

Método para a avaliação do impacto de edificações no acesso à iluminação natural em vizinhanças urbanas aplicado em cenários virtuais

Method for assessing the impact of buildings on access to daylight in urban neighborhoods applied in virtual scenarios

Veridiana Atanasio Scalco
Fernando Oscar Ruttkay Pereira

Resumo

Durante o período diurno, a iluminação natural pode ser uma aliada para promover a redução do consumo energético com fontes artificiais. Entretanto, o acesso a este recurso é dificultado à medida que as cidades aumentam a densidade construída, elevando a taxa de ocupação e altura das edificações. Tendo em vista este panorama, objetivou-se neste trabalho desenvolver um método para investigar o impacto de edificações no acesso à iluminação natural com a abordagem estática em vizinhanças a partir de parâmetros e técnicas de avaliação presentes na literatura da área, seguido de análises utilizando cenários virtuais para ilustração da aplicação do método. A metodologia desta pesquisa, que envolve a construção de um método, está dividida em seis etapas: escolha dos parâmetros de análise, definição do raio de abrangência da vizinhança, modelagem e simulação, definição dos tipos de impactos, definição dos cenários virtuais e análise dos dados dos cenários. Para avaliar os impactos, comparou-se a diferença em percentagem do FLDV – Fator de Luz Diurna Vertical dos cenários originais e dos cenários com a inserção de uma edificação na vizinhança. Os resultados das simulações nos estudos de caso apontam para a configuração do ambiente urbano com diferentes formas arquitetônicas entre as edificações vizinhas e parcelamentos irregulares, para que os impactos adversos em relação à iluminação natural na vizinhança sejam minimizados.

Palavras-chave: Impacto de vizinhança. Iluminação natural. Cenários virtuais.

Abstract

During daytime, daylight can help to reduce consumption from artificial sources. However, access to this resource is hampered as cities increase building density, increasing occupancy rates and building heights. Given this background, the aim of this study was to develop a method to investigate the impact of buildings on access to daylight through a static approach in neighborhoods, using parameters and assessment techniques found in the literature, followed by an analysis using virtual scenarios to illustrate the application of the method. The methodology of this study, which involves the construction of a method, is divided into six steps: choice of analysis parameters, definition of the neighbourhood coverage radius, modelling and simulation, definition of the types of impacts, definition of the virtual scenarios and analysis of the data of the scenarios. To assess the impacts, the FLDV - Vertical Daylight Factor in the original scenario and in the scenario with the insertion of a building in the neighbourhood were compared. The simulation results of the case studies indicate that a type of urban environment configuration with buildings presenting different architectural forms between neighboring buildings and irregular installments, would help minimize adverse impacts on the neighbourhood.

Keywords: Neighbourhood impact. Daylight. Virtual scenarios.

Veridiana Atanasio Scalco
Universidade Federal de Santa
Catarina
Florianópolis - SC - Brasil

Fernando Oscar Ruttkay Pereira
Universidade Federal de Santa
Catarina
Florianópolis - SC - Brasil

Recebido em 22/05/15

Aceito em 20/12/15

Introdução

Diferentes ocorrências provocam acréscimo no número de habitantes nas cidades, como, por exemplo, o crescimento vegetativo em função do balanço entre nascimentos e mortalidades ou processos de imigração. Com o aumento de habitantes, vegetativo ou não, lança-se inevitavelmente um grande desafio às cidades: prover condições mínimas para as pessoas habitarem, trabalharem e/ou estudarem e se desenvolverem. Para tanto, é necessária a provisão adequada de infraestrutura, de equipamentos coletivos e de habitação, a (re)organização do espaço rural, a defesa e salvaguarda de zonas únicas, e a proteção e valorização da paisagem – em síntese, a obtenção de um ambiente saudável e o alcance de um melhor nível de qualidade de vida (CORREIA, 1993). Cabe ressaltar que, além desses, outros fatores inerentes a esta pesquisa são importantes para a produção da qualidade de vida da população, como acesso à saúde, por exemplo.

Segundo Argiles (2003), após a Segunda Guerra Mundial ocorreu a intensificação do processo de urbanização no Brasil, impulsionado pela expansão da participação industrial na economia nacional. Esse processo de urbanização acelerada, resultado das migrações de grandes massas de pessoas das áreas rurais e das pequenas cidades para as de grande porte, gerou uma demanda exacerbada por novas moradias (ROSSI, 1999). Diante desse quadro, determinadas porções das cidades foram sendo ocupadas de maneira irregular ou sem a perspectiva de um planejamento urbano de longo prazo. Cabe ressaltar que na referida época, após a Segunda Guerra, eram raras as cidades brasileiras que tinham de fato um plano diretor.

As consequências desse processo de urbanização são verificadas nos dias atuais. Nota-se que o planejamento urbano por vezes é muito mais curativo que preventivo em relação aos problemas das cidades. Além disso, a especulação imobiliária é um fator muito importante para que as cidades sejam construídas de forma mais densa, produzindo edificações com reduzidos afastamentos e alturas elevadas, o que prejudica o acesso à iluminação natural devido às obstruções.

Além dos problemas urbanos de ocupação herdados pela falta de planejamento e a especulação imobiliária, outro ponto importante foi a crise energética brasileira ocorrida em 2001. Naquele ano o sistema elétrico do país entrou em colapso devido ao efeito conjugado dos poucos investimentos em ampliação do parque gerador nos anos anteriores e da escassez de chuvas registrada no ano 2000 (MENDES *et al.*, 2005). Além da questão do racionamento ocorrido em 2001, em

2015 as tarifas de energia sofreram um aumento de aproximadamente 50%, o que refletiu o repasse às tarifas do custo de operações de financiamento, contratadas em 2014 (MARTELLO, 2015)). Além disso, as bandeiras tarifárias passaram a vigorar a partir de 2015, as quais refletem os custos variáveis da geração de energia elétrica introduzidas no mesmo ano (AGÊNCIA..., 2015). Dependendo das usinas utilizadas para gerar a energia, esses custos podem ser maiores ou menores. Antes das bandeiras, essas variações de custos só eram repassadas no reajuste seguinte, um ano depois (AGÊNCIA..., 2015). Diante desse quadro, cabe ressaltar que a utilização de recursos naturais, como a luz natural, pode reduzir parte da dependência da energia elétrica, além de contribuir em termos de conforto ambiental. A adoção de medidas sustentáveis através desses recursos pode amenizar os impactos causados ao meio ambiente. Segundo o Relatório de Brundtland (BRUNDTLAND, 1987), a sustentabilidade consiste em suprir as necessidades da geração presente sem afetar a habilidade das gerações futuras de suprir as suas.

Atualmente as cidades brasileiras constituem-se de um celeiro de ideias para o planejamento urbano. Um dos enfoques de pesquisas contemporâneas é a utilização de recursos naturais renováveis, visando à economia de energia e ao conforto ambiental, equacionada com os planos diretores das cidades com vistas a ordenar de maneira adequada o crescimento construtivo das cidades (SCALCO, 2010).

A possibilidade de transformar as cidades atuais em cidades sustentáveis apresenta-se bastante plausível em sua definição, e o planejamento urbano seria um dos passos para efetivá-la. Ao longo dos anos, as cidades têm sofrido um incremento construtivo. Uma das consequências é o aumento da obstrução urbana, que dificulta o acesso a recursos naturais renováveis. Ao longo do tempo novas edificações são inseridas em vizinhanças urbanas caracterizadas pela área urbana contígua à edificação. De maneira sucessiva, cada edificação nova gerará algum tipo de impacto nessa área.

O Ministério das Cidades aprovou em 2001 a Lei Federal nº 10.257, denominada Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001). A lei consiste em estabelecer normas de ordem pública e interesse social que regulem o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental. Para atingir tais objetivos, o Estatuto apresenta diversos instrumentos urbanísticos, como o estudo de

impacto de vizinhança (EIV), que deve ser executado de forma a “[...] contemplar os efeitos positivos e negativos do empreendimento ou atividade quanto à qualidade de vida da população residente na área e em suas proximidades [...]” (BRASIL, 2001). Entre os itens mínimos a ser avaliados encontra-se a iluminação.

Visando aprofundar essas questões, objetivou-se com esta pesquisa o desenvolvimento de um método para a avaliação do impacto de edificações em relação ao acesso à iluminação natural em vizinhanças urbanas. Trata-se de uma questão atual e pertinente diante da realidade da densidade construída que se observa em algumas porções das cidades. Além disso, o próprio poder público considera a avaliação da iluminação natural, entre outros itens, como importante quesito na inserção de novas edificações no contexto urbano por meio do EIV (BRASIL, 2001).

Avaliação da iluminação natural no ambiente urbano: parâmetros clássicos da literatura específica

Entre os parâmetros para a avaliação da iluminação natural utilizando o desempenho estático no ambiente urbano dispostos na Figura 1, o fator de luz diurna vertical (FLDV) é o que tem sido mais utilizado como um parâmetro para justificar a provisão de iluminação natural nos edifícios no ambiente urbano. Ele pode ser definido como a relação em porcentagem da iluminância em uma superfície vertical de um edifício com a iluminância horizontal externa instantânea da abóbada de céu excluindo a luz

direta do Sol (LI *et al.*, 2009). A porção incidente considera a luz do céu (Ec), a luz refletida dos edifícios da vizinhança (Ere) e a do piso (Erp) (LI *et al.*, 2009). O céu considerado é o encoberto, por ser a condição com menor disponibilidade de luz, em função da ausência da luz solar direta.

