O ÍNDICE DE ESPAÇO ABERTO COMO CONTROLE DO DESEMPENHO DA LUZ NATURAL NO INTERIOR DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Luciana Mota Beck (1); Fernando O. Ruttkay Pereira (2); Veridiana Atanasio Scalco (3)
(1) Arquiteta, Doutoranda do PósARQ – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina – Laboratório de Conforto Ambiental, luciana@labcon.ufsc.br
(2) Engenheiro Civil, PhD, Professor do PósARQ – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo – UFSC, ruttkay.pereira@ufsc.br
(3) Arquiteta, Dra., Professora da UNISUL – Universidade do Sul de Santa Catarina, veridi@gmail.com

RESUMO
A disponibilidade de luz natural no interior do ambiente construído é influenciada pelas diferentes formas urbanas, criadas a partir das diversas combinações arquitetônicas e disposições entre as edificações. A maior flexibilidade na composição permite maior afastamento e diversifica a relação entre os espaços abertos e os espaços construídos. Assim, a configuração espacial vai além do previsto nos tradicionais zoneamentos, que limitam a criação arquitetônica, ao mesmo tempo que podem não garantir o desempenho suficiente da luz natural. Diante disso, este trabalho tem como objetivo verificar um valor mínimo do Índice de Espaço Aberto (*Open Space Ratio* - OSR) que, em conjunto com os índices urbanos tradicionais, como o índice de aproveitamento – IA, a taxa de ocupação – TO e o gabarito, pode ser usado como critério de controle do desempenho da luz natural no interior dos ambientes. Para tanto, o diagrama *Spacemate* foi adaptado e utilizado como ferramenta, permitindo introduzir e combinar aos índices urbanos tradicionais, os resultados das simulações do desempenho da Autonomia Espacial da Luz Natural - $sDA_{300,50\%}$, de cenários urbanos, para a cidade de Florianópolis (latitude de 27º). Os cenários que obtiveram o melhor aproveitamento associado à maior ocupação do lote foram os de gabarito 7, na TO=30%, 5 na TO=40%, e 4 na TO=50%. Os cenários dos gabaritos 2 ao 13 na TO=30%, 2 ao 9 na TO=40%, 2 ao 7 na TO=50%, 2 ao 5 na TO=60% e 2 e 3 na TO=70% e 80%, obtiveram pelo menos 50% dos pavimentos satisfatórios, sendo considerado o valor de sDA≥45%. Foi identificado o valor de OSR≥0,2 a ser utilizado na concepção de projetos, como resultado de combinações urbanas favoráveis à disponibilidade de luz natural no interior dos ambientes.

Palavras-chave: Luz Natural, Formas Urbanas, Geometria da Edificação.

ABSTRACT
The availability of daylight inside the environments is influenced by different urban forms, created from the diverse architectural combinations and different dispositions among buildings. A greater flexibility in composition allows a bigger distance and it diversifies the relationship between open spaces and built spaces. However, the used urban rules limit the architectural creation, at the same time as they may not be sufficient to guarantee the adequate daylight performance. Therefore, this work aims to verify a minimum value of the Open Space Ratio – OSR, which, together with traditional urban indices, such as Floors Space Index – FSI, Ground Space Index – GSI and number of floors, can be used as a criterion for controlling the performance of daylight (Spatial Daylight Autonomy - $sDA_{300,50\%}$), for the city of Florianópolis (latitude 27º), in Spacemate. As a result of the lot's study, at least 50% of the floors accomplished were found in the scenarios of floors 2 to 13 (GSI=30%), 2 to 9 (40%), 2 to 7 (50%), 2 to 5 (60%) and 2 and 3 (70% e 80%), considering the value of sDA≥45%. Furthermore, the Open Space Ratio – OSR, related to the total built area to the open area, was analyzed and a satisfactory performance was confirmed in all the scenarios that computed a value ≥ 0.2.

Keywords: Daylighting Availability, Urban Forms, Building Geometry.

1. INTRODUÇÃO

Os regulamentos tradicionais, em certa medida normativos, muitas vezes não garantem a luz natural no interior do ambiente construído, pois a configuração espacial vai além do previsto nos zoneamentos. Compreendem o volume edificado e a topografia, relacionam o novo e o conjunto edificado existente, compatibilidades tipológicas, continuidade e inserção na morfologia, etc. (DEL RIO, 1990). Assim, a luz natural é modificada de acordo com a configuração do espaço urbano, considerando-se as dimensões e as formas dos edifícios, bem como a geometria dos espaços abertos (LITTLEFAIR, 2011). Diante disso, os regulamentos urbanos não podem ser usados, por si sós, para descrever adequadamente propriedades espaciais de tipos urbanos (BERGHAUSER PONT, HAUPT, 2009). O índice de aproveitamento - IA, por sua vez, estimula a geometria da edificação para utilizar ao máximo o potencial construtivo. Já o gabarito alto exige maiores afastamentos entre as edificações, o que pode diminuir a taxa de ocupação, impedindo o alcance da área de projeção máxima permitida. Ao planejar edifícios mais altos, por exemplo, pode-se fornecer mais espaço aberto sem perder o número de habitações (e a densidade populacional). Entretanto, só a altura da construção não contribui muito para uma compreensão da densidade e da forma urbana, ou a relação entre os dois (MEDINA, 2018). Dessa maneira, esses parâmetros caracterizadores da forma urbana, ao determinarem valores mínimos, por um lado, controlam o uso e a ocupação do solo urbano e, por outro, limitam a disposição dos arranjos espaciais e a geometria das edificações, que poderiam ser concebidas para favorecer a disponibilidade de luz natural no interior dos ambientes. Desenho urbano e planejamento podem incentivar a diversidade, adaptabilidade, conectividade, resiliência e robustez, elementos de sistemas complexos saudáveis (BOEING, 2018).

