nível I	Atendimento ao critério mínimo de desempenho térmico da ABNT NBR 15575 (partes 1 e 4)
Nível II	1,5 h
Nível III	3,0 h

**Tabela 1.** Recomendação para exposição diária à insolação

Fonte: Tabela A.4 da NBR 15.215-3:2024

Conforme pode ser visto na Tabela 1, foi aprovado que o Nível I (nível de menor qualidade) seria cumprido se atendendo ao disposto para desempenho térmico mínimo na NBR 15.575 (ABNT, 2021); sendo colocado um tempo mínimo de 1,5 horas para o Nível II, e 3,0 horas para o Nível III. A norma determina ainda que a análise seja feita para um dia não especificado de um período de referência entre 1º de agosto e 21 de setembro, nas localidades situadas nas zonas bioclimáticas 1R (muito fria com inverno rigoroso), 1M (muito fria com inverno moderado) e 2R (fria com inverno rigoroso), conforme definidas no projeto de revisão da NBR 15.220-3 (ABNT, 2024b). Esse período indicado na norma foi proposto como equivalente do hemisfério sul ao período indicado na EN 17037 (CEN, 2018), de aproximadamente sete semanas antes do equinócio de primavera. Ainda segundo a norma, deve ser avaliada cada uma das aberturas do ambiente, “a partir de um ponto de referência (ponto P) localizado na superfície interna”, posicionado no centro da largura da abertura e a 0,3 m de altura do peitoril, com uma altura mínima de 1,2 m em relação ao piso.

Para essa verificação, podem ser usados métodos gráficos, mas estes consomem bastante tempo e requerem profissionais especializados em sua avaliação (DERVISHAJ *et al*, 2024), como mostrado nos trabalhos de Pereira, Venturieri e Scalco (2011) e de Furlan, Carvalho e Cartana (2016). Podem também ser usados métodos computacionais que fornecem maior clareza na visualização dos resultados, como colocado por DERVISHAJ *et al* (2024). Os autores indicam que a análise de exposição à luz solar pode auxiliar na determinação de afastamentos entre edificações, melhorar a distribuição interna de ambientes, proporcionar ambientes com o mínimo de exposição à luz solar ao mesmo tempo em que se controla a exposição solar

máxima, adicionar ambientes no leiaute da edificação que possam se beneficiar do acesso à luz solar direta e prever janelas mais largas ou novas janelas onde forem detectados menor atendimento ao requisito. Indicam ainda que trabalhos futuros podem explorar a influência do clima, do dia de análise e dos parâmetros de simulação na avaliação de exposição à luz solar.

Nesse sentido, o objetivo do presente artigo é avaliar o comportamento do novo requisito de “Exposição mínima à luz solar” da NBR 15.215-3 (ABNT, 2024a) em situações urbanas adensadas. Para tal tomou-se como estudo de caso edifícios multifamiliares localizados em áreas verticalizadas de Curitiba/PR e de Porto Alegre/RS, cidades representativas das zonas bioclimáticas 1M e 2R. Para fins de avaliação, fez-se uma análise por meio de simulação computacional considerando todo o período indicado na norma, complementarmente à análise em apenas um dia como estabelecido pelo texto normativo, de forma que se fizesse uma avaliação mais extensiva do período.

## METODOLOGIA

### OBJETOS DE ESTUDO E MODELAGEM

Para a definição dos objetos de estudo, buscou-se identificar nas cidades de Curitiba e Porto Alegre as zonas urbanas em que os parâmetros construtivos previstos na legislação municipal oferecem o maior incentivo à verticalização. Assim, foram escolhidas a Zona Central (ZC) de Curitiba e a MZ 1 – UEU 28 – subUEU 21 de Porto Alegre, cujos parâmetros estão indicados na Tabela 2. Para o caso de Curitiba, foi adotado um lote de 11 m x 30 m (testada x profundidade), definido na legislação urbanística da cidade como o lote padrão da Zona Central (CURITIBA, 2015). Já para Porto Alegre, foi adotado um lote de 15 m x 30 m, dimensões padrão para loteamentos na zona escolhida (PORTO ALEGRE, 2010).