Para aplicar o parâmetro, deve-se estabelecer um valor mínimo de FLDV como referência. Ng (2005) realizou uma pesquisa integrando entrevistas sobre a percepção de iluminação natural e modelos simulados computacionalmente. Os valores que demonstraram maior satisfação das pessoas foram 4% para cozinhas e 8% para os demais ambientes dos apartamentos. Segundo Ng (2005), os resultados da pesquisa indicaram valores bastante reduzidos se comparados a outras referências internacionais que utilizam valores em torno de 10% (TREGENZA, 2001; LITTLEFAIR; 1991). O autor atribui essa diferença alegando que os habitantes de Hong Kong são pouco exigentes em relação a níveis de iluminação.

Outra referência é verificada em Littlefair (1991), que, inicialmente, determinou a obstrução máxima recomendada da vizinhança para o Reino Unido em 25° a partir da linha do horizonte. A partir desse ângulo, determinou-se o valor de 27% correspondente à porção de céu desobstruída. Este valor corresponde ao mínimo de FLDV que as fachadas devem receber para a realização de atividades visuais no espaço interno. O método de Littlefair (1991) ainda é utilizado nos dias atuais para auxiliar autoridades locais no planejamento urbano do Reino Unido, através do guia “Site Layout Planning for Daylight and Sunlight”, que teve sua última versão publicada em 2011 (BUILDING..., 2015).

Figura 1 - Parâmetros de iluminação natural



Fonte: Scalco (2010).

Littlefair (2001) também sugeriu a verificação do parâmetro FLDV através do Diagrama de Waldram. Cada centímetro quadrado do diagrama em escala corresponde a 0,1% de FLDV. Mais tarde, Littlefair (2001) propôs o indicador de luz do céu, obtido através do programa Townscope (TELLER; AZAR, 2001), que funciona de maneira similar às máscaras de visibilidade/obstrução.

Tregenza (2001) utilizou um formato gráfico similar ao do indicador de luz do céu para a verificação do FLDV, denominado pelo autor de componente celeste vertical. As áreas não obstruídas do ponto analisado apresentam pontos em forma de cruz que somados representam a quantidade de iluminação recebida correspondendo à soma de 10% de FLDV para garantir que ambientes internos apresentem 0,5% de fator de luz diurna como média.

Além da verificação de valores mínimos, pode-se avaliar a variação do FLDV em função da configuração de diferentes cenários urbanos. Um exemplo dessa aplicação pode ser verificado em Ng (2005), que analisa a relação entre o FLDV e as diferenças de alturas de edificações mediante simulações computacionais através do método proposto por Tregenza (2001). O estudo foi desenvolvido para a cidade de Hong Kong, com 16 cenários constituídos por uma base quadrada contendo 9 edifícios por lado, com espaçamento igual à largura das edificações, também quadradas. As superfícies das edificações foram caracterizadas como difusoras ideais, com refletância de 0,2. Apenas as 25 edificações centrais fizeram parte da análise (Figura 2b), com as restantes formando a vizinhança obstruída (Figura 2a).

O FLDV foi analisado em todos os pavimentos e no centro de cada uma das quatro fachadas dos 25 edifícios. Constatou-se que os maiores valores de

FLDV para os primeiros pavimentos podem ser encontrados quando a diferença de altura é grande entre os edifícios da vizinhança, ou seja, quando há uma variedade maior de alturas. Os valores de FLDV máximos verificados sofrem uma queda acentuada à medida que a diferença de altura é reduzida.

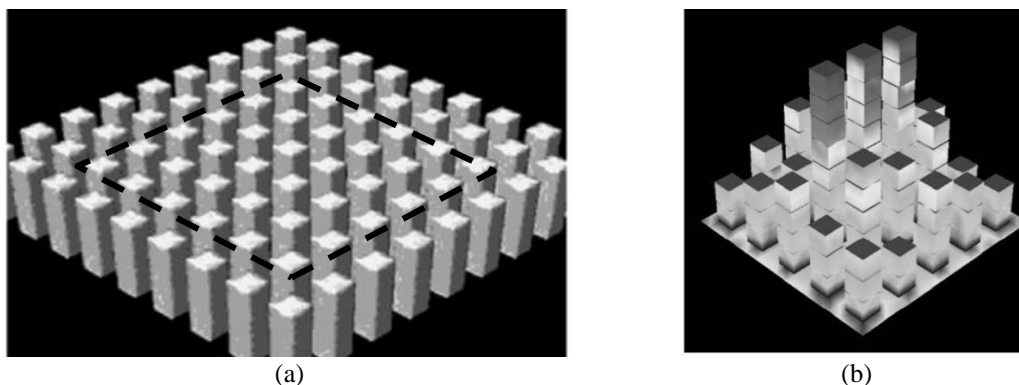
Avaliação da iluminação natural no ambiente urbano: estudos de impacto de vizinhança

Para subsidiar o método, realizou-se uma pesquisa por estudos de impacto de vizinhança nacionais e internacionais com o objetivo de avaliar de que forma a iluminação natural tem sido considerada com vistas a subsidiar ou não o método para a avaliação de impactos de vizinhança proposto neste artigo (SCALCO, 2010).

Inicialmente foram pesquisados EIVs nas prefeituras municipais de maior acesso localizadas nas cidades de Florianópolis e Porto Alegre. Como o número de estudos encontrado não foi relevante, complementou-se com pesquisa via internet.

No âmbito internacional foram pesquisados os termos *draft project impact report*, *draft environmental assessment*, *environmental impact report*, *environmental impact assessment* e *environmental statement*. A partir da busca foram encontrados 75 estudos em sete países: Inglaterra, Irlanda, Escócia, Austrália, Estados Unidos, França e Canadá. A maioria dos estudos apresentou parâmetros e técnicas consistentes para a análise dos impactos. Notou-se grande proximidade entre as pesquisas desenvolvidas nos países e a aplicação delas nos estudos, principalmente na Inglaterra.

Figura 2 - Exemplo de vizinhança utilizada (a) para as 25 edificações centrais analisadas (b) em um dos 16 cenários



Fonte: Ng (2005).

Em âmbito nacional foram encontrados 66 estudos. Algumas dificuldades foram encontradas no que tange à pesquisa por EIVs visando à investigação dos parâmetros e técnicas empregados. A primeira delas se refere ao acesso às informações, pois poucas instituições disponibilizam tais estudos na internet.

Além dessas dificuldades, são notáveis os problemas verificados em relação aos EIVs realizados no país. A maioria dos estudos não apresenta técnicas específicas e parâmetros de desempenho definidos. Muitos justificam a ausência de estudos de impactos na vizinhança em virtude de o projeto já cumprir as regras do plano diretor vigente, como se uma legislação fosse capaz de substituir outra. Além disso, soma-se outro equívoco verificado em alguns estudos que contemplam a análise do próprio empreendimento, se ele possui iluminação adequada para os ambientes internos, e não de sua vizinhança.

Os estudos que apresentam mais detalhes em relação aos parâmetros e técnicas utilizados, além dos documentos apresentarem-se incompletos em sua redação, não contemplam análises anteriores e posteriores à implantação do empreendimento analisado – um dos preceitos expostos no Estatuto da Cidade. Dessa forma, sem a comparação dessas situações, não há como avaliar os impactos de maneira consistente.

A aplicação do EIV como instrumento de indução urbana utilizando todos os itens mínimos de avaliação ainda é recente no Brasil. Em determinados países estudos dessa natureza existem pelo menos desde a década de 1980. Nesse sentido, cabe ressaltar que a proposição de métodos para a avaliação de impactos de vizinhança para a aplicação na realidade brasileira é de grande importância.

Metodologia

A metodologia desta pesquisa está dividida em duas partes. A primeira refere-se à proposição do método em si por meio dos seguintes itens: definição dos parâmetros de análise, definição do raio de abrangência da vizinhança, critérios para modelagem e simulação dos cenários sem e com a presença do objeto de impacto (OI) para comparar os resultados e a definição dos tipos de impactos. A segunda parte refere-se à aplicação do método proposto por meio da definição dos cenários virtuais e análise dos dados.

Proposição do método

Parâmetro de análise

O principal parâmetro de desempenho escolhido para a avaliação da iluminação natural foi o FLDV entre os apresentados entre os clássicos da literatura específica. O FLDV apresenta-se como um parâmetro adequado, pois considera a parcela incidente de iluminação natural de acordo com a disponibilidade de luz em um plano horizontal externo, além de utilizar o céu encoberto. As condições de céu variam de acordo com a localidade analisada, entretanto, acredita-se que garantir o acesso à iluminação natural utilizando o céu que possui a menor disponibilidade de luz solar seja importante, pois cabe a um EIV garantir condições mínimas de exposição à abóboda solar. Caso a disponibilidade seja maior e, por vezes, excessiva, o usuário do ambiente interno poderá efetuar o controle de ofuscamento através de dispositivos na própria abertura da edificação como proteções solares e/ou cortinas.

Para a determinação dos impactos foi utilizado o valor de 10% como mínimo, determinado por Tregenza (2001). Segundo o autor, esse valor garante que ambientes internos possuam 0,5% de fator de luz diurna como média.

Raio de abrangência

A área de abrangência dos impactos refere-se à área de vizinhança máxima ao redor do objeto de impacto (OI) analisado. Todas as edificações que estiverem dentro dessa área deverão ser analisadas.

A determinação da área considerou dois aspectos:

- (a) a obstrução do céu; e
- (b) a topografia.

Para a determinação da obstrução do céu considerou-se o menor ângulo vertical da janela de céu preferível (JCP), proposta por Leder (2007): 15°. Segundo Leder (2007), esse valor foi adotado como limite ao considerar-se que usualmente essa altura apresenta-se obstruída devido ao entorno natural ou construído. Dessa forma, o OI não causará obstrução em um ponto na vizinhança a 1 m do solo – altura de referência aproximada, em que as aberturas geralmente estão localizadas – se estiver localizado na faixa angular de 0° a 15°. Partindo-se desse princípio, encontra-se o centro geométrico do OI para a determinação de oito retas auxiliares, orientadas a N, NE, E, SE, S, SO, O e NO. Os raios de abrangência dos impactos são calculados para cada orientação por trigonometria básica, considerando a distância a partir da borda do edifício (exemplo para a direção norte na Figura 3).