Nesse sentido, uma investigação mais detalhada do efeito da forma urbana no desempenho da luz natural faz-se necessária, com regras básicas para controle do volume (massa) e para garantir que as decisões pretendidas para gerar luz natural realmente sejam dimensionadas de acordo com os parâmetros de níveis suficientes de luz natural (DEKAY, 2010). Zandavali e Turkienicz (2018) propõe um modelo generativo que une estratégias para possibilitar a flexibilização arquitetônica e o controle da forma do espaço urbano, simultaneamente, gerando geometrias variadas por meio da associação de tipologias morfológicas de quadra. A flexibilidade da forma das edificações permitiu a criação de diferentes volumes, que resultaram na melhoria de desempenho, sugerindo que outros índices podem ser mais eficientes que as regras urbanas correntes. Não muito conhecido no contexto brasileiro, o índice de espaço aberto (*Open Space Ratio* – OSR), relaciona a área construída total à área de lote mantida desocupada. Foi introduzido na década de 1920 por Anton Hoenig, que propôs um mínimo de 1m² de espaço aberto para cada 1m² de área construída. Esse indicador pode ser visto como uma expressão das compensações entre maximizar o IA e a demanda pública e privada por espaço aberto adequado (BERGHAUSER PONT, HAUPT, 2009), e pode ser utilizado, conjuntamente e correlacionado com os índices tradicionais urbanos para o controle da disponibilidade de luz natural no interior do ambiente construído.

2. OBJETIVO

Esta pesquisa investiga a influência de diferentes configurações urbanas na disponibilidade de luz natural no interior de ambientes, considerando taxa de ocupação entre 30% e 80%, índice de aproveitamento de 1 a 7 e gabaritos de 2 a 22, em tipologias de bloco isolado no lote. Uma vez que o OSR, relaciona a área total com a área aberta, associando o IA e a TO, este trabalho tem como objetivo definir um valor mínimo de OSR a ser utilizado como referência na concepção de projetos, que resulte em configurações urbanas favoráveis à disponibilidade de luz natural no interior dos ambientes. Foi considerada como índice informativo, a Autonomia Espacial da Luz Natural - $sDA_{300,50\%}$, que é a área em que se consegue obter pelo menos 300 lux nos ambientes regularmente ocupados da edificação em um período das 8h às 18h por 50% das horas do ano, ou 1825 horas anuais (IESNA, 2012).

.

3. MÉTODO

O método deste trabalho está dividido em três etapas principais:

1. Análise do desempenho da luz natural no interior do ambiente construído através de simulações paramétricas de diferentes configurações urbanas e arquitetônicas.
2. Análise da influência do OSR na disponibilidade de luz natural no ambiente construído.
3. Análise do desempenho da luz natural no diagrama *Spacemate*.

3.1. Análise do desempenho da Autonomia Espacial da Luz Natural – sDA

Diferentes cenários foram criados considerando os lotes inseridos num único traçado urbano (Figura 1), correspondendo à legislação urbana (Brasil, 2000) e arquitetônica de Florianópolis (Brasil, 2014). Com base nos valores mínimos de testada igual a 30m e área mínima de 1.050m², o entorno imediato foi replicado nove vezes, de forma idêntica à quadra central, de 150m x70m, computando um total de 10.500m².

Os cenários foram criados com TO= 30%, 40%, 50%, 60%, 70% e 80%, gabaritos entre 2 e 22, resultando nos IA entre 0,6 e 17,5 (Figura 2). Este estudo originou um total de 126 cenários.

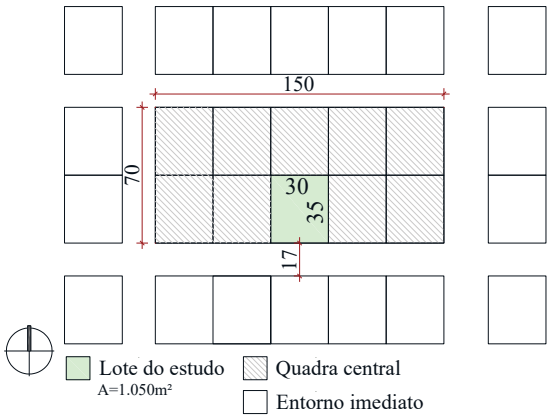


Figura 1: Configuração da quadra

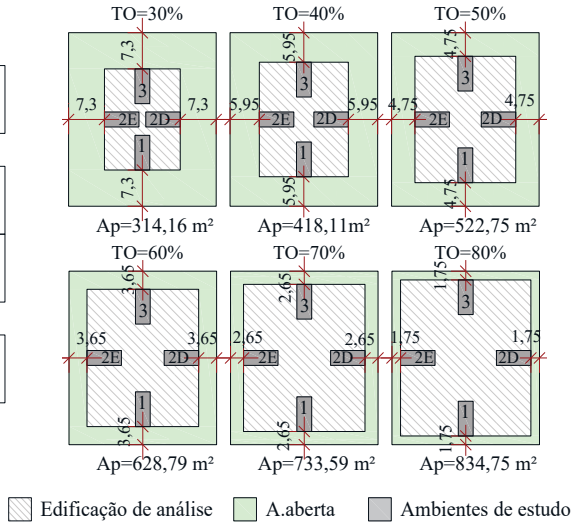


Figura 2 – Planta baixa das tipologias de bloco isolado no lote

As edificações de análise foram centralizadas no lote, computando afastamentos (frente, laterais e fundos) de 7,3m, 5,95m, 4,75m, 3,65m, 2,65m e 1,75m, respectivamente. Os afastamentos mantiveram-se constantes, mesmo com o aumento do gabarito. As áreas de projeção calculadas resultaram em 314,16m², 418,11m², 522,75m², 628,79m², 733,59m² e 834,75m². Os ambientes de estudo foram definidos com 21m² (3x7m). As aberturas representam 1/6 da área do piso do ambiente (3x1,20m/peitoril=90cm). As edificações do entorno imediato foram definidas como idênticas às da edificação de análise, gerando cenários uniformes.

