Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais
Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

ILUMINAÇÃO NATURAL EM DIFERENTES GEOMETRIAS DE COZINHA EM VITÓRIA - ES

SILVA, Daniela (1); LARANJA, Andréa (2)

(1) Universidade Federal do Espírito Santo, danipeterle@hotmail.com
(2) Universidade Federal do Espírito Santo, andrea.laranja@ufes.com

RESUMO

Legislações edilícias indicam padrões de medidas, áreas e dimensões mínimas, a serem cumpridas em um projeto arquitetônico, que não são garantia de conforto lumínico para o usuário, nem desempenho energético para o edifício. Esta pesquisa teve como objetivo analisar o desempenho luminoso de cozinhas com diferentes geometrias em clima tropical úmido. Na metodologia foram feitas simulações no software Troplux 8, em quatro modelos de cozinha, com mesma área, no 4° e 15° andar em edificação multifamiliar em Vitória – ES. As simulações ocorreram nos horários de 8h00 as 17h00 em todos os dias do ano, nas orientações Sudeste e Nordeste em céu dinâmico. Na análise foram utilizadas as métricas UDI (Useful Daylight Illuminances), DA (Daylight Autonomy), Médias das iluminâncias nos solstícios e equinócios, e curvas isolux. Como conclusão para o DA nenhum modelo atingiu valor mínimo de 200 lux. Com relação aos percentuais das UDIs, o Modelo Retangular 1(MR1) para Nordeste e Sudeste, se destaca levemente em relação o Modelo Comprido (MC). Na média das Iluminâncias observou-se um baixo valor de iluminância para todos os modelos de cozinha para Nordeste e Sudeste. Em relação a Curva isolux para o 15° andar, todos os modelos obtiveram iluminância mínima sugerida pela Norma.

Palavras-chave: *Iluminação natural. Geometria cozinha. Desempenho luminoso.*

ABSTRACT

Building legislation indicates standards of measures, areas and minimum dimensions, to be fulfilled on architectural project, which are not a guarantee of light comfort for the user, nor energy performance for the building. This research aimed to analyze the luminous performance of kitchens with different geometries in a humid tropical climate. Four kitchen models were simulated on troplux 8, with the same area, on the 4th and 15th floors representing a multifamily building in Vitória - ES. The simulations took place between 8am and 5pm all the year, in the Southeast and Northeast orientations in a dynamic sky. The analysis used the metrics Useful Daylight Illuminances (UDI), Daylight Autonomy (DA), Average of the illuminances in the solstices, equinoxes and isolux curves. As a conclusion for the DA, no model reached a minimum value of 200 lux. Regarding UDIs percentages, Rectangular Model 1 (MR1) for the Northeast and Southeast, stands out slightly compared to the Long Model (MC). In the average of the Illuminances, a low illuminance value was observed for all kitchen models for the Northeast and Southeast. Regarding the Isolux Curve for the 15th floor, all models obtained the minimum illuminance suggested by the Standard.

Keywords*: Natural lighting. Kitchen geometry. Luminous performance.*

SILVA, Daniela; LARANJA, Andrea. Iluminação natural em diferentes geometrias de cozinha em Vitória – ES. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18, 2020, Porto Alegre. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2020.

1 INTRODUÇÃO

A luz natural no ambiente interno é uma importante estratégia no projeto para minimizar o consumo de energia com iluminação artificial (ALRUBAIH et al., 2013). Fonseca, Pereira, & Claro, A. (2010) advertem, porém, que a geometria do ambiente pode interferir diretamente no direcionamento da luz natural. Por outro lado, legislações edilícias regulamentam as dimensões mínimas e máximas de compartimentos, porém não são garantia de desempenho energético dos mesmos. Um exemplo disso é a profundidade máxima adotada nestes ambientes conforme muitas vezes indicado pelas legislações edilícias. Albuquerque & Amorim (2012) citam por exemplo que diversos itens não são abordados de maneira satisfatória em código de obras e edificações, normas ou manuais.