Cidade	Zona	Coefficiente de aproveitamento máximo	Afastamentos da divisa	Taxa de ocupação
Curitiba/PR	Zona Central (ZC)	7,00	2,00 m	1,00 (base) 0,66 (torre)
Porto Alegre/RS	MZ 1 – UEU 28 – subUEU 21	3,00	18% da altura (H < 27 m)	0,90 (base) 0,75 (torre)

Tabela 2. Parâmetros urbanísticos das zonas escolhidas

Fonte: CURITIBA, 2015; PORTO ALEGRE, 2010

A partir destes valores, foi utilizada a tipologia de edificação multifamiliar de um contexto urbano adensado proposto por Guidi (2018) para criar modelos representativos das zonas urbanas escolhidas. A modelagem dos edifícios foi realizada no *software* SketchUp 2023, por meio da modificação dos arquivos originais utilizados por Guidi em sua dissertação, os quais foram cedidos pela autora em formato “.skp” para o desenvolvimento deste trabalho. Quando redimensionado para se adequar aos parâmetros da cidade, o modelo originou um edifício padrão de 13 pavimentos para Curitiba (Figura 1) e de 7 pavimentos para Porto Alegre (Figura 2), incluindo a garagem (térreo) e o barrilete.

A análise foi feita para os pavimentos residenciais inferior, intermediário e superior de cada caso. No modelo de Curitiba, esses correspondem, respectivamente, ao 2º, 7º e 12º pavimentos; no modelo de Porto Alegre, ao 2º, 4º e 6º pavimentos. Foi definido ainda que o pavimento tipo

apresentasse duas unidades habitacionais (UHs), uma voltada para a frente e outra para o fundo do lote. A análise foi feita para o quarto e para a sala das UHs voltadas para o fundo do lote, uma vez que são estes os ambientes que sofrem maior interferência do entorno. A disposição dos cômodos nas UHs e as características das janelas seguem o proposto por Guidi (2018), que as definiu como típicas após o levantamento de projetos arquitetônicos reais. A sala possui abertura centralizada voltada para a lateral da edificação, com 1,2 m x 2,5 m e peitoril de 1,1 m. Já o quarto tem a abertura voltada para o fundo do lote, com dimensões de 1,2 m x 1,2 m e a mesma altura de peitoril que a sala.

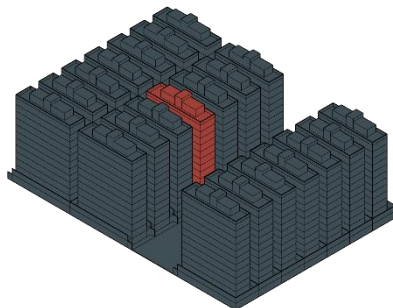


Figura 1. Modelo urbano de Curitiba/PR

Fonte: Os autores

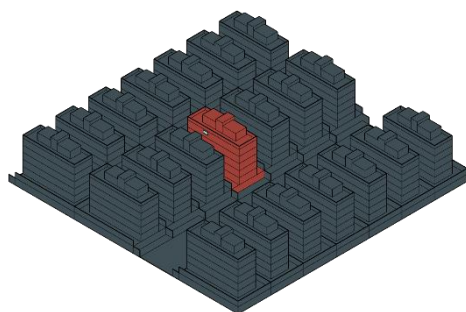


Figura 2. Modelo urbano de Porto Alegre/RS

Fonte: Os autores

## SOFTWARE DE SIMULAÇÃO

Os modelos urbanos de Curitiba e de Porto Alegre, apresentados nas Figuras 1 e 2, foram então importados para o *software* Rhinoceros 7, através do qual é feita a conexão com o *software* Grasshopper, utilizado como interface para a simulação computacional.

Embora o método de simulação sugerido pela NBR 15.215-3 (ABNT, 2024a) seja o de simulação ponto-no-tempo através de projeção estereográfica, optamos neste trabalho por utilizar a simulação pelo método de modelagem da luz natural baseada no clima (*Climate Based Daylight Modelling* - CBDM), que permite avaliar a média da exposição solar ao longo de todo um período especificado. Para tal, foi construído no Grasshopper um *script* de simulação utilizando componentes nativos em associação a componentes do *plugin* Ladybug Tools 1.6.0. Esta ferramenta também foi usada por Dervishaj et al (2024).

Em linhas gerais, o funcionamento deste *script* pode ser dividido em quatro partes: entrada de dados, simulação das horas de sol, tratamento dos resultados e exibição dos resultados. Inicialmente, são inseridos nos respectivos componentes as informações relativas à orientação e as coordenadas geográficas da edificação estudada, bem como o período do ano e o período

do dia escolhidos para a análise. Estes dados são processados pelo componente “LB SunPath”, que fornece os vetores da trajetória solar para o local e os horários de estudo. Além disso, devem ser definidas no modelo do Rhinoceros as geometrias tanto da edificação e de seu entorno quanto dos planos de análise sobre os quais serão geradas as malhas de ponto para os cálculos.