A disponibilidade de luz natural foi verificada através da simulação da medida dinâmica $sDA_{300,50\%}$. Esta pesquisa utilizou o valor de referência de sDA=45%, com base nos estudos de Saratsis, Dogan e Reinhart (2017), que estabelecem o valor de sDA≥45, suficiente para a disponibilidade de luz natural no interior dos ambientes (representados no diagrama *Spacemate* na cor verde, como satisfatórios). Os valores abaixo de 45% foram considerados não satisfatórios e foram ilustrados nas cores laranja escuro (44% a 30%), laranja intermediário (29% a 15%) e laranja claro (menor que 15%). O programa computacional utilizado para a modelagem dos cenários foi o software *Rhinocerous 6.0* (MCNEEL, 2017), e para as simulações da disponibilidade de luz natural foi utilizado o plug-in *DIVA 4.0*. O arquivo climático da cidade de Florianópolis, utilizado, foi do tipo SWERA, desenvolvido pelo projeto *Solar and Wind Energy Resource Assessment,* que permitiu considerar as medidas de todo o ano.

Os resultados de sDA consideraram os valores da edificação, ou seja, sDA_{edif} correspondendo ao somatório dos valores de sDA de todos os pavimentos existentes na edificação, os valores de sDA por pavimento – sDA_{pavto}, contemplando os valores de sDA de todos os ambientes (1 – localização frontal, 2 – laterais e 3 – fundos) do pavimento, e os valores de sDA_{amb}, somatório dos ambientes de todos os pavimentos, numa mesma localização.

Para o estudo comparativo entre cenários que apresentam edifícios de diferentes gabaritos foi utilizada a estratégia chamada de Pavimento de análise – Pa. O 1º pavimento de análise, e menos obstruído, refere-se ao último pavimento da edificação, o 2º Pa, corresponde ao penúltimo pavimento da edificação, e assim por diante. Isto garantiu mesmo Pa, para edifícios de diferentes gabaritos, pois a altura da obstrução é a mesma, e, assim, o cenário de menor gabarito não apresenta vantagem em relação ao de maior gabarito, devido à presença de maior obstrução. A Figura 3 compara exemplos de estudos no 5º Pa (H – altura das obstruções iguais) e exemplos no pavimento 5 (diferentes alturas da obstrução).

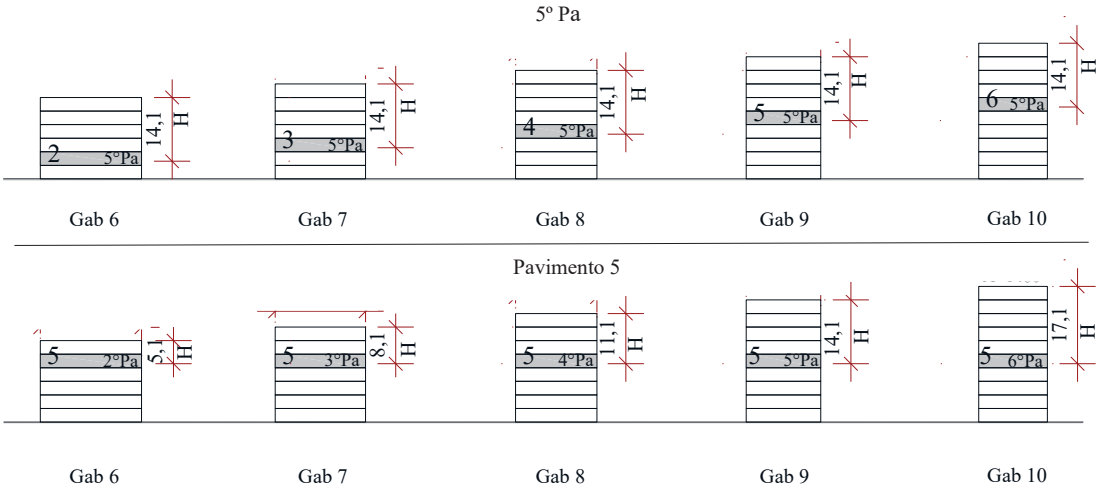


Figura 3 – Comparação do 5º pavimento de análise e dos pavimentos 5

3.2. Uso do Índice de Espaço Aberto no desempenho da luz natural

O OSR relaciona a área construída total com a área aberta, sendo igual a (1-(TO/100)/IA) (BERGHAUSER PONT; HAUPT, 2007), e também pode ser obtido pela divisão do espaço aberto pelo espaço construído. O espaço aberto é a área do lote ou da quadra dividida pela área de projeção. O espaço construído é a área de projeção, multiplicada pelo número de pavimentos. Como o OSR relaciona o índice de aproveitamento e a taxa de ocupação, o comportamento desses parâmetros foi analisado em relação aos estudos das diferentes configurações de bloco isolado no lote, através do diagrama *Spacemate*.

3.3. Análise do desempenho da luz natural no diagrama *Spacemate*

Uma maneira de representar simultaneamente (Figura 4) os valores de IA (Floors Space Index – FSI) (no eixo y), TO (Ground Space Index – GSI (eixo x), gabarito (L) (eixo oblíquo) e OSR (eixo oblíquo oposto ao gabarito) é através da ferramenta *Spacemate*, que permite verificar, conjuntamente, as características dos tipos edilícios e urbanos, de uma forma que os parâmetros não conseguem fazer isoladamente. As áreas A e B demarcam as áreas construídas de edificações de gabarito 2 a 4 e dividem-se em áreas espaçosas e/ou compactas, resultando valores baixos de IA e TO. As áreas C, D, E, F, contemplam edificações de gabaritos 3 a 6, e 5 a 8, com IA baixo e TO alto. Por fim, G e H, acima de gabarito 7, apresentam valores de IA alto e TO baixo (STEADMAN, 2014).