Tendo os raios de abrangência calculados para as oito direções, faz-se necessária a correção deles em função da topografia, para definir a área de abrangência final. Essa correção considera a diferença de cota para cada um dos oito pontos em relação à cota do OI. Tais diferenças de cota modificarão as distâncias previamente calculadas. Se o OI estiver acima da cota da vizinhança, seu raio de abrangência será maior que o calculado, portanto se soma a diferença de cota na altura do edifício. Entretanto, se ele estiver abaixo da cota da vizinhança, seu raio de abrangência será menor que o calculado – diminui-se a diferença de cota da altura da edificação (Figura 4).

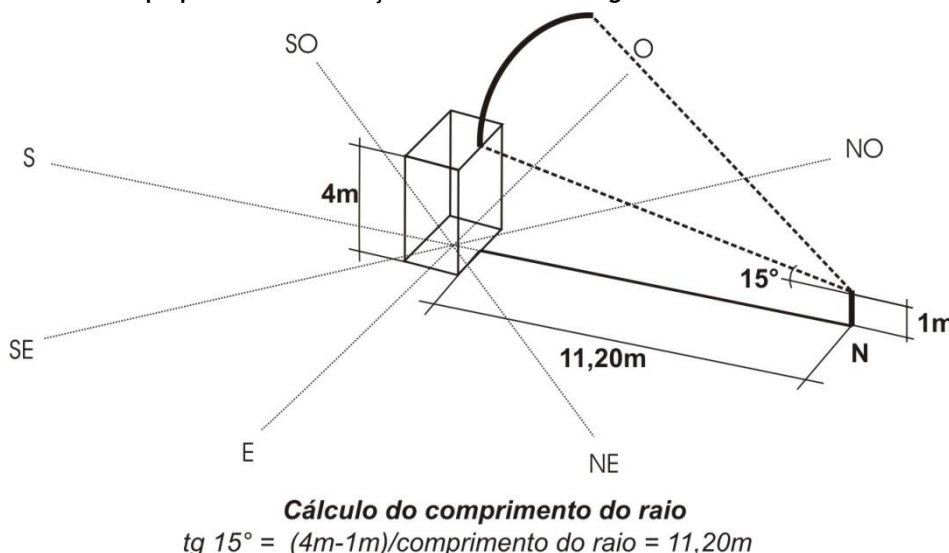
Após esses dois procedimentos, a área de abrangência é traçada unindo-se os pontos através de arcos tangentes (exemplo na Figura 5a). Os procedimentos exemplificados referem-se a um OI

contendo apenas um bloco construído. Entretanto, estes poderão ter mais módulos, inclusive com diferentes alturas. Nesse caso, para cada bloco os procedimentos deverão ser realizados de maneira separada. A área de abrangência resultante será dada pela combinação delas (Figura 5b).

Modelagem e simulação

O programa escolhido para as simulações foi o Apolux, desenvolvido no Laboratório de Conforto Ambiental/UFSC, que utiliza o modelo vetorial esférico desenvolvido por Claro (1998). Outros programas podem ser utilizados no método, desde que forneçam dados de FLDV. No momento da proposição do método, escolheu-se esse software por fornecer os dados do parâmetro de cada ponto analisado do cenário em formato *.csv, o que facilita a retirada e a organização dos dados.

Figura 3 - Primeira etapa para a determinação da área de abrangência



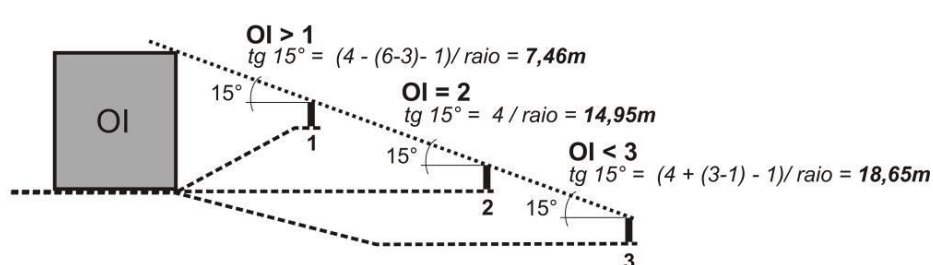
Fonte: Scalco (2010).

Figura 4 - Correção do raio de abrangência considerando as diferenças de cota entre o OI e a vizinhança

Dados:

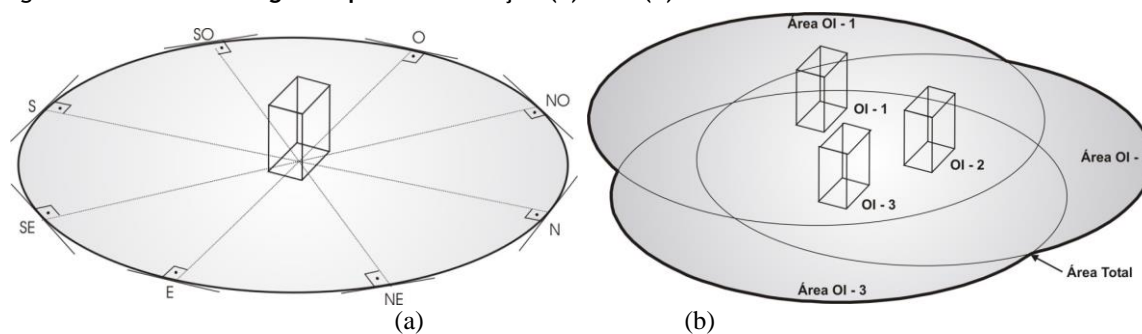
- Altura OI = 4m
- Altura da janela de referência = 1m
- Cota OI = 2m
- Cota janela 1 = 6m
- Cota janela 2 = 3m
- Cota janela 3 = 1m

Correção do comprimento dos raios:



Fonte: Scalco (2010).

Figura 5 - Área de abrangência para 1 edificação (a) ou 3 (b)



Fonte: Scalco (2010).

A modelagem foi realizada com o AutoCAD utilizando sólidos (topografia e edifícios). Em seguida, identifica-se em planta quais fachadas da vizinhança estão voltadas para o OI (Figura 6). Esse procedimento é necessário para descartar a análise das fachadas que não serão influenciadas por impactos advindos do OI. Entretanto, em algumas fachadas a obstrução de outras edificações da vizinhança poderá impedir a visualização do OI, ou seja, o OI em questão não causa impacto. Isso somente será confirmado através dos resultados das simulações.

Como não é possível modelar pontos no programa simulado, utiliza-se uma pequena *3dface* contendo três vértices – número mínimo para a determinação de um plano –, formando um triângulo (Figura 7). O programa Apolux fornecerá dados para cada vértice da *3dface*; os dados do vértice superior do triângulo serão utilizados como referência, e os dados dos outros vértices servirão apenas para conferência, se necessário. Uma *3dface* deve ser modelada e localizada no centro de cada pavimento a 1 m do piso – altura referência das aberturas para cada fachada identificada nos edifícios. A sequência de modelagem e locação desses triângulos nas fachadas é muito importante, pois será esta a sequência dos dados que o programa Apolux irá fornecer ao final das simulações em planilhas com extensão *.csv. Para facilitar esse procedimento, sugere-se numerar as edificações da vizinhança e modelar os pontos seguindo essa ordem.

A modelagem dos triângulos em cada fachada inicia-se com a confecção de duas retas auxiliares. A primeira delas deve ser horizontal, com o comprimento de 0,01 m à frente da fachada, para garantir que o programa considere os planos de análise como elementos distintos do plano da fachada. A outra deve ser uma reta vertical com a

altura do edifício em questão (Figura 7). Em seguida, o plano do pavimento térreo é modelado para, posteriormente, ser copiado um a um em direção aos pavimentos superiores. Ao final desses procedimentos, dois arquivos são criados e salvos em formato *.dxf: um contendo o OI e o outro não – ambos necessários para a análise dos impactos de vizinhança.

O arquivo deve ser importado para o módulo Fractal do programa Apolux. Nesse módulo é realizada a preparação do modelo por meio da fragmentação das superfícies para que o cenário seja salvo em formato *.pjt e visualizado no módulo Fóton, que trata da simulação em si.

Após esse processo, obtêm-se os arquivos de mascaramento e do tipo *.csv, compatíveis com o programa Excel, para todos os pontos do plano de análise. O primeiro formato de dados permite a visualização dos dados, como pode ser visto na Figura 8 (a área em preto na imagem representa a JCP). Já a segunda forma viabiliza a tabulação deles.

Tipos de impactos

A análise dos impactos foi feita mediante comparação entre a condição-base, constituída pelo cenário sem a edificação nova, denominada de OI, e a condição proposta, constituída pelo cenário com o OI. Para organizar esses impactos, utilizou-se da representação gráfica de visibilidade/obstrução da vizinhança em diagrama de trajetória solar associado utilizando o programa Apolux.