A partir das geometrias fornecidas pelo usuário e dos vetores gerados pelo “LB SunPath”, o componente “LB Direct Sun Hours” faz o cálculo do total de horas de incidência solar direta ao longo do período especificado, para cada ponto da malha de cálculo. Esses resultados são então tratados através de componentes que realizam operações matemáticas, de modo a se obter a média diária de horas de exposição à insolação, também para cada ponto da malha. Os resultados tratados são então convertidos em informações visuais através dos componentes “Text Tag” (valores numéricos) e “LB Spatial Heatmap” (resultados em cores falsas), que reproduzem os resultados gráficos na interface do Rhinoceros. O script também permite controlar a forma de exibição desses dados, como a paleta de cores, escala da legenda de cores, o número de casas decimais dos valores e o tamanho da fonte dos números.

## DADOS DE ENTRADA

Para determinar a localização do projeto, foram importadas as coordenadas geográficas das cidades a partir dos arquivos climáticos de Curitiba (BRA\_PR\_Curitiba.869330\_TMYx.2009-2023) e de Porto Alegre (BRA\_RS\_Porto.Alegre.869880\_TMYx.2009-2023), disponíveis no site [Climate.OneBuilding.Org](http://Climate.OneBuilding.Org).

Sobre o período de análise, a NBR 15.215-3 (ABNT, 2024a) define um período de referência entre 1º de agosto e 21 de setembro, no qual o atendimento deve ocorrer em pelo menos um dia. Para este estudo, foram realizadas simulações para o primeiro e o último dia desse período, os quais, em função da variação na altura solar, representam respectivamente os cenários mais crítico e o menos crítico. Complementarmente, foi realizada uma simulação da média diária de horas de sol entre 1º de agosto e 21 de setembro, com o intuito de obter um resultado mais representativo do período como um todo e que permita avaliar a representatividade dos resultados obtidos através do método determinado pela norma. Já em relação aos horários, também não especificados nas normas, ficou definido um período diário de análise entre 06:00 e 18:00, que corresponde ao período aproximado do dia em que há incidência de luz solar direta nas edificações. O plugin também permite definir a acuracidade do cálculo, que pode ser feito verificando a incidência de luz solar de hora em hora, na menor precisão, ou de minuto em minuto, na maior precisão. Em função do período de análise reduzido, que exige menor capacidade computacional, e conforme recomendações encontradas na literatura (DEVISHAJ, GUDMUNDSSON, 2024), optou-se por utilizar o intervalo de 1 minuto.

Também foi levada em consideração a orientação do modelo, girando o norte geográfico de 45 em 45 graus. Como os ambientes analisados se encontram em fachadas distintas, os resultados por UH apresentam as seguintes combinações:



- quarto norte (N) com sala oeste (O);
- quarto nordeste (NE) com sala noroeste (NO);
- quarto leste (L) com sala norte (N);
- quarto sudeste (SE) com sala nordeste (NE);
- quarto sul (S) com sala leste (L);
- quarto sudoeste (SO) com sala sudeste (SE);
- quarto oeste (O) com sala sul (S);
- quarto noroeste (NO) com sala sudeste (SE).

Por fim, em relação à superfície de cálculo, estabelecida na abertura de cada ambiente, foi utilizada uma malha de pontos com espaçamento de 0,21 m para ambos os modelos.

## RESULTADOS

Os resultados obtidos para cada modelo foram compilados nas Tabelas de 3 a 8, separados por ambiente, pavimento e orientação da abertura. Além disso, foram coloridos os valores conforme o atendimento à norma. Em azul, estão as situações em que não foi verificado atendimento superior ao nível I e que, portanto, dependem de análise de desempenho térmico por meio da metodologia apresentada na ABNT NBR 15.575 (2021). Já em amarelo e em laranja, respectivamente, está indicado o atendimento aos níveis II e III. Para facilitar a análise, os resultados correspondentes ao quarto e sala dos mesmos apartamentos foram colocados nas mesmas colunas. O desempenho final de cada UH, indicado na parte inferior das tabelas, é dado pelo maior desempenho obtido entre os dois ambientes analisados, uma vez que a norma determina que ao menos um dos ambientes internos da edificação deve receber luz solar por um determinado período.

### 1º DE AGOSTO

Em Curitiba/PR (Tabela 3), dentre os 24 quartos analisados, somente 5 (21%) obtiveram nível III, todos localizados no pavimento superior. O mesmo acontece com as salas, em que somente 3 (12,5%) orientações obtiveram o nível máximo. No atendimento final da UH, nota-se que somente as unidades localizadas no pavimento superior é que obtiveram níveis II e III.