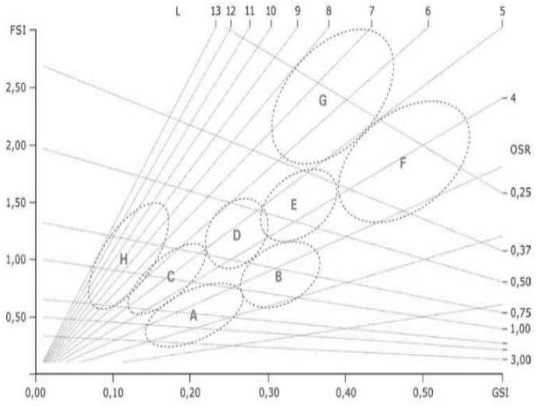


Figura 4: Diagrama *Spacemate* (BERGHAUSER PONT, HAUPT, 2009).

O diagrama Spacemate explora opções espaciais e otimiza a relação entre densidade, forma e desempenho urbano (BERGHAUSER PONT, HAUPT, 2009). Adaptando o diagrama para mostrar graficamente os valores de sDA, além do IA, TO, gabarito e OSR, como tratamento dos dados, os cenários que obtiveram valores de sDA≥45% foram ligados, constituindo-se de uma área ilustrada na cor verde. Os

demais cenários foram representados pelas áreas nos tons de laranja, que resultaram no sDA<45%. A mesma estratégia foi realizada para a criação das áreas de OSR, que foram classificadas e divididas da seguinte maneira: (a) 0,0 a 0,05 iguais a OSR=0,0; (b) 0,06 a 0,15 iguais a OSR=0,1; (c) 0,16 a 0,25 iguais a OSR=0,2; (d) 0,26 a 0,35 iguais a OSR=0,3, e assim, sucessivamente. Dessa maneira, identificou-se em quais cenários (cada um com suas diferentes combinações de IA, TO e gabarito) foi possível estabelecer desempenho satisfatório e verificar o menor valor de OSR contido na área verde correspondendo ao sDA≥45.

4. RESULTADOS

Os valores de sDA_{edif} e do OSR de todos os cenários simulados na pesquisa estão ilustrados na Figura 5. A ligação dos pontos que representam os cenários simulados dentro do mesmo intervalo de classificação gerou áreas correspondentes aos valores de sDA e OSR. De acordo com os resultados de $sDA_{edif,}$ constatou-se que, nos cenários de maior gabarito, quando o IA e a TO diminuem, os resultados de desempenho encontram-se mais elevados, como é o caso do cenário de gabarito 11 (sDA_{edif}=51%, TO=30%, IA=3,3, OSR=0,2), por exemplo, quando comparado com o cenário de gabarito 9 (sDA_{edif}=39%, TO=50%, IA=4,5 e OSR=0,1). Os espaços em cinza encontram-se dentro do limite estipulado dessas áreas e, por isso, foram incluídos nos resultados. Entretanto, o mesmo não ocorre nas áreas brancas, pois não é possível presumir os resultados de desempenho, por se encontrarem nos espaços de mudanças entre faixas de sDA, consideradas áreas de transição.

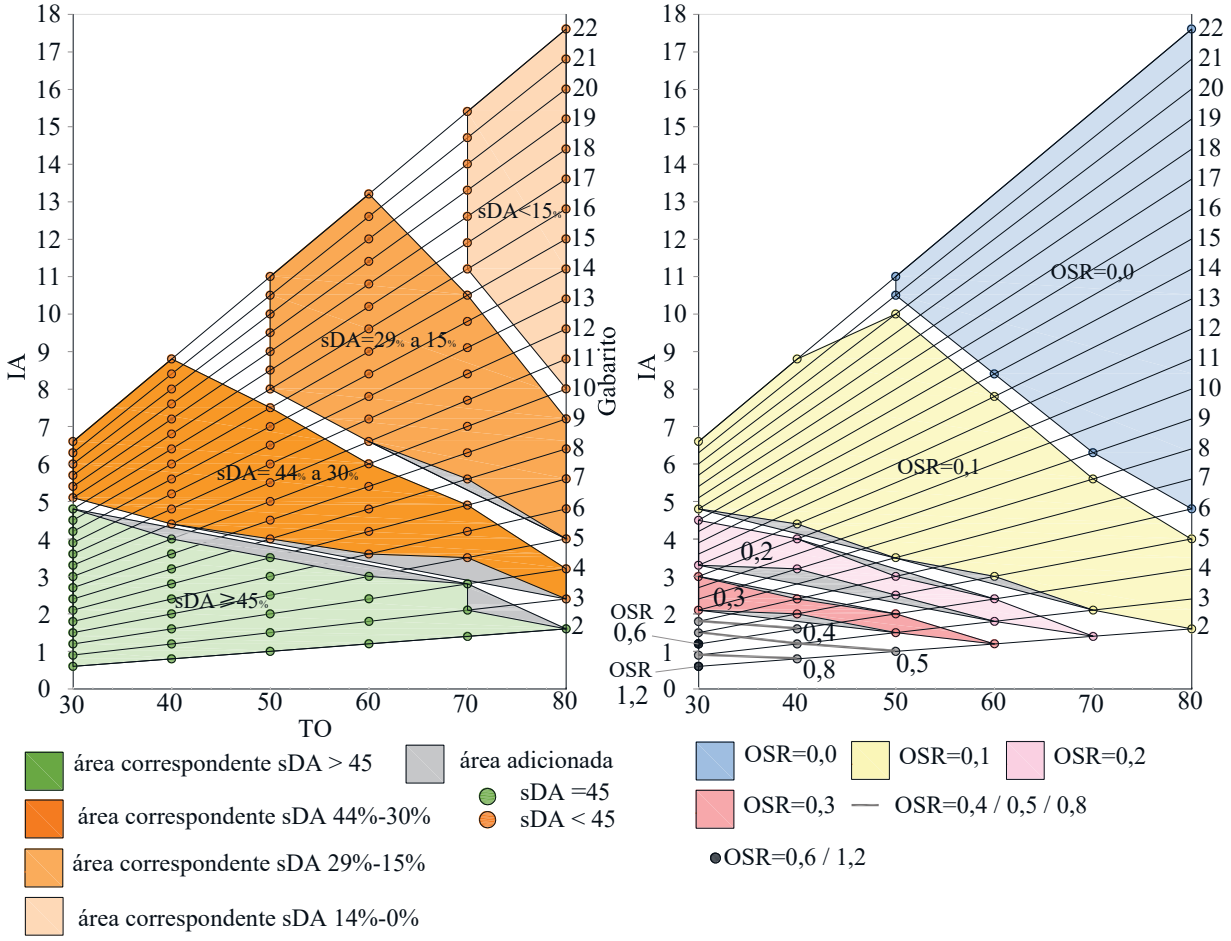


Figura 5 – Resultados de sDA e OSR no diagrama Spacemate dos cenários da pesquisa