Aliado a isto, evidenciam-se as janelas de ambientes de área de serviço, as quais são as únicas fontes de luz natural para as cozinhas de edificações multifamiliares. Nestes ambientes de cozinha tem sido muitas vezes adotadas geometrias, comprimento e largura, que não oportunizam luz natural adequada para suas atividades. O Código de Obras de Vitória (Vitória, 1998), por exemplo, estabelece que ambientes, dentre eles o de cozinha, podem apresentar a partir do plano de iluminação, uma profundidade máxima de até quatro vezes sua largura mínima. Em decorrência disto nota-se a adoção, em edificações residenciais multifamiliares em Vitória – ES, a ocorrência de geometrias mais alongadas para a cozinha, o que pressupõem que a disposição da abertura na área de serviço, conciliada com esse formato comprido da cozinha, acaba influenciando em uma iluminação inadequada para as suas atividades.

Diante disso, em função das questões tratadas anteriormente, sobre a importância da iluminação na redução do consumo de energia elétrica com iluminação artificial, bem como, análises de padrões empregados no Código de Obras e sua capacidade de atender às necessidades luminosas no ambiente interno, a pesquisa tem como objetivo analisar o desempenho luminoso de cozinhas com diferentes geometrias em clima tropical úmido.

2 METODOLOGIA

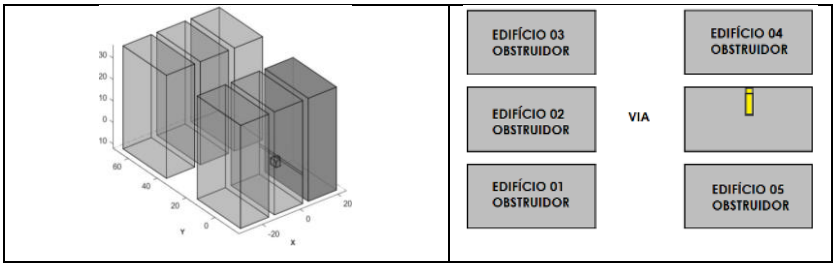
Foram realizadas simulações no programa TropLux 8 nas seguintes etapas: Definição dos modelos e do entorno obstruidor; Definição de orientação da abertura, tipo de céu, dias, horários e refletância das superfícies; Métricas de análise dos resultados das simulações; Avaliação dos resultados;

2.1 Definição dos modelos e do entorno obstruidor

As simulações foram realizadas em ambiente de cozinha no 4º e 15º andar, respectivamente primeiro e último pavimento tipo, em edificação residencial multifamiliar no bairro Praia do Canto, Vitória – ES (latitude 20° 19- S). O 4º andar corresponde ao primeiro pavimento tipo da edificação, prática essa utilizada pelas construtoras em Vitória – ES, sendo dessa forma o primeiro andar o "térreo", o segundo andar a "garagem", o terceiro andar o "playground" e o quarto andar sendo o primeiro pavimento tipo. As edificações obstruidoras constam de 15 andares, afastamentos laterais de 1,5m e frontais de 3m e via de largura de 21m, conforme padrão adotado no recorte urbano analisado (Figura 1).

Figura 1- Volumetria e vista superior das edificações obstruidoras com identificação

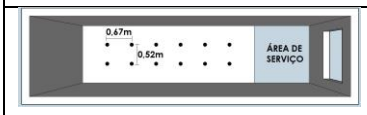
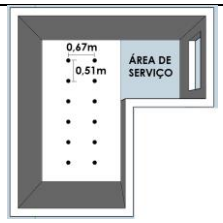
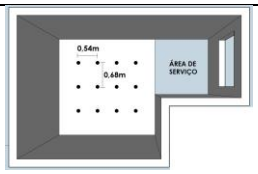
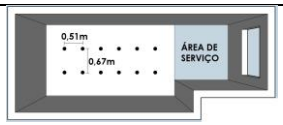
do ambiente no 4º andar, geradas pelo programa TropLux



Fonte: as autoras (2020)