No dia 1º de agosto na cidade de Porto Alegre/RS (Tabela 4), dentre os 24 quartos analisados, 14 (58%) atendem aos níveis II e III, sendo 50% nível II e 50% nível III. Para o ambiente da sala, 5 (21%) atendem ao nível III, estando localizados em sua maioria no pavimento superior, e 7 (29%) atendem ao nível II. Na avaliação do atendimento final da unidade habitacional, apenas 6 (25%) necessitam análise pela NBR 15.575 (ABNT, 2021) localizadas majoritariamente no pavimento inferior. As demais unidades dividiram-se em 9 (37,5%) tanto para nível II quanto para nível III, recebendo melhores resultados que Curitiba/PR quando comparado ao mesmo período de análise.

Horas de exposição à luz solar em Curitiba/PR   1º de agosto									
Ambiente	Pavimento	Orientação							
		N	NE	L	SE	S	SO	O	NO
Quarto	Superior	7,9	5,2	3,2	1,9	0,0	1,9	4,5	5,2
	Intermediário	0,1	1,0	0,8	0,7	0,0	0,7	0,8	1,1
	Inferior	0,0	0,5	0,5	0,4	0,0	0,4	0,5	0,5
Sala	Superior	2,5	4,0	4,0	3,0	2,5	1,9	0,0	1,7
	Intermediário	0,8	1,0	0,0	1,2	0,9	0,9	0,0	0,7
	Inferior	0,4	0,5	0,0	1,1	0,9	0,4	0,0	0,6
Atendimento final da UH	Superior	III	III	III	III	II	II	III	III
	Intermediário	-	-	-	-	-	-	-	-
	Inferior	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 3. Resultados da simulação para Curitiba/PR em 1º de agosto

Fonte: Os autores

Horas de exposição à luz solar em Porto Alegre/RS   1º de agosto									
Ambiente	Pavimento	Orientação							
		N	NE	L	SE	S	SO	O	NO
Quarto	Superior	9,0	7,2	3,8	2,0	0,0	2,0	4,2	6,2
	Intermediário	2,0	3,4	2,9	1,2	0,0	1,2	2,0	4,6
	Inferior	0,9	2,8	1,3	1,0	0,0	0,9	1,3	2,9
Sala	Superior	3,8	5,4	9,0	5,3	3,2	2,2	0,0	1,6
	Intermediário	2,4	3,0	0,2	2,7	1,9	1,4	0,0	1,2
	Inferior	1,3	2,5	0,0	1,7	1,3	0,8	0,0	0,9
Atendimento final da UH	Superior	III	III	III	III	III	II	III	III
	Intermediário	II	III	II	II	II	-	II	III
	Inferior	-	II	-	II	-	-	-	II

Tabela 4. Resultados da simulação para Porto Alegre/RS em 1º de agosto

Fonte: Os autores

## 21 DE SETEMBRO

Na análise para o dia 21 de setembro em Curitiba (Tabela 5), verifica-se que os quartos que atendem aos níveis II e III são 9 (37,5%), enquanto nas salas são 8 (33%). Por unidade habitacional, 13 unidades (54%) não tiveram atendimento superior ao nível I, enquanto 5 (21%) atenderam ao nível II e 6 (24%) atenderam ao nível III.

Em Porto Alegre (Tabela 6), somente 4 (17%) dos 24 quartos analisados receberam nível I, em sua maioria com aberturas voltadas para sul, o mesmo ocorre nas salas. O restante dos quartos atende 21% nível II e 62,5% nível III. Já as salas atendem 42% nível II e 42% nível III. Quanto ao atendimento por unidade habitacional, 21% obtiveram nível II e 79% nível III, tendo nenhuma unidade no nível I.