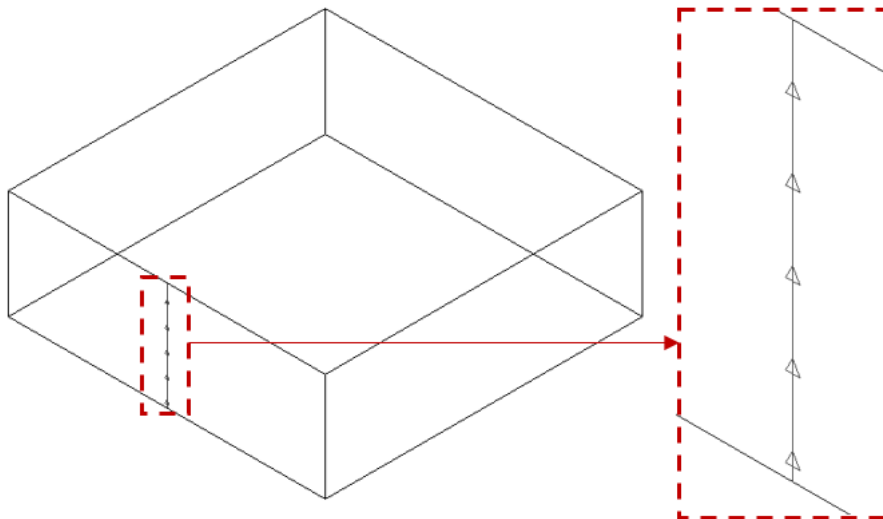
Nas fachadas dos cenários foi analisado um ponto no meio de cada pavimento como forma de representar uma condição média de obstrução. Para analisar os tipos de impactos, as simulações ocorreram no cenário sem e com o OI.

Figura 6 - Identificação em planta das fachadas voltadas ao OI



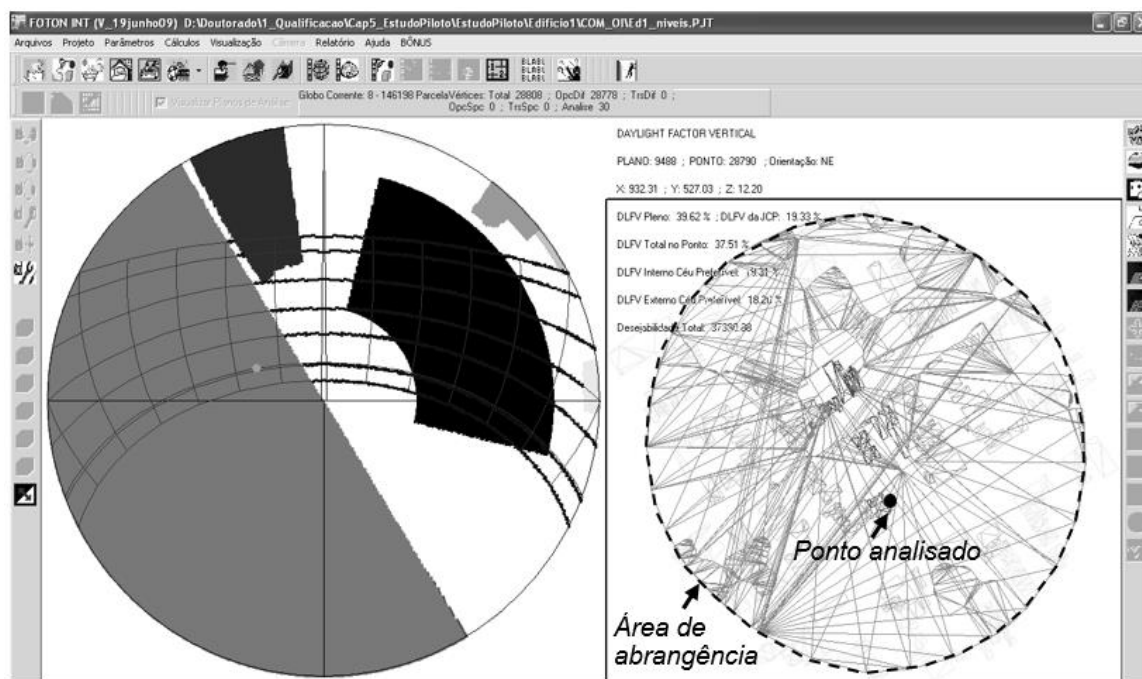
Fonte: Scalco (2010).

Figura 7 - Construção dos planos de análise



Fonte: Scalco (2010).

Figura 8 - Máscara obtida no programa Apolux



Fonte: Scalco (2010).

A Tabela 1 apresenta todas as possibilidades de impactos derivados da combinação entre o valor do FLDV (primeira e segunda coluna) e a suscetibilidade (quarta coluna). A suscetibilidade refere-se à porcentagem de redução do parâmetro, e o tipo de impacto refere-se a sua classificação final. A terceira coluna é composta das categorias, de acordo com os valores de FLDV da condição-base e da proposta. Se em ambas as situações os valores forem os mesmos, não haverá interferência do OI. Se os valores forem maiores que o mínimo, a categoria será definida como “boa”. Entretanto, se o valor da condição-base estiver acima do mínimo e na proposta estiver abaixo, considera-se uma categoria “ruim”. A categoria “muito ruim” é verificada quando ambos os valores estão abaixo do mínimo, ou seja, qualquer obstrução irá prejudicar ainda mais uma situação já crítica.

As três categorias – boa, ruim e muito ruim – são relacionadas com os quatro tipos de suscetibilidade de redução, conforme a nota da Tabela 1. Os tipos de impactos variam de acordo com a categoria e a suscetibilidade, apresentando diferentes graus. Esses graus representam a suscetibilidade; quanto maior a redução, maior o grau de impacto.

Aplicação do método

Cenários virtuais analisados

Os cenários propostos foram parcelados em lotes menores para as edificações da vizinhança, e um lote central quatro vezes maior para o OI. As ruas foram desconsideradas, tal qual no estudo de Ng (2005), para facilitar a análise, já que elas possuem dimensões variáveis, além de representar a pior condição em termos de densidade construída. A ocupação dessas porções considerou o mesmo índice de aproveitamento¹ (IA) para que toda a vizinhança possuísse igual potencial construtivo, como em um caso de zoneamento real. A partir dessa definição, escolheram-se quatro tipos de edificações para a composição da vizinhança – contendo 5, 10, 15 ou 20 pavimentos – e um tipo de OI – contendo 10 pavimentos (Tabela 2). O índice de aproveitamento (IA), as taxas de ocupação (TO), os afastamentos mínimos e as alturas foram baseados no plano diretor vigente da cidade de Porto Alegre (Tabela 2).

¹Relação entre as projeções máximas de construção e as áreas de terreno sobre as quais acedem as construções (PREFEITURA..., 2015).

Tabela 1 - Tipos de impactos referentes à iluminação natural

Condição-base	Condição proposta	Categoria	Suscetibilidade	Tipo de impacto
Valor = mínimo	Valor = mínimo	<i>Sem interf.</i>	Insignificante*	Não há impacto (NI)
Valor > mínimo	Valor > mínimo	<i>Boa</i>	Insignificante*	Insignificante (IN)
Valor > mínimo	Valor > mínimo	<i>Boa</i>	Leve adversidade**	Leve adversidade I
Valor > mínimo	Valor > mínimo	<i>Boa</i>	Adversidade moderada***	Leve adversidade II
Valor > mínimo	Valor > mínimo	<i>Boa</i>	Adversidade considerável****	Leve adversidade III
Valor > mínimo	Valor < mínimo	<i>Ruim</i>	Insignificante*	Adversidade moderada I
Valor > mínimo	Valor < mínimo	<i>Ruim</i>	Leve adversidade**	Adversidade moderada II
Valor > mínimo	Valor < mínimo	<i>Ruim</i>	Adversidade moderada***	Adversidade moderada III
Valor > mínimo	Valor < mínimo	<i>Ruim</i>	Adversidade considerável****	Adversidade moderada IV
Valor < mínimo	Valor < mínimo	<i>Muito ruim</i>	Insignificante*	Adversidade considerável I
Valor < mínimo	Valor < mínimo	<i>Muito ruim</i>	Leve adversidade**	Adversidade considerável II
Valor < mínimo	Valor < mínimo	<i>Muito ruim</i>	Adversidade moderada***	Adversidade considerável III
Valor < mínimo	Valor < mínimo	<i>Muito ruim</i>	Adversidade considerável****	Adversidade considerável IV

Nota: Critérios numéricos da suscetibilidade:

* Insignificante: relação de redução $< 1,0$ e $\geq 0,8$ da condição-base

** Leve adversidade: relação de redução $< 0,8$ e $\geq 0,7$ da condição-base

*** Adversidade moderada: relação de redução $< 0,7$ e $\geq 0,6$ da condição-base

**** Adversidade considerável: relação de redução $< 0,6$ da condição-base

Fonte: Scalco (2010).

Tabela 2 - Características das edificações utilizadas nos cenários virtuais

Ed.	IA	Área terreno (m ²)	Área construída (m ²)	TO (%)	Projeção edifício (m ²)	Lado edificação (m)	Altura (m)	Afastamentos (m)
Viz. 1	4	2.500	10.000	75	2.000	44,72	15 (5p)	2,64
Viz. 2	4	2.500	10.000	32,5	1.000	31,62	30 (10p)	9,19
Viz. 3	4	2.500	10.000	26,67	666,66	25,82	45 (15p)	12,09
Viz. 4	4	2.500	10.000	20	500	22,36	60 (20p)	13,82
OI	4	10.000	40.000	32,5	4.000	63,24	30 (10p)	18,38

Fonte: Scalco (2010).

Foram compostos cenários dos tipos A, B e C (Figura 9). Através do cálculo da área de abrangência, de acordo com o OI, apenas dois níveis de edificações são passíveis de receber impactos; denominou-se de N1 o primeiro nível de edificações mais próximo do OI e de N2 o segundo nível mais afastado do OI.

Os cenários do tipo A referem-se a edificações homogêneas em todos os lotes, contendo 5 pavimentos (1A), 10 pavimentos (2A), 15 pavimentos (3A) e 20 pavimentos (4A). Os cenários do tipo B referem-se à mesma

constituição das edificações na vizinhança, entretanto o parcelamento do solo foi alterado de regular para alternado em relação ao lote do OI.