Foram simulados quatro modelos de cozinha, porém com a mesma área. A dimensão e geometria da área de serviço foi padrão para todas as simulações 1,55m x 1,50m x 2,60m (largura, comprimento e pé direito). Os modelos de cozinha foram construídos a partir de um máximo comprimento permitido pelo Código de Obras de Vitória. Assim, adotando-se uma largura de 1,55 m (medida usual de largura de área de serviço adotada pelas construtoras da região) estabeleceu-se o comprimento máximo de 6,2m (somatório do comprimento da cozinha e área de serviço), sendo o comprimento da cozinha é de 4,70m, com área de 7,30m². Com base nisso, foram modeladas outras geometrias de cozinha integrada à área de serviço, Tabela 1. Adotou-se um malha horizontal ortogonal de medição das iluminâncias a uma altura de 90 cm de acordo com as alturas de bancadas de trabalho em cozinhas. Foram utilizados 12 pontos de medição de acordo com o mínimo estabelecido pela NBR 15215-4 (Brasil, 2004).

Tabela 1 – Identificação da geometria dos modelos de cozinha (largura, comprimento e pé-direito)

Modelo comprido -MC	Modelo retangular 1 – MR1	Modelo quadrado - MQ	Modelo Retangular 2 MR2
4,7 x 1,55 x 2,6m	2,0 x 3,65 x 2,6m	2,7 x 2,7 x 2,6m	2,0 x 3,65 x 2,6m
			

Fonte: as autoras (2020)

2.2 Definição de orientação da abertura, tipo de céu, dias, horários e refletância das superfícies

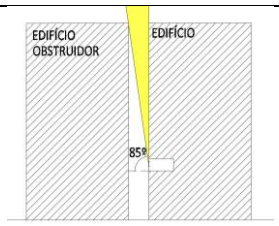
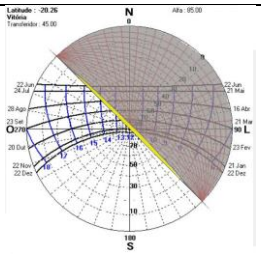
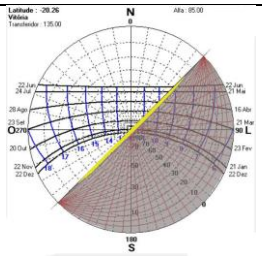
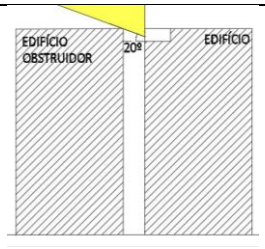
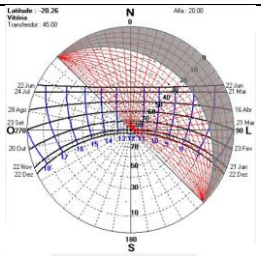
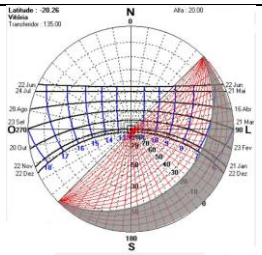
Utilizou-se nas simulações o céu dinâmico, o qual se baseia nos arquivos climáticos da cidade escolhida, Vitória – ES. As aberturas foram simuladas para Nordeste e Sudeste, equivalendo ambos ao período da manhã, correspondendo a horários de maior uso da cozinha, bem como em função do recorte urbano. As simulações ocorreram em duas fases: Na primeira fase foram feitas análises para o 4ª andar com relação aos percentuais das UDI (*Useful Daylight Illuminances*), DA (Daylight Autonomy) e Médias das iluminâncias nos Equinócios e Solstícios. Na segunda fase foram feitas análises das curvas isolux para o 4º e 15º andar.

No que se refere aos percentuais das UDI e DA as simulações ocorreram entre 8h00 e 17h00, para todos os dias do ano. A média das iluminâncias foram analisadas também entre 8h00 e 17h00 mas para os Solstícios e Equinócios. As curvas isolux foram analisadas no dia 21 de setembro no horário de 12h00.

Adotou-se peitoril em alvenaria, prática usual das construtoras da região, com 1,10m de altura. A abertura caracteriza-se por fechamento envidraçado com altura= 1,10m e largura= 1,13m, equivalente à área de 1,25m², referente à fração 1/8 da área do compartimento (somatório da área do piso da cozinha e área de serviço)(Vitória, 1998). As refletâncias adotadas para o ambiente interno, foram: piso = 0,2; parede = 0,6; teto = 0,8 e as externas foram piso = 0,2 e edificações obstruidoras = 0,5.