Os valores de sDA e OSR foram correlacionados, e a Figura 6 mostra os resultados da sobreposição do sDA_{edif} e os valores de OSR computados. Observa-se que os cenários que obtiveram valores de OSR na faixa correspondente ao valor 0,0 não obtiveram desempenho satisfatório, e por outro lado, todos os cenários na faixa de OSR≥0,2 foram computados com resultados satisfatórios. Assim, a faixa de OSR=0,1 (área tracejada) foi considerada a transitória, ou seja, correspondendo tanto aos valores de sDA≥45% (verde), quanto aos de sDA=44% a 30% (laranja escuro).

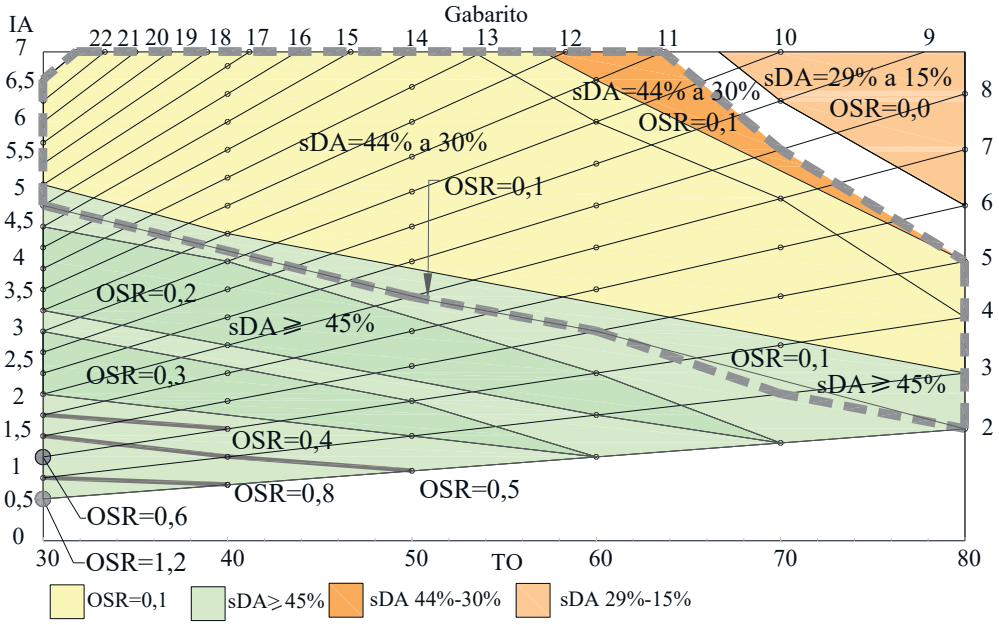
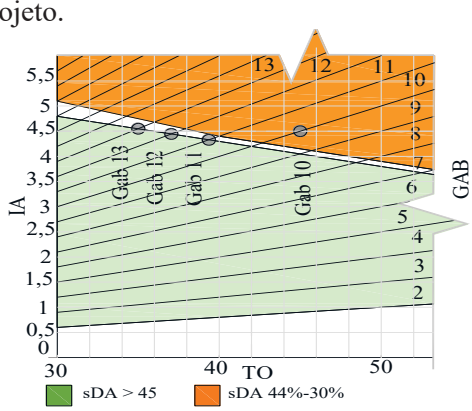


Figura 6 – Diagrama Spacemate adaptado com os valores de sDA

A partir dos gabaritos de 16, 10, 7, 5, 4 e 2, das TO de 30%, 40%, 50%, 60%, 70% e 80%, os valores de desempenho de sDA_{edif} não foram garantidos, indicando que essas configurações devem ser evitadas, pois os ambientes encontram-se obstruídos que não propiciam a luz natural adequada no interior dos ambientes.

Como forma de empregar os resultados desta pesquisa, a Figura 7 mostra os cenários de gabarito 10 a 13, nas TO=45%, 39%, 37% e 35%, respectivamente. O cenário de gabarito 10 encontra-se na faixa de valor de sDA_{edif} <45%. Entretanto, os outros cenários, com configurações similares, obtiveram resultados de sDA_{edif} satisfatórios. As sobreposições do sDA e do OSR realizadas nesta pesquisa, permitem mostrar os resultados simultaneamente, e assim auxiliar em alternativa de configuração satisfatória para um determinado projeto.



Gab	TO	IA	Afast. mín. lateral	A. proj.	A. const.	sDA
10	45%	4,5	6	945	9.450	
11	39%	4,3	6,6	819	9.009	
12	37%	4,4	7,2	777	9.324	
13	35%	4,6	7,8	735	9.555	

Figura 7 – Análise dos cenários de gabarito 10 a 13

Em relação aos valores de sDA_{pavto}, na TO=30%, os cenários de gabarito 2 a 7 obtiveram todos os pavimentos com resultados satisfatórios, computando 100% na faixa de sDA≥45%. A partir do gabarito 8, os resultados de sDA≥45% decrescem continuamente e, por consequência, os valores de sDA=44% a 30% aumentaram. No gabarito 13, a porcentagem de pavimentos na faixa de sDA≥45% e sDA=44% a 30% é

exatamente a mesma, sendo assim, dentre os cenários que alcançaram pelo menos 50% dos pavimentos atendidos, esse foi também o que obteve maior área construtiva. Os valores de desempenho na faixa de sDA=29% a 15% são exibidos a partir do gabarito 16 (Figura 8).