Por fim, os cenários do tipo C representam condições de ocupação da vizinhança com alturas diferentes em lotes alternados, portanto não se utilizou de nenhum método matemático de aleatoriedade. No cenário do tipo 1C a vizinhança está ocupada com edificações de 5 pavimentos e lotes vazios, no cenário 2C com edificações de 5 pavimentos e de 10, no cenário 3C com

edificações de 5 pavimentos e de 15, e no cenário 4C com edificações de 5 pavimentos e de 20.

Análise dos impactos

Através da metodologia descrita, atribuiu-se para cada ponto da vizinhança o tipo de impacto. Para a compreensão desses dados, duas informações são necessárias: a verificação da porcentagem de cada tipo de impacto na vizinhança e a espacialização dos impactos por meio de diagramas.

Resultados

Cenários do tipo A

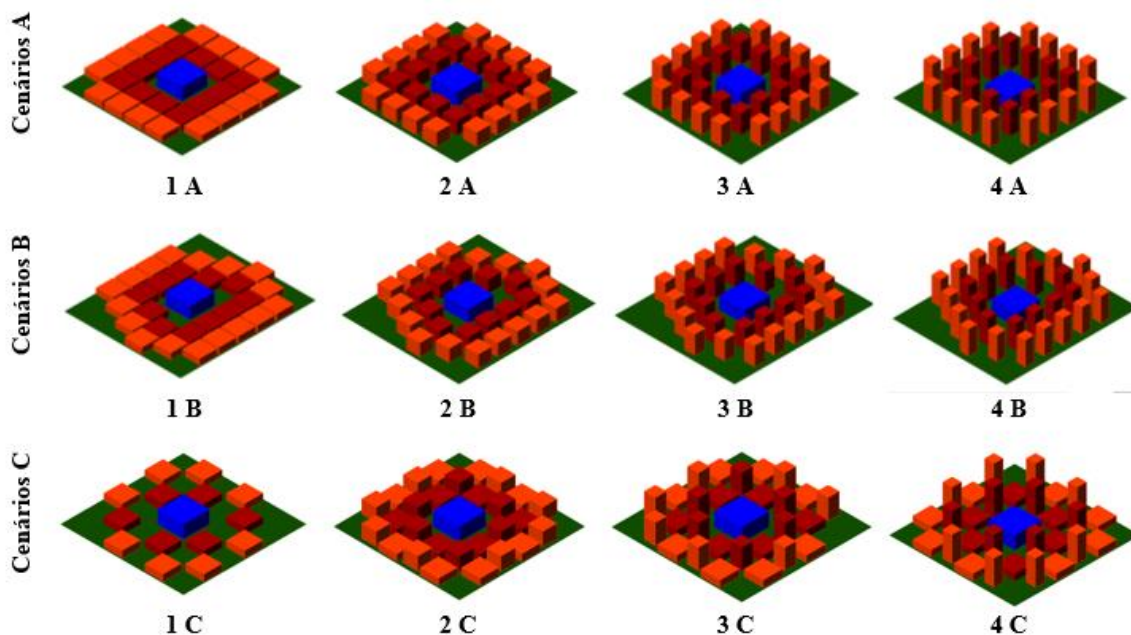
As plantas, perspectivas e diagramas de impactos dos cenários do tipo encontram-se na Figura 10. Os diagramas evidenciam o tipo de impacto visto em cada fachada a partir dos pontos analisados no centro de cada pavimento. Os impactos adversos foram circulosados em linha tracejada para evidenciar sua espacialidade nos cenários (Figura 10).

O cenário 1A apresenta impactos adversos em quase todas as edificações, pelo menos em uma fachada (Figura 10). O impacto do tipo Adversidade Considerável I foi verificado em 25,71% do total de pontos analisados. Esse impacto é verificado nos três primeiros pavimentos de fachadas que fazem limite com outras

edificações da vizinhança que não o OI. Os demais impactos adversos são verificados nas edificações com fachadas frontais ao OI apresentando Leve Adversidade II e III. Os impactos mais severos são verificados nas fachadas laterais das edificações, e não das fachadas frontais em relação ao OI. Isso ocorre em função de que a obstrução nestas fachadas é grande e a visibilidade do OI acaba reduzindo o valor de FLDV, que na situação anterior ao OI já não atingia os 10%.

O cenário 2A apresenta impactos adversos somente no primeiro nível (Figura 11), em contraposição ao cenário anterior (1A). A Figura 11 apresenta as máscaras do pavimento térreo da fachada leste da edificação 14 (nível 2) dos cenários 1A (Figura 11a) e 2A (Figura 11b). No primeiro cenário o impacto é do tipo Adversidade Considerável I, e no segundo, Insignificante. A obstrução do cenário 1A é excessiva, fazendo com que a presença do OI agrave o valor de FLDV, que já se encontrava abaixo dos 10%. Por mais que represente uma obstrução pequena, em pontos onde a obstrução da vizinhança não garante os 10% de FLDV a presença de uma nova edificação agrava ainda mais uma situação extrema. No cenário 2A a presença do OI reduz o FLDV, entretanto os 10% são verificados nas situações em que o OI está presente ou não, além de a redução do FLDV ser inferior a 20%.

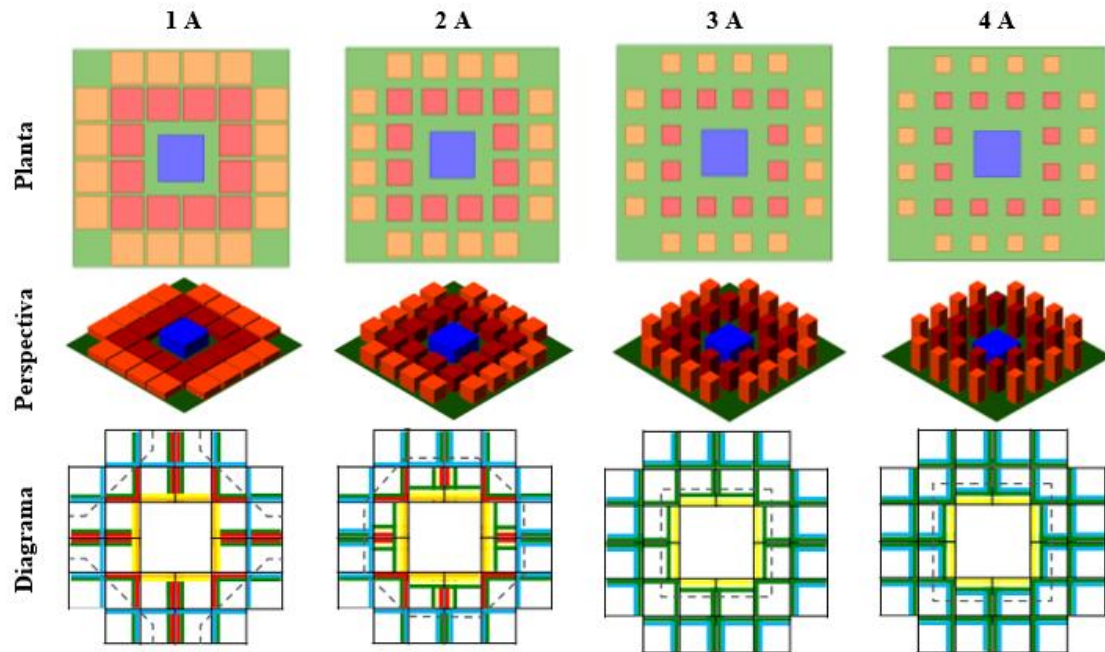
Figura 9 - Imagens dos cenários virtuais analisados



Nota: Legenda:

OI ■ N1 ■ N2 ■

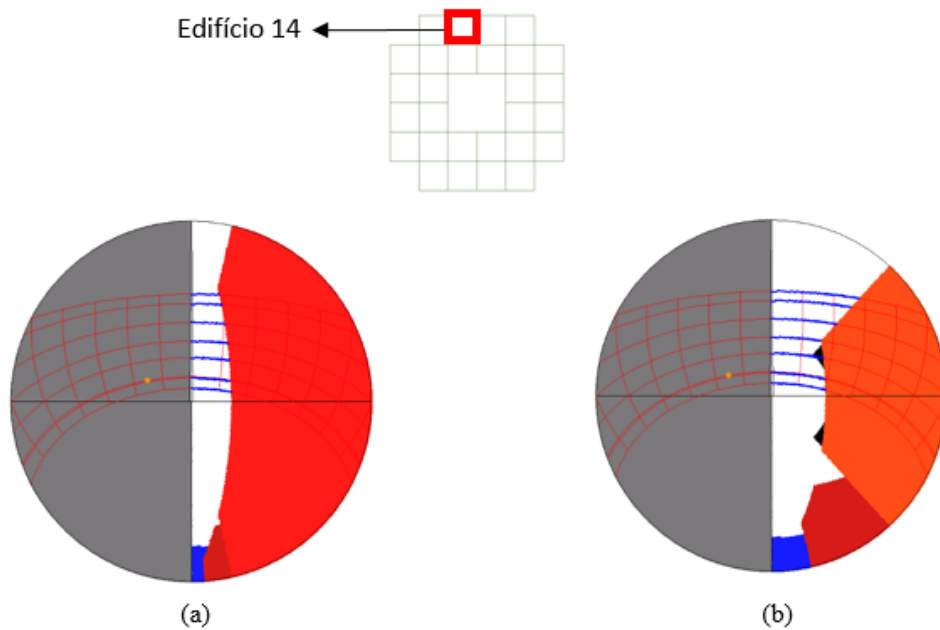
Figura 10 - Cenários (planta e perspectiva) e diagramas de impactos 1A, 2A, 3A e 4A



Nota: Legenda:

NI		Leve Adv. I		Adv. Moderada I		Adv. Considerável I	
IN		Leve Adv. II		Adv. Moderada II		Adv. Considerável II	
		Leve Adv. III		Adv. Moderada III		Adv. Considerável III	
				Adv. Moderada IV		Adv. Considerável IV	

Figura 11 - Máscaras da fachada leste do primeiro pavimento do edifício 14 dos cenários 1A contendo edificações com 5 pavimentos (a) e 2A contendo edificações com 10 pavimentos (b)



Nota: Legenda:

OI		N1		N2	
----	--	----	--	----	--

Os impactos adversos do cenário 3A e 4A (Figura 11) são verificados apenas no primeiro nível como no cenário 2A, entretanto apenas nas fachadas frontais ao OI, pois as laterais têm a obstrução reduzida se comparada às dos cenários 1A e 2A.