A seguir, no Quadro 1, apresenta-se a máscara de sombra da cozinha no 4º e 15º andar em função da altura solar obtida com os ângulos verticais traçados no corte esquemático. O esquema mostra a maior visão do céu no 15º andar.

Quadro 1 – Máscara de sombra da cozinha no 4º andar e 15º andar em função da altura solar obtida com o corte esquemático

	Corte esquemático	Nordeste	Sudeste
4º andar			
15º andar			

Fonte: as autoras (2020)

2.3 Métricas de análise dos resultados das simulações

Na análise sobre Daylight Autonomy para o 4º andar, foi possível observar o percentual de horas no ano em que a iluminância no plano de trabalho atinge um valor considerado suficiente para a atividade do ambiente, sem a necessidade de complementação com iluminação artificial (REINHART; WIENOLD, 2011). De acordo com a NBR 8.995-1 (ABNT, 2013), o parâmetro utilizado foi o valor mínimo de 200 lux.

Na análise das UDI para o 4º andar, as iluminâncias obtidas na simulação foram comparados aos intervalos da UDI, sendo eles o intervalo de 0 a 100lux caracterizado como insuficiente; 100≤E≤500lux caracterizado como suficiente, porém com necessidade de iluminação complementar; 500≤E≤3000lx caracterizado como suficiente; E>3000lux caracterizado como excessivo (MARDALJEVIC et al. ,2011). Nesta análise foi possível observar o percentual de horas no ano no qual haverá a necessidade de iluminação complementar ou se a iluminação é suficiente.

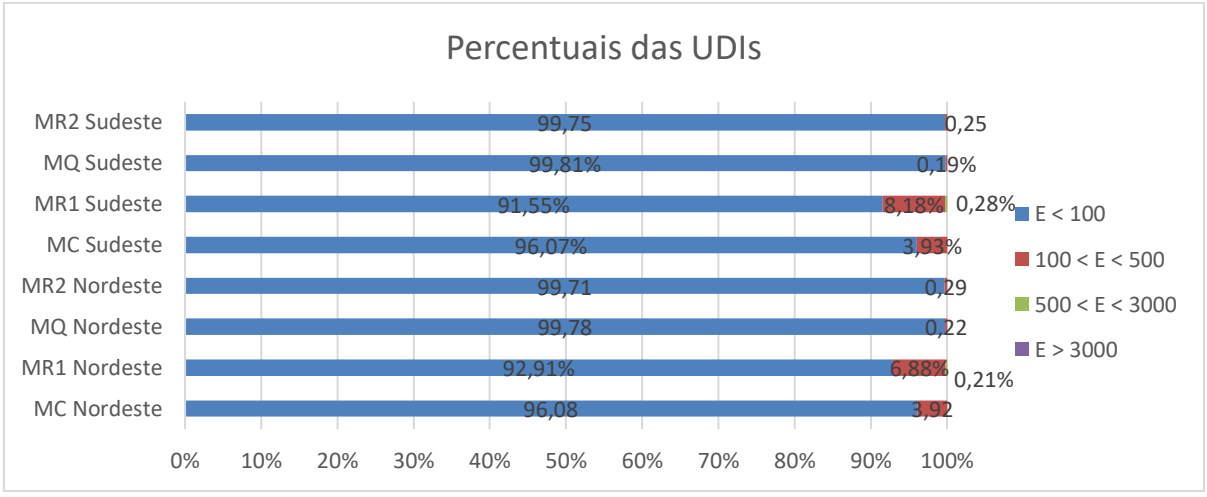
A Curva Isolux foi elaborada para as 12h00 do equinócio de primavera, para o 4º andar (horário e dia detectado com o maior valor de média das iluminâncias dentre os modelos analisados). A Curva Isolux permitiu analisar o comportamento das iluminâncias em toda a região do modelo, bem como analisar o percentual de redução da iluminância entre os pontos, próximo da abertura e o mais distante da abertura. Essa análise, foi baseada no valor mínimo de 200 lux estipulado pela norma NBR 8.995-1 (ABNT, 2013). Além do 4º andar, também foi feita a análise da Curva Isolux para o 15º andar com a intenção de investigar a variação da região da cozinha que passa a ser contemplada com os 200 lux e assim, identificar qual a redução no consumo de energia com iluminação artificial.