As porcentagens médias nas faixas de sDA representam a porcentagem de cenários dentro de cada faixa, ou seja, dos 21 cenários (sDA_{edif}) simulados na TO=30%, por exemplo, 72% dos cenários obtiveram resultado de sDA≥45%, e nenhum cenário foi computado na faixa de sDA<15%.

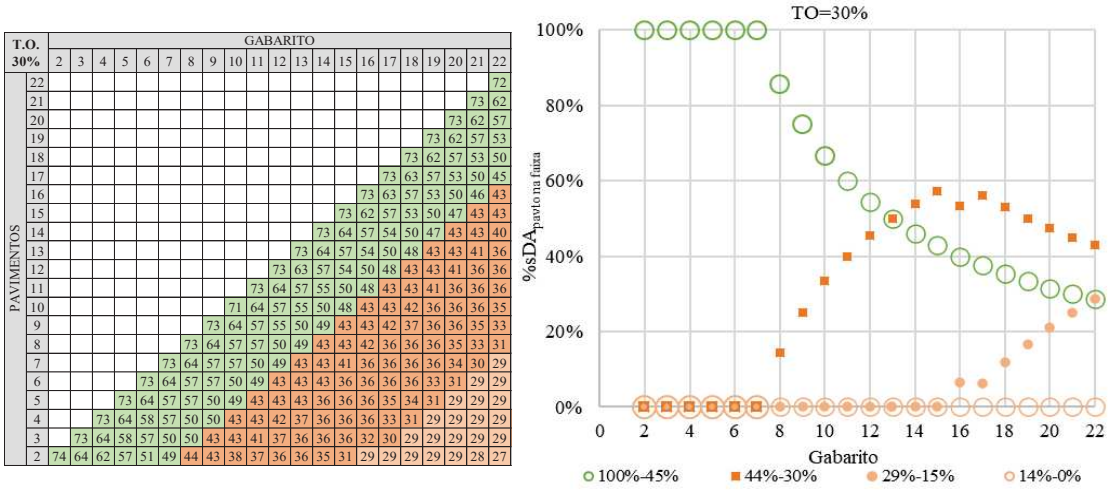


Figura 8 – sDA_{pavto} da TO=30%

Quanto maiores os valores de sDA≥45% e menores os valores de sDA<15%, mais significativos foram os desempenhos dos pavimentos para as TO analisadas na pesquisa. Observou-se que a partir da TO=50%, pelo aumento da obstrução do entorno, começam a ser computados valores de desempenho menores que 15%.

Nas TO de 30% e 40%, mesmo não se alterando os afastamentos de acordo com o aumento do gabarito nos cenários criados, os resultados foram garantidos em todos os pavimentos até os cenários de 7 e 5, respectivamente. Quando considerados pelo menos 50%, os valores alcançaram até os gabaritos 13 e 9. No desempenho da edificação, os valores obtidos foram garantidos até o 16 e o 10. Nestas situações, constata-se que os resultados satisfatórios foram alcançados mesmo com afastamentos menores do que os exigidos pelo regulamento de Florianópolis. Nos cenários de gabaritos mais elevados, nas TO de 60% a 80%, os pavimentos já estão tão obstruídos que, mesmo com a diminuição do gabarito e o aumento do pavimento, os valores de desempenho ficaram inalterados. Por outro lado, até o gabarito 5, na TO de 60%, e os gabaritos 2 e 3, nas TO de 70% e 80%, tiveram os pavimentos atendidos em pelo menos 50%. Quando considerado o desempenho da edificação, os resultados decresceram para 4, 2 e 2.

Em relação aos valores de sDA_{amb}, mesmo nos ambientes 1, voltados para o sistema viário e considerando a largura da via de 17 metros, os resultados não foram considerados satisfatórios nos gabaritos 20 a 22 e 18 ao 22, nas TO de 50% e 60%, respectivamente (Figura 9).

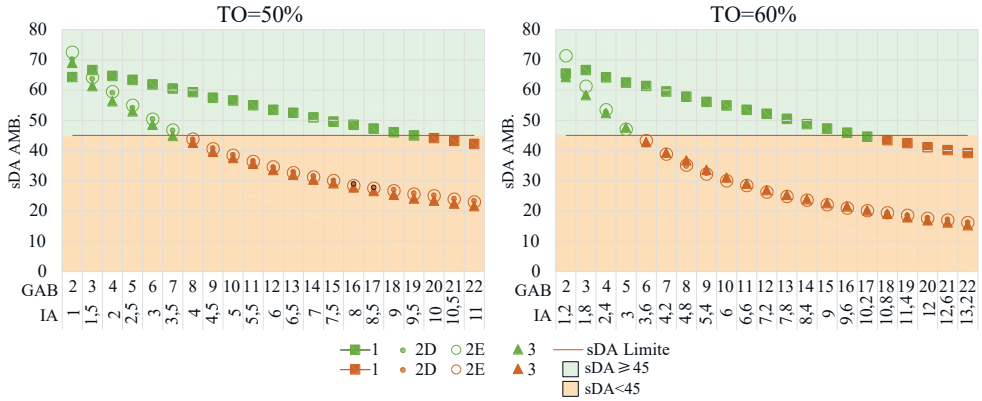


Figura 9 – sDA_{amb} da tipologia de bloco no lote das TO=50% e 60%

Em relação aos ambientes 2E e 2D, a diferença percentual não foi significativa, mesmo em diferentes orientações solares (leste e oeste). Nas TO de 30% e 40%, os valores dos ambientes 3 foram mais restritivos que os dos ambientes 2, mas com o aumento da TO, essa diferença diminuiu, até alcançar resultados equivalentes nas taxas mais elevadas. Cita-se o cenário de gabarito 7, da TO=50%, por exemplo, cujo valor de sDA_{amb3} foi exatamente igual a 45%. Ressalta-se que a média não significa que todos os pavimentos obtiveram resultados satisfatórios.