Horas de exposição à luz solar em Curitiba/PR   21 de setembro									
Ambiente	Pavimento	Orientação							
		N	NE	L	SE	S	SO	O	NO
Quarto	Superior	11,9	6,4	3,6	2,9	0,0	2,9	3,6	5,4
	Intermediário	1,5	1,3	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0	2,3
	Inferior	0,4	0,7	0,5	0,6	0,0	0,6	0,6	0,9
Sala	Superior	2,9	3,5	11,9	4,4	2,2	2,5	0,0	2,9
	Intermediário	1,0	1,3	2,1	1,3	1,0	1,1	0,0	1,0
	Inferior	0,8	0,9	1,1	0,7	0,5	1,1	0,0	0,6
Atendimento final da UH	Superior	III	III	III	III	II	II	III	III
	Intermediário	II	-	II	-	-	-	-	II
	Inferior	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 5. Resultados da simulação para Curitiba/PR em 21 de setembro

Fonte: Os autores

Horas de exposição à luz solar em Porto Alegre/RS   21 de setembro									
Ambiente	Pavimento	Orientação							
		N	NE	L	SE	S	SO	O	NO
Quarto	Superior	11,7	6,7	4,4	3,2	0,0	3,2	4,5	6,5
	Intermediário	11,7	5,1	2,4	2,0	0,0	2,0	4,4	3,7
	Inferior	4,1	3,1	1,9	1,4	0,0	1,6	4,4	3,0
Sala	Superior	3,8	4,9	11,7	6,5	3,2	2,8	0,0	3,5
	Intermediário	2,4	3,4	11,7	3,4	2,2	2,0	0,0	2,2
	Inferior	1,6	2,2	3,6	2,1	1,5	1,8	0,0	1,4
Atendimento final da UH	Superior	III	III	III	III	III	III	III	III
	Intermediário	III	III	III	III	II	II	III	III
	Inferior	III	III	III	II	II	II	III	III

Tabela 6. Resultados da simulação para Curitiba/PR em 21 de setembro

Fonte: Os autores

### MÉDIA AO LONGO DO PERÍODO DE REFERÊNCIA

Em relação à análise da média diária para todo o período entre 1º de agosto e 21 de setembro em Curitiba (Tabela 7), os quartos apresentam atendimento aos níveis II e III em 8 (33%) dos 24 cenários e as salas em 7 (29%), todos no localizados majoritariamente no pavimento superior. Na análise por unidade habitacional, são 15 (62,5%) cujo atendimento não ultrapassa o nível I, enquanto 3 (12,5%) atendem ao nível II e 6 (25%) atendem ao nível III.

Para a cidade de Porto Alegre/RS (Tabela 8), 5 quartos (21%) atendem nível I, 9 (37,5%) atendem nível II e 10 (42%) atendem nível III. Nas salas, 6 (25%) alcançam nível I, 11 (46%) atendem nível II e 7 (29%) atendem nível III. Por unidade habitacional, somente uma (4%) possui nível I, enquanto as demais atendem 10 (42%) nível II e 13 (54%) nível III, sendo a cidade com melhores resultados que Curitiba/PR. A interseção dos dados obtidos neste trabalho através da simulação computacional com as métricas colocadas pela NBR 15215-3: 2024 permitiu observar que, no que concerne à presença de insolação direta, as fachadas nordeste e noroeste são mais adequadas para a localização de aberturas para entrada de sol,

pois, são aquelas que recebem mais luz do sol nos meses de inverno, quando considerados todos os pavimentos.

Horas de exposição à luz solar em Curitiba/PR – média 1º de agosto a 21 de setembro									
Ambiente	Pavimento	Orientação							
		N	NE	L	SE	S	SO	O	NO
Quarto	Superior	9,9	6,1	3,4	2,4	0,0	2,4	4,3	5,3
	Intermediário	0,4	1,2	0,9	0,9	0,0	0,9	0,9	1,7
	Inferior	0,0	0,6	0,5	0,5	0,0	0,5	0,5	0,6
Sala	Superior	2,7	4,0	8,7	3,5	2,5	2,3	0,0	2,4
	Intermediário	1,0	1,3	0,3	1,2	0,9	1,3	0,0	0,8
	Inferior	0,5	0,6	0,1	1,0	0,7	0,7	0,0	0,5
Atendimento final da UH	Superior	III	III	III	III	II	II	III	III
	Intermediário	-	-	-	-	-	-	-	II
	Inferior	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 7. Resultados da simulação para Curitiba/PR de 1º de agosto a 21 de setembro

Fonte: Os autores

Horas de exposição à luz solar em Porto Alegre/RS – média de 1º de agosto a 21 de setembro									
Ambiente	Pavimento	Orientação							
		N	NE	L	SE	S	SO	O	NO
Quarto	Superior	10,5	7,0	4,1	2,6	0,0	2,6	5,0	6,4
	Intermediário	5,7	4,2	2,5	1,7	0,0	1,7	3,6	3,9
	Inferior	1,6	2,9	1,9	1,2	0,0	1,2	1,7	3,3
Sala	Superior	3,8	5,3	10,3	5,7	3,1	2,6	0,0	2,5
	Intermediário	2,3	3,2	4,0	2,8	2,0	2,0	0,0	1,5
	Inferior	1,9	2,2	0,8	1,9	1,4	1,6	0,0	1,1
Atendimento final da UH	Superior	III	III	III	III	III	II	III	III
	Intermediário	III	III	III	II	II	II	III	III
	Inferior	II	II	II	II	-	II	II	III