2.4 Avaliação dos resultados

Na análise da Daylight Autonomy foi possível identificar para todos os modelos, que não há percentual de horas no ano em que a iluminância atinja o recomendado pela NBR 8.995-1. Desta forma em 100% das horas simuladas será necessário o uso da iluminação artificial. No que se refere à análise dos percentuais de Iluminância das UDI, observa-se no Gráfico 1 que o MR1, para Nordeste e Sudeste, se destaca levemente em relação ao MC, no que se refere ao percentual 100≤E≤500lux (suficiente, porém com necessidade de iluminação complementar).

Assim conclui-se que no MR1 ainda é possível ter a garantia da luz natural em pelo menos 10% das horas simuladas apesar de sempre haver a necessidade de complementação com a luz artificial, ao contrário do restante dos modelos de cozinha onde não se observa a participação desta parcela da luz natural. Dessa forma, em concordância com Fonseca, Pereira, & Claro, A. (2010), confirma-se a capacidade da geometria do ambiente em alterar a iluminância interna.

Gráfico 1 – Percentuais das UDIs nas diferentes geometrias de cozinha

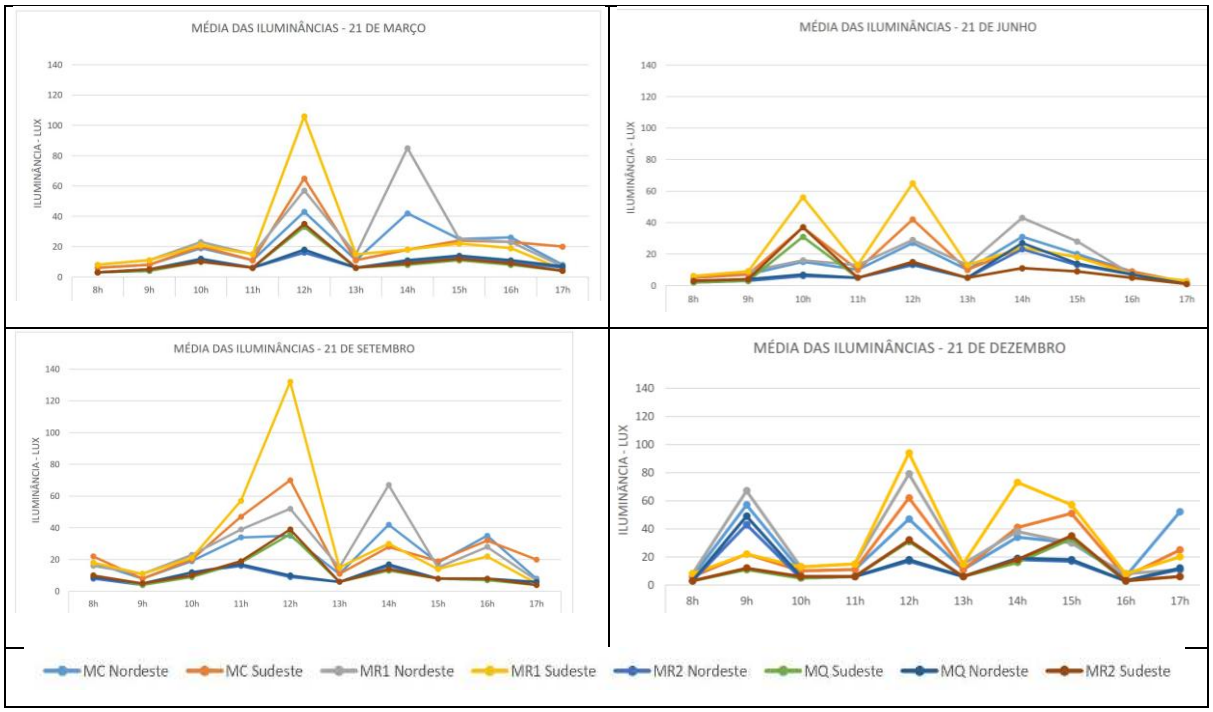


Fonte: as autoras (2020)