Em relação aos valores de OSR, dois cenários são comparados na Figura 10, apresentando mesma área de projeção, gabarito e área construída e, como consequência, mesmos valores de OSR. O que as difere é a maneira como estão implantadas no lote, sendo a primeira alinhada de acordo com os afastamentos mínimos laterais (considerando a legislação de Florianópolis – 1,5m) e a outra centralizada em relação aos afastamentos das divisas (4,75m).

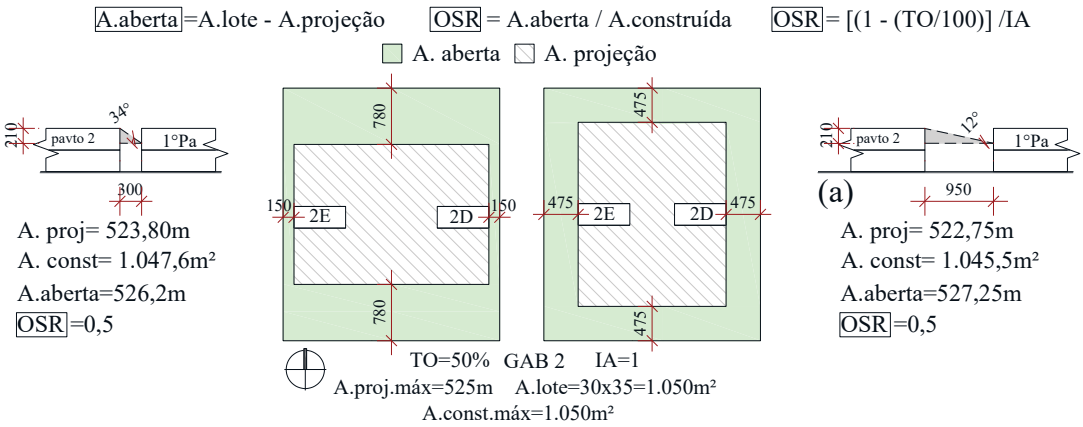


Figura 10 – Comparação de cenários com mesmos OSR e parâmetros

Mesmo apresentando idênticos parâmetros urbanos, os diferentes afastamentos resultantes influenciam distintivamente no desempenho da luz natural no interior dos ambientes. Outros cenários, que apresentam parâmetros urbanos diferentes, por sua vez, computaram valores de OSR também iguais. Nesse caso, para favorecer o desempenho e os valores de OSR, identificou-se que os valores de IA e o gabarito diminuirão e a TO aumentará (Figura 11).

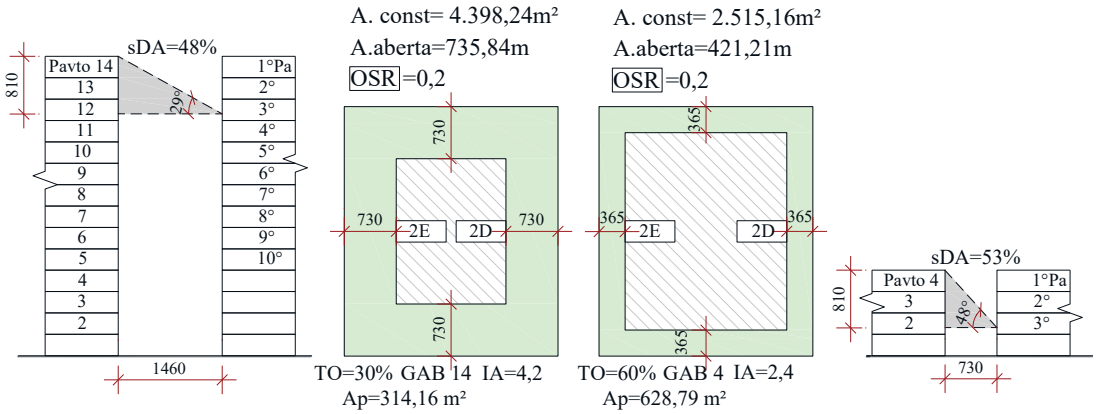


Figura 11 – Comparação de cenários com mesmo OSR e diferentes parâmetros

Nos cenários que apresentam mesma área construída, os valores de OSR e sDA foram computados mais elevados para os cenários de menor TO e maior gabarito, conforme mostra a Figura 12. No mais restritivo, foram computados valores de sDA_{edif}=47% e OSR=0,1, enquanto que, no cenário mais significativo, os valores foram iguais a sDA_{edif}=53% e OSR=0,2. No mesmo pavimento de análise, identificou-se uma maior influência da TO, que deve diminuir, do que do gabarito, que deve aumentar, para favorecer os resultados de desempenho e OSR.

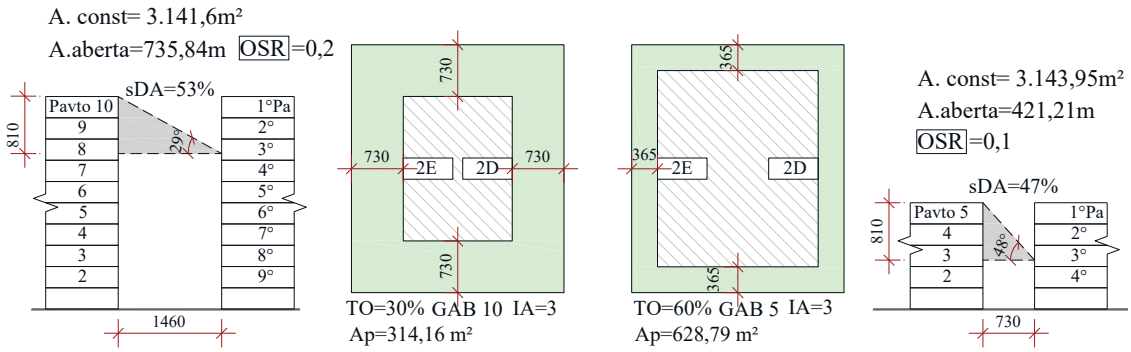


Figura 12 – Comparação de cenários com diferentes OSR e mesmo IA

Outra condição identificada é quando a TO é igual. Citam-se os exemplos acima apresentados, dos cenários de TO=30%. Comparando o gabarito de 14 e o de 10, observaram-se valores de OSR maiores, no cenário que teve o IA e o gabarito diminuídos. Nesse caso, quando a TO é igual, numa mesma tipologia arquitetônica e mesma área de lote, o OSR é igual para ambos os cenários.