Tabela 8. Resultados da simulação para Porto Alegre/RS de 1º de agosto a 21 de setembro

Fonte: Os autores

Quando comparados os resultados para cada dia ou período, percebe-se que a análise feita para o último dia do período de referência traz resultados em geral mais favoráveis, em função da maior altura solar, porém foram identificados casos em que os resultados para certas orientações e cômodos foram melhores no dia 1º de agosto, como na sala noroeste em Porto Alegre. A análise feita para todo o período tende a trazer resultados intermediários entre os encontrados para dia mais crítico e para o mais favorável, representando melhor o que ocorre ao longo do período, sendo um possível caminho a ser adotado em uma futura revisão da Norma.

No entanto, é notório que em Curitiba/PR, onde os parâmetros urbanísticos são mais permissivos em relação à altura e aos afastamentos da edificação, a grande maioria das unidades apresentou resultados insuficientes para atender aos níveis II e III de desempenho, mesmo quando analisado o dia 21 de setembro. Dessa forma, todas essas unidades precisariam ser submetidas à avaliação de desempenho térmico pela NBR 15.575:2021 (ABNT, 2021) para

verificação do atendimento ou não ao nível I, evidenciando uma incapacidade da norma de iluminação por si só em fornecer resultados conclusivos de exposição à luz solar para cenários de grande obstrução do entorno. Ressalta-se aqui que os autores consideram que um adequado desempenho térmico não substitui a presença de sol por algumas horas no inverno, por exemplo, em ambientes residenciais onde idosos e bebês podem precisar de “banhos de sol” por questões de saúde.

## DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Os últimos anos foram essenciais para ressignificar a discussão acerca do acesso à luz solar em residências, em decorrência do isolamento social imposto pela pandemia de COVID-19, período no qual compreendeu-se com mais clareza a necessidade da permanência de luz solar nos ambientes residenciais, pois o número de horas em que as pessoas permanecem em suas residências teve um aumento expressivo. No entanto, ficou demonstrado que a norma de iluminação natural vigente no Brasil, por si só, não é capaz de assegurar condições satisfatórias de insolação mínima para ambientes avaliados nas cidades grandes, onde o adensamento e a verticalização do espaço urbano vêm criando barreiras significativas para o acesso ao sol nas unidades habitacionais.

Questiona-se, ainda, se a garantia de desempenho térmico nas unidades que recebem pouca insolação no inverno substitui o conforto trazido pela presença de sol direto nos ambientes internos. Conforme mencionado anteriormente, a exigência de um número mínimo de horas de sol para atendimento ao nível I foi retirada da proposta da norma por demanda do setor da construção civil (SOUZA, 2024), porém tal decisão carece de embasamento pela perspectiva do usuário. Pesquisa realizada no contexto da revisão do item de desempenho lumínico da NBR 15.575, demonstrou que uma iluminação natural de boa qualidade nos ambientes internos é amplamente valorizada pelos usuários no momento da aquisição de um imóvel (GUIDI et al, 2024). Dessa forma, novos estudos poderiam replicar essa questão para o tópico da insolação direta dos ambientes internos, de modo a verificar se esse fator também traria benefícios para o mercado da construção.

Além disso, com o avanço das tecnologias digitais, a computação se tornou um facilitador da análise de questões climáticas na arquitetura, reduzindo a quantidade de horas requeridas para calcular as inúmeras variáveis que interferem no conforto ambiental de uma edificação. Assim, a possibilidade de se analisar a média de horas de sol por dia em vários meses do ano se torna tecnológica e financeiramente mais tangível, principalmente quando se trata de um grande número de unidades habitacionais a serem avaliadas.

O trabalho também destaca a importância de se considerar a orientação das fachadas durante o processo de projeto. Resultados como aqueles obtidos para as fachadas sul, onde não há nenhuma incidência de sol nos períodos mais frios, evidencia a importância de se combinar de maneira adequada as orientações para as quais são feitas as aberturas, de modo a se evitar habitações completamente privadas de acesso ao sol. Outra maneira de facilitar o controle do acesso ao sol é alternar as dimensões das aberturas de acordo com a altura da moradia e orientação da fachada, a partir da manipulação da própria arquitetura. Já existem exemplos de edifícios que utilizaram destes artifícios para o controle do conforto interno dos ambientes, os

quais remontam desde o século passado, a exemplo da obra “Casa Batlló”, de Antoni Gaudí e da atualidade, como é o caso do edifício “Casa Mirador Savassi”, em Belo Horizonte.