O Quadro 2 mostra que no período da manhã, em todas as épocas, há um padrão de iluminação entre os ambientes simulados, com leve aumento da iluminância em alguns horários provavelmente decorrente da luz proveniente do céu, visto que é bem reduzida a incidência da radiação solar direta. Além disso, percebe-se uma maior iluminância no horário das 12h00, decorrente da maior altura solar neste horário, o que possibilita, mesmo em função do pequeno afastamento entre as edificações, o acesso da iluminação natural neste ambiente. Também é possível

observar no Quadro 2, para todos os modelos simulados, um aumento da iluminância na cozinha nos horários da tarde. Isto ocorre provavelmente quando a altura solar ainda é alta e a luz atinge a superfície vertical da edificação obstruidora e desta forma, esta luz é refletida para o ambiente interno. Observa -se assim, a capacidade das superfícies das edificações obstruidoras de contribuírem com a luz refletida, a qual vai compor a iluminação do ambiente interno. Além disso, verificou-se que no Solstício de inverno ocorreram os mais baixos valores de iluminância para todos os modelos. Isto decorre da menor altura solar nesta época do ano, onde facilmente as edificações do entorno obstruem esta iluminação.

Quadro 2 - Gráficos da Média das Iluminâncias nos Solstícios e Equinócios



Fonte: as autoras (2020)

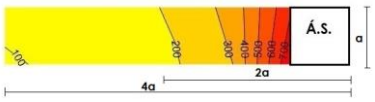
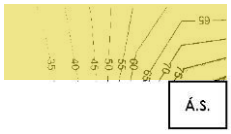
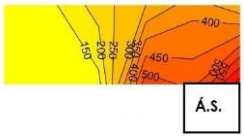
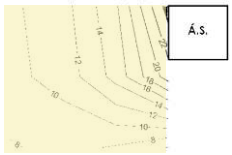
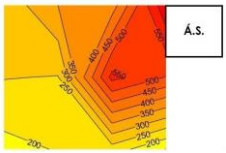
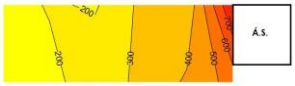
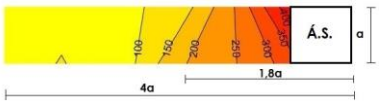
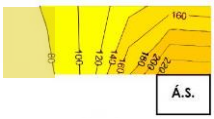
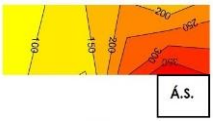
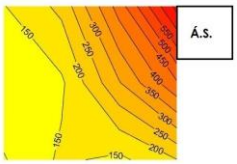
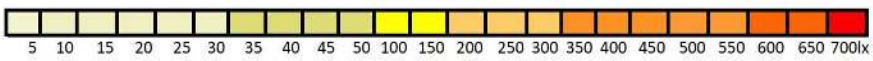
O Quadro 3 mostra que na análise das Curvas Isolux dos modelos do 4º andar foi possível obervar que em 100% da região da cozinha nas diferentes geometrias não foi alcançada a iluminação mínimina de 200 lux estabelecida pela norma NBR 8.995-1. Já no que diz respeito ao 15º andar, a visão de céu é maior em função da máscara de sombra da edificação obstruidora ser menor. Sendo assim, os valores da iluminância, em todos os modelos e orientações, apresentaram um valor mínimo de iluminância satisfatório, em até quase 50% da região do modelo.

Foi no 15º andar no MQ para Nordeste que ocorreram os maiores valores de iluminância, 25 vezes superiores aos valores de iluminância do mesmo modelo do 4º andar. Além disso, 100% de área de cozinha são contempladas com iluminância mínima de 200 lux, ao contrário do mesmo modelo no 4º andar onde não há regiões contempladas com a iluminância mínima.