Comparando-se os impactos gerais dos cenários do tipo A, nota-se que existe uma tendência decrescente nos impactos do tipo NI e uma tendência crescente nos impactos do tipo IN do cenário 1A até o 3A (Figura 11). No cenário 4A verifica-se o inverso: os impactos do tipo NI são maiores em função de que as edificações da vizinhança possuem mais pontos das fachadas localizados acima da altura do OI (10 pavimentos), reduzindo sua influência.

Cenários do tipo B

A extensão dos impactos adversos é maior nos cenários com edificações de 5 (1B) e 10 pavimentos (2B) que nos demais, bem como no grupo anterior. No cenário 1B são verificados impactos nas porções superior, inferior, esquerda e

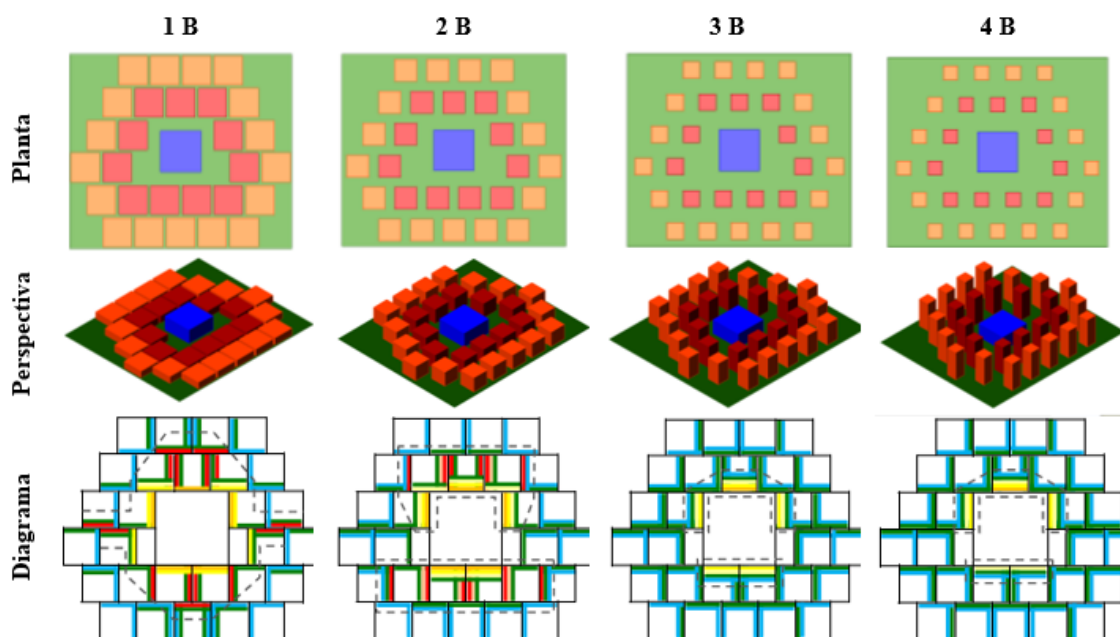
direita do diagrama (Figura 12). Já o cenário 2B apresenta mais impactos adversos nas porções superior e inferior.

A distribuição dos impactos adversos no cenário 3B é semelhante à do 4B. Esses impactos são verificados apenas nas fachadas frontais ao OI. Nos cenários da Figura 13 observa-se um exemplo comparativo das obstruções do primeiro pavimento da fachada norte da edificação 8 dos dois cenários. As edificações da vizinhança proporcionam praticamente a mesma obstrução: no cenário 4B (Figura 13b) as edificações são mais altas que no cenário 3A (Figura 13a), entretanto os afastamentos laterais são maiores.

Cenários do tipo C

A variação nos níveis foi produzida através da alternância entre edificações contendo 5 pavimentos e os demais tipos de ocupação: sem ocupação (1C) e ocupação com edificações de 10 (2C), 15 (3C) e 20 pavimentos (4C).

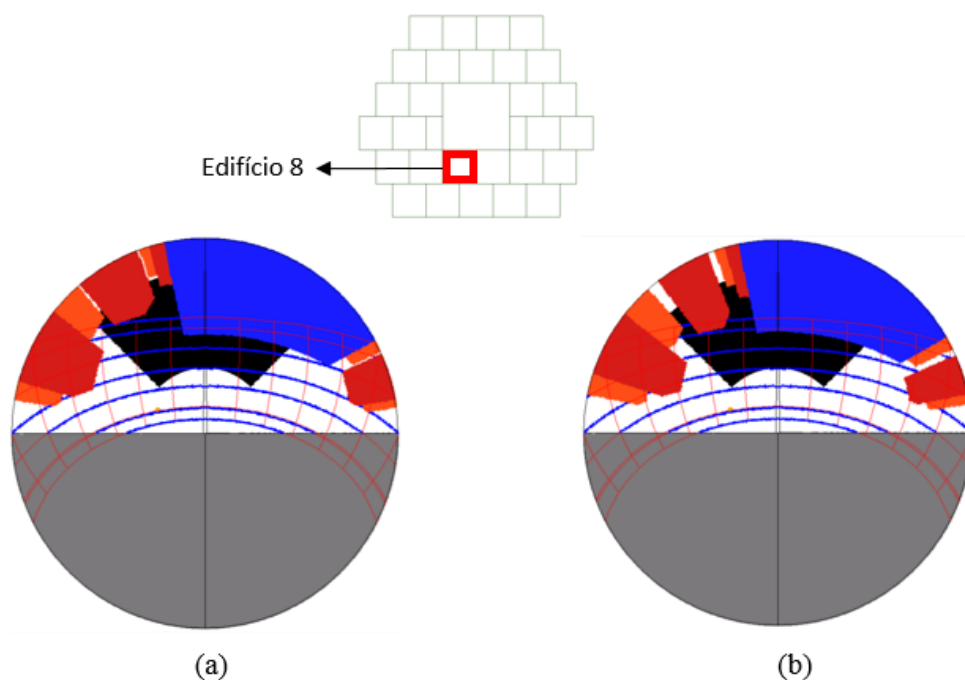
Figura 12 - Cenários (planta e perspectiva) e diagramas de impactos 1B, 2B, 3B e 4B



Nota: Legenda:

NI	— Leve Adv. I	— Adv. Moderada I	— Adv. Considerável I	—
IN	— Leve Adv. II	— Adv. Moderada II	— Adv. Considerável II	—
	— Leve Adv. III	— Adv. Moderada III	— Adv. Considerável III	—
		— Adv. Moderada IV	— Adv. Considerável IV	—

Figura 13 - Máscaras da fachada norte do térreo do edifício 8 do cenário 3B contendo edificações com 15 pavimentos (a) e 4B contendo edificações com 20 pavimentos (b)



Nota: Legenda:

OI ■ N1 ■ N2 ■

No cenário 1C pode-se perceber a ausência de impactos adversos nas divisas das edificações em função do aumento dos afastamentos entre as edificações pelo fato de o terreno estar desocupado vazio (Figura 14). Já no cenário 2C esses impactos são vistos em função do aumento da obstrução.

Nos cenários 3C e 4C, apesar do aumento na altura, a redução na taxa de ocupação favorece consideravelmente a redução dos impactos adversos (Figura 14). Além disso, nos cenários contendo edificações de 10, 15 e 20 pavimentos frontais a uma edificação de 5 (nível 2), os pavimentos inferiores sofrem impactos do tipo NI em função da obstrução.

Nas fachadas frontais ao OI de todos os cenários (nível 1) são verificados apenas impactos do tipo Leve, como nos cenários homogêneos.