Com relação ao dispositivo normativo que considera a avaliação das horas de sol em apenas um dia ao longo do ano, os autores consideram que a aplicação da avaliação para todo o período indicado no dispositivo normativo é factível por meio de simulação computacional e evita que o avaliador selecione apenas o dia mais favorável dentro do período.

Futuras investigações são indispensáveis para avaliar a classificação proposta pela Norma, com a realização de estudos que abranjam outras cidades e tipologias construtivas. A ampliação do escopo de pesquisa permitirá uma compreensão mais abrangente da aplicabilidade e eficácia das normas de insolação. Além disso, é crucial analisar como essas normas influenciam a saúde e o bem-estar dos moradores em diversas regiões. É de interesse analisar ainda se cidades com presença de inverno frio como as das novas zonas 3A e 3B, zonas mistas úmidas e secas, não se beneficiaram também da análise do acesso mínimo ao sol nos meses de inverno.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico por fomento de Bolsa de Produtividade em Pesquisa, processo CNPQ 302771/2020-5.

### **Referências Bibliográficas**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.215-3: Iluminação natural Parte 3: Procedimentos de cálculo para a determinação da iluminação natural em ambientes internos.** Rio de Janeiro: 2005.

\_\_\_\_\_. **NBR 15.215-3: Iluminação natural Parte 3: Procedimentos para avaliação da iluminação natural em ambientes internos.** Rio de Janeiro: 2024a.

\_\_\_\_\_. **NBR 15.220-3: Desempenho térmico de edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático por desempenho.** Texto da 1a Consulta Pública. Rio de Janeiro: 2024b.

\_\_\_\_\_. **NBR 15575 Emenda 1:2021: Edificações habitacionais – Desempenho.** Rio de Janeiro, 2021.

ASYARY, A., VERUSWATI, M., **Sunlight exposure increased Covid-19 recovery rates: a study in the central pandemic area of Indonesia.** Sci. Total Environ. 729, 2020.  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139016>.

CAXIA ECONÔMICA FDEREAL, **Guia Selo Casa Azul + CAIXA.** Disponível em:  
[https://www.caixa.gov.br/Downloads/selo\\_casa\\_azul/guia-selo-casa-azul-caixa.pdf](https://www.caixa.gov.br/Downloads/selo_casa_azul/guia-selo-casa-azul-caixa.pdf)

COMITÉE EUROPÉEN DE NORMALISATION. **EN 17037: Daylight in buildings.** Bruxelas, 2018.

CURITIBA. **Lei Nº 15.551, de 10 de outubro de 2019.** Dispõe sobre o zoneamento, uso e ocupação do solo no Município de Curitiba e dá outras providências. Curitiba: Câmara Municipal, 2019.

CZACHURA, A.; GENTILE, N.; KANTERS, J.; WALL, M. **Identifying Potential Indicators of Neighbourhood Solar Access in Urban Planning.** Buildings 2022, 12, 1575.  
<https://doi.org/10.3390/buildings12101575>