5. CONCLUSÕES

As formas urbanas são criadas a partir das diferentes disposições entre as edificações e das diversas combinações das configurações urbanas. Considerando a dinâmica das cidades, em constante expansão, o surgimento de novas edificações gera impactos pelas obstruções, que reduzem o desempenho da luz natural, interferindo na qualidade e produtividade das atividades realizadas no interior dos ambientes.

Diante dessa realidade, evidencia-se a relevância do planejamento das cidades na criação das formas urbanas e na disponibilidade de luz natural. As regras urbanas, em certa medida normativas, limitam os recuos e afastamentos das edificações do entorno, incentivando o uso da tipologia do bloco isolado no lote. Na maioria das cidades brasileiras, a cidade se faz a partir do acoplamento das peças individuais (edifícios), implantadas de modo aleatório na escala do lote.

No diagrama Spacemate, os valores obtidos de sDA apresentados permitem identificar se o cenário computou resultados satisfatórios ou não-satisfatórios. Assim, a partir do OSR, é possível comparar cenários dentro da mesma faixa de valores de sDA, identificando que o melhor resultado é o que foi computado para o cenário de maior valor de OSR. Foi confirmado que todos os cenários que obtiveram valor de OSR≥0,2, computaram desempenho da edificação satisfatório, enquanto que todos os valores de OSR=0,0 obtiveram resultados não satisfatórios. Os valores de OSR=0,1 foram considerados de transição, computando tanto valores satisfatórios como não satisfatórios.

Os valores de IA, TO e gabarito, índices urbanísticos regulados pelas normas tradicionais urbanas, foram correlacionados com os índices performativos de desempenho (Autonomia Espacial da Luz Natural – sDA). Observou-se que as regras urbanas tradicionais, isoladamente, não são suficientes para assegurar o desempenho da luz natural no interior dos ambientes de todos os pavimentos de uma edificação, em especial nos pavimentos inferiores, que são os mais obstruídos pelo entorno. Foram encontrados cenários com configurações urbanas acima dos limites estabelecidos pela legislação de Florianópolis, apresentando resultados satisfatórios e, ao mesmo tempo, cenários que não computaram resultados de sDA≥45%, combinando valor abaixo dos permitidos pelas regras urbanas.

Embora cada objeto arquitetônico apresente características próprias em função do seu uso, linguagem arquitetônica, decisões projetuais e padrão construtivo, a implantação do lote na quadra é sempre norteada por variáveis expressas na legislação urbanística focando, predominantemente, no lote isolado: recuos e índices urbanísticos. Verificou-se a importância de não considerar somente estudos na escala do lote, mas investigar possibilidades espaciais a partir do conceito de bairro-cidade ou quadra-cidade, onde se aumenta a flexibilidade das diversas combinações arquitetônicas e disposições entre as edificações, tornando-se os ambientes construídos mais favoráveis ao desempenho da luz natural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERGHAUSER-PONT, M. Y.; HAUPT, P. A. **The Spacemate**: Density and the typomorphology of the urban fabric. *In*: Urbanism Laboratory for Cities and Regions, 2007.

Pont, M. B. and P. Haupt. **Space, Density and Urban Form**, 2009.

BOEING, Geoff. **Measuring the complexity of urban form and design**. Urban Design International, *[S. l.]*, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1057/s41289-018-0072-1

BRASIL. Lei Complementar nº 60, de 28 de agosto de 2000. Código de Obras e edificações de Florianópolis, 2000.

BRASIL. **Lei Complementar nº 482**, de 17 de fevereiro de 2014. Plano Diretor de urbanismo do município de Florianópolis, 2014.

DEKAY, Mark. Daylighting and urban form: an Urban Fabric of Light. Journal of Architectural and Planning Research, *[S. l.]*, 2010.

DEL RIO, Vicente. **Introdução ao Desenho Urbano no Processo de Planejamento**. Sao Paulo: Pini, 1990.

IESNA, IES LM-83-12. **IES Spatial Daylight Autonomy (sDA) and Annual Sunlight Exposure (ASE).** New York, NY, USA, IESNA Lighting Measurement, 2012.

LITTLEFAIR, Paul. **Site Layout Planning for Daylight and Sunlight**. A guide to good practice. Report 209, 2nd edition. **Arboricultural Journal**, *[S. l.]*, 2011.

MCNEEL, R. Grasshopper - Generative Modelling with Rhino. *[S. l.]*, 2017. Disponível em: http://wwww.grasshopper3d.com/

MEDINA, Luciano Lacerda. **A reinvenção da quadra:** o plano de quadra como alternativa de controle e desenho urbano para o Recife. 2018. - Universidade Federal de Pernambuco, *[s. l.]*, 2018.

SARATSIS, Emmanouil; DOGAN, Timur; REINHART, Christoph F. **Simulation-based daylighting analysis procedure for developing urban zoning rules**. Building Research and Information, *[S. l.]*, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1080/09613218.2016.1159850

STEADMAN, P. **Density and Built Form**: Integrating 'Spacemate' with the Work of Martin and March. Environment and Planning B: Planning and Design, v.41, n.2, p. 341–358, 2014

ZANDAVALI, B., TURKIENICZ, B. **Cellular Automata**: A bridge between building variability and urban form control. SIMAUD, 9, 2018, Delft, Proceedings. p.239-246.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES/DS e ao CNPQ pelos recursos financeiros aplicados em forma de bolsa de doutorado.