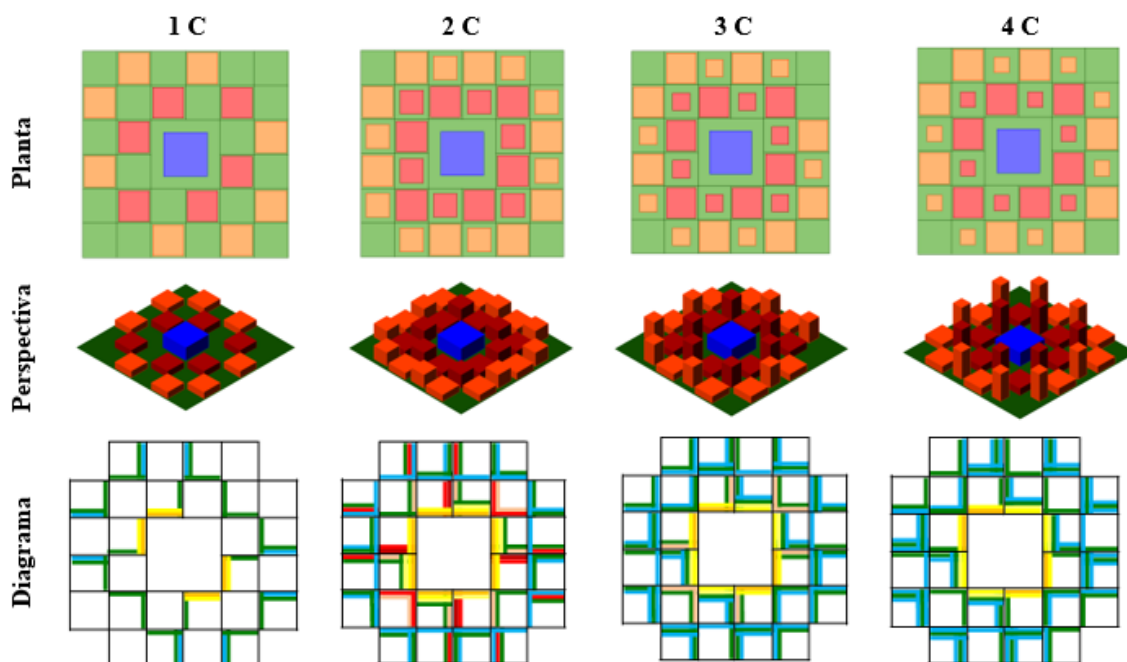
Comparação entre os cenários do tipo A, B e C

Efetuar-se comparações da porcentagem dos impactos adversos verificados nos cenários para verificar as similaridades e diferenças. Inicialmente se verificou entre os cenários do tipo A, B e C as porcentagens de impactos adversos total verificada (Figura 15a). Nos cenários A e B

nota-se tendência decrescente desses impactos à medida que as edificações vão configurando-se de forma mais alta e com menor taxa de ocupação. No caso dos cenários C também (o cenário 1C, que obteve 14% de impactos adversos, foge à regra, pois possui lotes livres em sua composição). Na Figura 15b nota-se que o número de pontos analisados nos cenários A e B não variam tanto quanto varia nos cenários A e B em comparação ao cenário C. Nesse sentido, uma análise em percentual pode mascarar os resultados, portanto se efetuaram outras comparações para observar o comportamento dos impactos em relação às diferenças de cenários.

Os cenários do tipo A e B diferem pelo tipo de parcelamento. Comparando-se a porcentagem de impactos adversos (somaram-se todos os tipos de impactos adversos encontrados) nos quatro cenários, que foram identificados através do número de pavimentos (5, 10, 15 e 20) e da taxa de ocupação (75%, 32,5%, 26,7% e 20%), nota-se que os cenários do tipo A apresentam maiores porcentagens em relação ao tipo B (Figuras 16a e 16b). Isso ocorre pelo fato de que o cenário do tipo alternado possibilita maior visão do céu que o regular.

Figura 14 - Cenários (planta e perspectiva) e diagramas de impactos 1C, 2C, 3C e 4C



Nota: Legenda:

NI		Leve Adv. I		Adv. Moderada I		Adv. Considerável I	
IN		Leve Adv. II		Adv. Moderada II		Adv. Considerável II	
		Leve Adv. III		Adv. Moderada III		Adv. Considerável III	
				Adv. Moderada IV		Adv. Considerável IV	

Figura 15 - Porcentagens de impactos adversos (a) e número de pontos analisados (b) nos cenários A, B e C

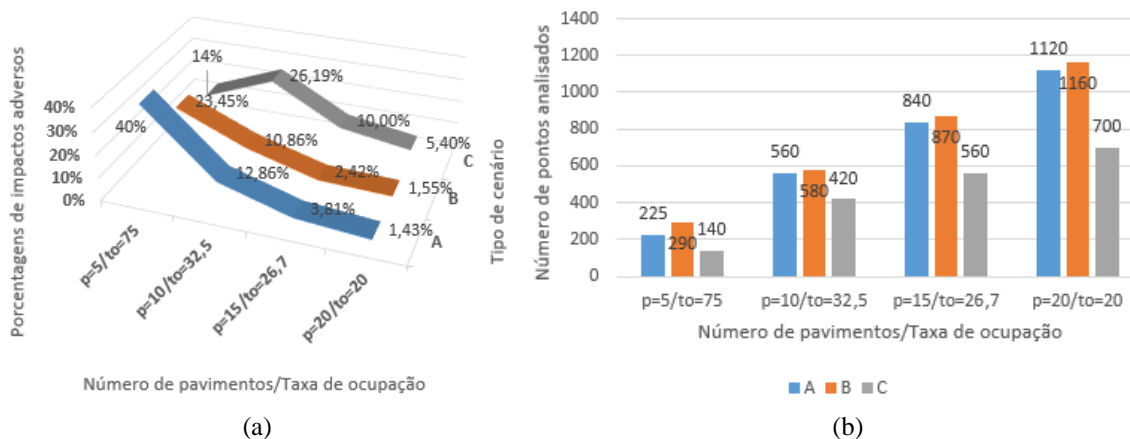
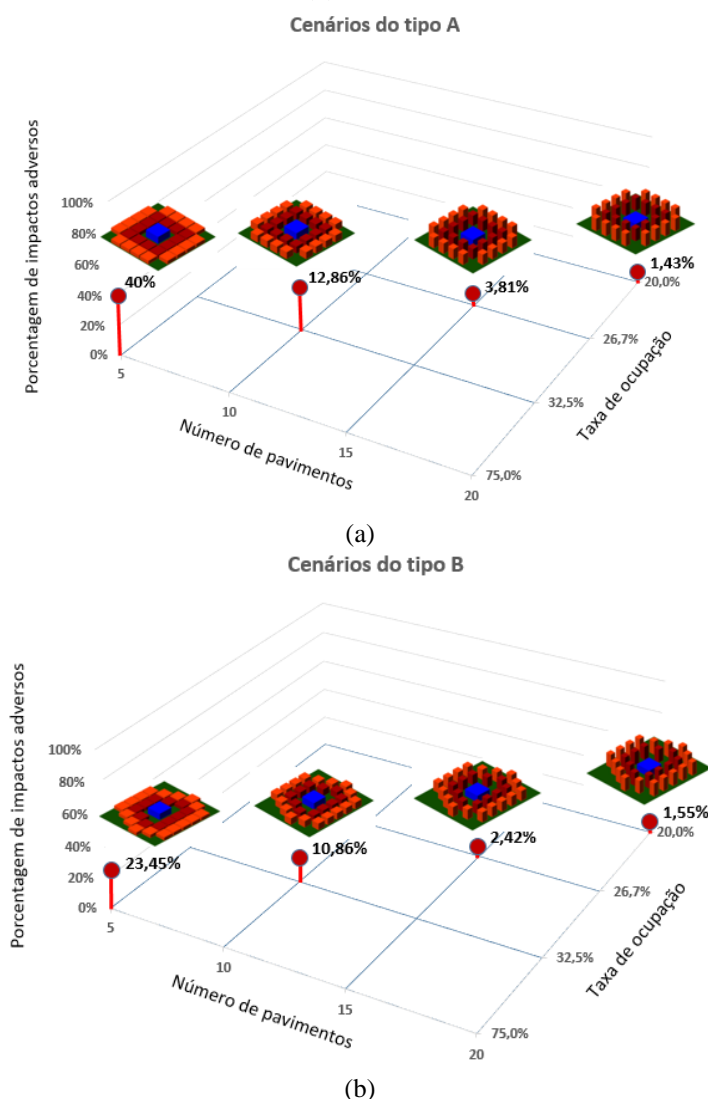


Figura 16 - Porcentagens de impactos adversos (a) nos cenários do tipo A, B e C



Além da comparação dos impactos adversos dos três tipos de cenário, compararam-se os cenários do tipo A e C em relação aos tipos de impacto no pavimento térreo, que apresenta a pior condição de obstrução do céu (Figura 17). Esses cenários apresentam o mesmo número de edificações na vizinhança, entretanto os cenários do tipo A possuem altura regular, e os do tipo C, altura variável, conforme observado na Figura 9.

Nos cenários do tipo A nota-se uma diferença grande entre os cenários 1A e 2A e os cenários 3A e 4A. Nos primeiros cenários as porcentagens de impactos são praticamente iguais (Adversidade considerável I e Leve Adversidade III). Os valores de FLDV no cenário 2A são maiores, mas alguns se encontram próximos ao limite da classificação dos impactos. No caso dos cenários 3A e 4A as porcentagens e tipos de impactos vistos foram os mesmos, entretanto, da mesma forma que os

cenários anteriores, os valores de FLDV no cenário 4A são superiores.

Nos cenários 2C e 3C o resultado dos impactos foi o mesmo, apesar de os valores de FLDV serem maiores no cenário 3C. No cenário 4C os impactos adversos reduziram-se consideravelmente.

Comparando-se todos os cenários, os melhores resultados são verificados nos cenários 3A, 4A e 4C, ou seja, os impactos adversos são verificados em cenários com edificações mais baixas e com taxa de ocupação alta (1A e 2A), e cenários mistos que não possuem diferença relevante na altura e taxa de ocupação (cenários 2C e 3C). O último resultado aponta para a configuração do ambiente urbano com diferentes formas arquitetônicas e parcelamentos, para que os impactos na vizinhança sejam minimizados, o que geralmente é visto na ocupação consolidada, regida por diferentes planos diretores ao longo do tempo.

Conclusões

Os estudos de impacto de vizinhança são instrumentos importantes para avaliar de maneira prévia as consequências de um empreendimento no meio urbano. Entretanto, em relação aos estudos analisados no país, acredita-se que falta expertise para a realização e avaliação desses estudos tão específicos, assim como ocorre nos estudos internacionais. Espera-se que as incoerências verificadas atualmente possam ser reduzidas e, conseqüentemente, elevar a qualidade dos estudos apresentados. Dessa forma, os termos de referências que as prefeituras municipais elaboram para guiar os EIVs deveriam ser detalhados para abranger métodos adequados para a verificação dos impactos, o que não ocorre.