- DE LUCA, F.; DOGAN, T. 2019. **A novel solar envelope method based on solar ordinances for urban planning**. *Build Simul-China*. 12(5):817–834. doi:10.1007/s12273-019-0561-1.
- DEROISY, B; DENEYER, A. **A new standard for daylight: Towards a daylight revolution?** In: LUX Europa. 2017.
- DERVISHAJ, A.; GUDMUNDSSON, K. **Sunlight Autonomy for Buildings: A New Methodology for Evaluating Sunlight Performance in Urban and Architectural Design**. LEUKOS, 2024. Doi: 10.1080/15502724.2023.2297967.
- DERVISHAJ, A; DERVISHAJ, G.; GUDMUNDSSON, K.; BJÖRK, F. **EN 17037 a step forward: New computational methods with Sunlight, Daylight, and Quality Views for Regenerative Design**. REHVA European Journal. August, 2023. In: <https://www.rehva.eu/rehva-journal/chapter/>.
- FURLAN, K. V; CARVALHO, C. R.; P. CARTANA, R. **Avaliação da Insolação e Distribuição da Radiação Solar no Ambiente Urbano de Balneário Camboriú**. In: VIII Seminário Internacional de Investigación en Urbanismo, 2016, Balneário Camboriú, 2016. In: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/100519>
- GUIDI, C. R. **Influência dos parâmetros urbanos e da topografia para a disponibilidade de luz natural em edifícios residenciais em Belo Horizonte**. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável) – Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2018.
- GUIDI, C. R.; SOUZA, R. V. G.; ALMEIDA, B. G. M.; AMORIM, C. L.; MACHADO, G. B. S. Percepção da iluminação natural no ambiente residencial de acordo com os usuários. *Paranoá, [S. l.]*, v. 17, p. e48391, 2024. DOI: 10.18830/1679-09442024v17e48391.
- HRAŠKA, J. **Approaches, Methods and Tools of Rights of Access to Sunlight around the World**. *Slovak Journal of Civil Engineering*, Slovak University of Technology, 2019. pp. 45 – 52. <https://doi.org/10.2478/sjce-2019-0031>
- HRAŠKA, J; ČURPEK J. **The practical implications of the EN 17037 minimum target daylight factor for building design and urban daylight in several European countries**. *Heliyon*, 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e23297
- KNOOP, M.; STEFANI, O.; NORTON, B; *et al.* **Daylight: What makes the difference?** *Lighting Research & Technology*. 2020;52(3):423-442. doi: 10.1177/1477153519869758
- LANGNER, M.; SACHT, H.; VETTORAZZI, E.. Análise do uso de ferramentas de design generativo para criação de elementos de controle solar para a arquitetura. In: ENTAC 2020. **Anais [...]**. Doi: 10.46421/entac.v18i.877.
- LE CORBUSIER. **A Carta de Atenas**. Tradução de Rebeca Scherer. São Paulo: HUCITEC: EDUSP, 1993. - (Estados Unidos). ISBN 85.271.090-8 (HUCITEC) - ISBN 85-314-0187-9 (EDUSP).
- LEPORE, M. **The right to the sun in the urban design**. *VITRUVIO - International Journal of Architectural Technology and Sustainability*, Valencia, v. 2, n. 1, p. 24-43, jun. 2017.
- MARDALJEVIC, J.; CHRISTOFFERSEN, J. **‘Climate connectivity’ in the daylight factor basis of building standards**. *Build Environ*. 113:200–209, 2017. doi:10.1016/j.buildenv.2016.08.009.
- PEREIRA, F. O. R.; VENTURIERI, J. R. ; SCALCO, V. A. Desenvolvimento de Equipamento para Verificação *In Loco* da Obstrução do Entorno: Iluminação Natural e Insolação. ENCAC 2011. **Anais**

**ENCAC 2011.** Rio de Janeiro, 2011. v. 1. p. 1-10. In:  
<https://www.researchgate.net/profile/Veridiana-Scalco/research>

PORTO ALEGRE. **Lei Complementar Nº 434, de 1º de dezembro de 1999.** institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental de Porto Alegre e dá outras providências. Porto Alegre, 1999.

SÃO PAULO, **Lei Nº 3427, de 19 de novembro de 1929.** Código de Obra de Arthur Saboya. São Paulo, SP. Disponível em: <https://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/lei-3427-de-19-de-novembro-de-1929/anexo/5e2891391411926000a5995d/L3427.pdf>. Acesso em: 3 de jul. de 2024.

SEPÚLVEDA, A.; LUCA, F. D.; VARJAS, T.; KURNITSKI J. **Assessing the applicability of the European standard EN 17037:2018 for office spaces in a cold climate.** Building and Environ., 2022, 10.1016/j.buildenv.2022.109602.

SOUZA, R. V. G. **Uma atuação constante em normalização: o caso da Norma de Iluminação Natural.** In: TAU 30 ANOS: História do Departamento de Tecnologia do Design, da Arquitetura e do Urbanismo UFMG.

WRIGHT K. P. Jr., MCHILL A. W., BIRKS B. R., GRIFFIN B. R., RUSTERHOLZ T., CHINOY E. D. **Entrainment of the human circadian clock to the natural light-dark cycle.** Curr Biol. 2013. Doi: 10.1016/j.cub.2013.06.039.

Bruno Guimarães de  
Melo Almeida  
[brunogalmeida@ufmg.br](mailto:brunogalmeida@ufmg.br)

Roberta Vieira Gonçalves  
de Souza  
[robertavgs@ufmg.br](mailto:robertavgs@ufmg.br)

Luisa Miquelete Vecchini  
[lvecchini@ufmg.br](mailto:lvecchini@ufmg.br)