Pode-se observar que nos modelos MC, MR1 e MR2 do 15º andar para as duas orientações, ocorreu um aumento de 40% a 60% da região contemplada com iluminação mínima, comparadas aos modelos do 4º andar. Isso indica que os modelos do 15º andar terão um menor gasto de energia com iluminação artificial. Porém, notou-se que mesmo na melhor situação possível, ao analisar o MC, o comprimento máximo de ambiente estabelecido pelo Código de Obras de Vitória

(comprimento igual a 4 vezes a largura do ambiente) não é o ideal para garantir a iluminação mínima indicada pela norma. De acordo com as curvas isolux para o horário das 12h:00 no Solstício de primavera somente até o comprimento de até 2 vezes a largura será possível garantir a iluminação mínima.

Quadro 3 – Curvas Isolux para os modelos do 4° e 15° andar

Modelo	4° andar	15° andar
MC/Nordeste		 4a = comprido máximo permitido pelo Código de Obras; 2a= comprimento máximo com iluminação mínima; a= largura do ambiente
MR1/Nordeste		
MQ/Nordeste		
MR2/Nordeste		
MC/Sudeste		
MR1/Sudeste		
MQ/Sudeste		
MR2/Sudeste		
		

Fonte: as autoras (2020)

3 CONCLUSÕES

Conclui-se com a pesquisa que no que se refere ao Daylight Autonomy todos modelos, no 4º andar, demandaram o uso da iluminação artificial em 100% das horas simuladas, não atingindo o mínimo recomendado pela NBR 8.995-1. Para a UDI, o Modelo Retangular 1 (MR1) nas duas orientações, obteve o melhor resultado. Na análise da Média da iluminância os piores resultados aconteceram no período da tarde entre 12h00 e 16h00. No que se refere à curva isolux, nota-se que o modelo que gerou o melhor resultado no 4º andar, não foi o que teve melhor resposta no 15º andar. Por ser Vitória -ES, uma cidade de clima tropical úmido, essa iluminação que chega no MQ deve ser uma incidência maior de luz direta do que de uma luz difusa, desta forma há de se ficar atento com os valores altos de iluminância nesse modelo no 15º andar, pois os mesmos podem gerar ofuscamento e ganho térmico.

A pesquisa confirma que a iluminação da cozinha é composta também pela luz refletida das edificações obstruidoras e depende das características dessas superfícies. Desta forma, faz-se necessária a combinação entre o Código de Obras e o Plano Diretor Urbano na medida em que o desempenho dos modelos foi influenciado pelo limitado ganho de luminosidade em função dos reduzidos afastamentos entre as edificações. A pesquisa também demonstrou que devem ser observadas as orientações das aberturas e as características do entorno, de forma a evitar o ofuscamento. Como trabalho futuro serão feitas também análises por meio de medição in loco.

REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR ISO/CIE 8995-1. Iluminação de ambientes de trabalho – Parte 1:** interior. Rio de Janeiro: ABNT, 2013

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15215-4: iluminação natural: verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações: método de medição**. Rio de Janeiro, 2005.

ALBUQUERQUE, M. S. C.; AMORIM, C. N. D. **Iluminação natural: indicações de profundidade-limite de ambientes para iluminação natural no Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais - RTQ-R.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 12, n. 2, p. 37-57, jun. 2012 .

ALRUBAIH, M. S. et al. **Research and Development on Aspects of Daylighting Fundamentals.** Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 21, p. 494-505, 2013.

FONSECA, R., PEREIRA, F., & CLARO, A. (2010). **Iluminação natural: a contribuição de suas reflexões no interior do ambiente construído**. Pós. Revista Do Programa De Pós-Graduação Em Arquitetura E Urbanismo Da FAUUSP, (28), p.198-217. https://doi.org/10.11606/issn.2317-2762.v0i28p198-217

MARDALJEVIC, J. et al. **Daylighting Metrics for Residential Buildings**. In: SESSION OF THE CIE, 27., 2011, Sun City. Proceedings... Sun City: CIE, 2011.

REINHART, Christoph; WIENOLD, Jan. **The daylighting dashboard e A simulation-based design analysis for daylit spaces.** Building and Environment, V. 46, 386-396 p., dec. 2011.

VITÓRIA. **Lei n°. 4821**, de 30 de dezembro de 1998. **Código de Edificações do Município de Vitória**. Vitória, 1998. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/codigo-de-obras-vitoria-es>. Acesso em: 09 de maio de 2020.