Nesse sentido, considera-se válida a proposição de um método para a avaliação dos impactos de vizinhança, pois ao quadro das antigas questões do planejamento urbano em relação ao acesso a recursos naturais somam-se os novos desafios relacionados ao Estatuto da Cidade, visando regular o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo.

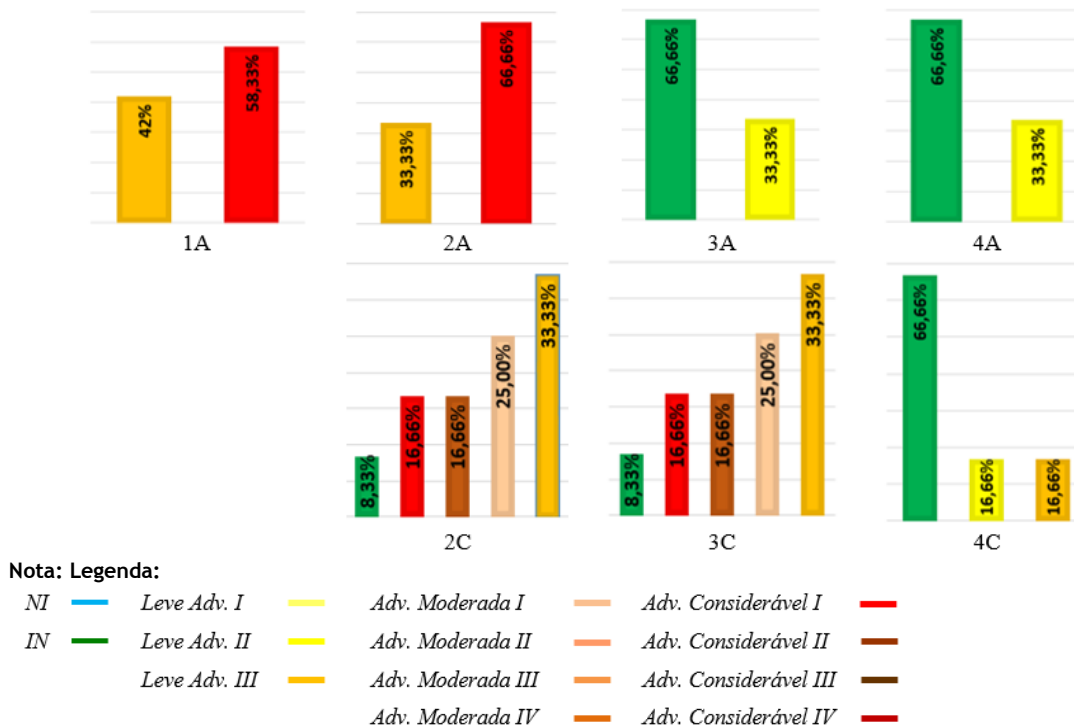
O ponto de partida da proposição do método foi a definição dos parâmetros de desempenho e a técnica específica a ser adotada. Por meio de pesquisas realizadas, observou-se que na literatura da área existiam parâmetros e técnicas adequados

para a avaliação da iluminação natural passíveis de adaptações para as particularidades dos estudos de impacto de vizinhança.

Para a avaliação da iluminação natural adotou-se o parâmetro fator de luz diurna vertical como principal parâmetro, e a janela de céu preferível como complementar. O FLDV é conhecido como um dos parâmetros mais adequados por considerar a parcela incidente de iluminação natural de acordo com a disponibilidade de luz em um plano horizontal externo livre de obstruções, com o céu encoberto. A determinação do valor mínimo de referência demandou análises de pesquisas realizadas na área. Como resultado adotou-se o valor de 10% como sendo a quantidade mínima de iluminação natural que deve incidir nas fachadas.

A visualização do parâmetro foi realizada através da representação gráfica das condições de visibilidade/obstrução da vizinhança de pontos de análises situados nas fachadas (máscara). A viabilidade dessa técnica apenas foi possível através do aporte computacional do programa Apolux. Ele foi definido como adequado, pois, além de fornecer as máscaras sobrepostas à trajetória solar e à JCP, o programa realiza o cálculo do FLDV, incorporando os dados de radiação solar ponderada local. Além da análise visual das máscaras, os valores de cada parâmetro para os pontos podem ser analisados por meio de planilhas.

Figura 17 - Porcentagens de impactos no térreo verificados nos cenários A e C



As planilhas geradas pelo programa permitiram a análise dos impactos de cada ponto através do critério de suscetibilidade. Acredita-se que tal critério seja adequado, pois a natureza dos impactos é graduada de acordo com a magnitude de redução dos parâmetros.

A utilização de cenários virtuais para demonstrar o método possibilitou a visualização da diferença nos impactos que continham diferentes configurações de edificações, tanto em altura quanto em relação à taxa de ocupação, considerando o mesmo potencial construtivo. O ambiente urbano possui diferentes configurações morfológicas derivadas, por vezes de planos diretores diferentes. Cabe ressaltar que, na maioria das vezes, em bairros onde a ocupação é antiga e com ausência de edificações tombadas, a tendência que se observa é o aumento do potencial construtivo ao longo do tempo. Entretanto, a estratégia de fixar a área construída foi utilizada para que fosse possível a comparação dos impactos em cenários com o mesmo potencial construtivo.

Os resultados mostraram que a maior porcentagem de impactos adversos foi verificada nos cenários que possuem parcelamento regular e ocupação da vizinhança com edificações contendo 5 pavimentos e taxa de ocupação de 75%. A ocupação regular vista nos cenários A geralmente ocorre em áreas de cidade onde é feito o parcelamento do solo através de loteamentos, com lotes e regras de ocupação iguais, ou condomínios. A verticalização das cidades é muito criticada, entretanto nos cenários analisados percebeu-se que edificações altas com taxa de ocupação reduzida produzem melhores condições de acesso à iluminação natural e, dessa forma, a inserção de uma nova edificação na vizinhança não produz efeitos prejudiciais em termos de intensidade, como no caso anterior. Entretanto, ressalta-se que nas grandes cidades brasileiras a verticalização, na maioria das vezes, acompanha elevadas taxas de ocupação, resultando em uma densificação de forma massiva. A área construtiva entre os cenários não foi alterada, portanto não se pode concluir com exatidão sobre cenários que possuam essa configuração, mas certamente a obstrução seria maior que nos casos avaliados.

Como limitação do método, pode-se citar a não consideração das reflexões entre as superfícies do entorno, que pode causar grande impacto na luz natural que incide nas fachadas das edificações. Em cenários com elevada obstrução urbana, por vezes, superfícies com alto índice de reflexão podem elevar a quantidade de luz que incide nas fachadas das edificações vizinhas. Além disso, a consideração do céu encoberto representa o caso mais extremo em termos de disponibilidade de luz

natural, entretanto não representa o tipo de céu mais frequente no país. Outros estudos considerando diferentes tipos de céu ou mesmo a simulação dinâmica da luz poderão ser realizados.

Referências

- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Bandeiras Tarifárias**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=758>>. Acesso em: 15 set. 2015.
- ARGILES, N. R. L. **Análise das Relações e Influências do Modelo de Planejamento Estratégico Urbano no Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental de Porto Alegre – PDDUA**. Porto Alegre, 2003. 149 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Escola de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.
- BRASIL. **Lei nº 10.257**, de 10 de julho de 2001, que regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 11 de jul. 2001.
- BRUNDTLAND. **Our Common Future**. World Commission on Environmental and Development. Oxford: Oxford University Press, 1987.
- BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT LIMITED. **BRE: daylight & sunlight planning reports**. Disponível em: <<http://www.right-of-light.co.uk/daylight-sunlight-reports.php>>. Acesso em: 3 nov. 2015.
- CLARO, A. **Modelo Vetorial Esférico Para Radiosidade Aplicado à Iluminação Natural**. Florianópolis, 1998. 90 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.
- CORREIA, P. V. D. **Políticas de Solos no Planejamento Municipal**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1993.
- G1. **Energia Elétrica Deve Subir 43,4% em 2015, Estima Banco Central**. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/noticia/2015/06/energia-eletrica-deve-subir-434-em-2015-estima-banco-central.html>>. Acesso em: 3 set. 2015.
- LEDER, S. M. **Ocupação Urbana e Luz Natural: proposta de parâmetro de controle da obstrução do céu para garantia da disponibilidade de luz natural**. Florianópolis, 2007. 240 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

LI, D. H. W. *et al.* Evaluation of a Simple Method for Determining the Vertical Daylight Factor against Full-Scale Measured Data. **Indoor and Built Environment**, v. 18, n. 6, p. 477-484, 2009.

LITTLEFAIR, P. Daylight, Sunlight and Solar Gain in the Urban Environment. **Solar Energy**, v. 70, n. 3, p. 177-185, 2001.

LITTLEFAIR, P. **Site Layout Planning for Daylight and Sunlight**: a guide to good practice. Garston: Building Research Establishment report, 1991.

MARTELLO, A. **Energia Elétrica Deve Subir 43,4% em 2015, Estima Banco Central**. G1, 24 Jun. 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/noticia/2015/06/energia-eletrica-deve-subir-434-em-2015-estima-banco-central.html>>. Acesso em: 11 mar. 2016.

MENDES, N. *et al.* Uso de Instrumentos Computacionais Para Análise do Desempenho Térmico e Energético de Edificações no Brasil. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 5, n. 4, p. 47-68, out./dez. 2005.

NG, E. A Study of the Relationship Between Daylight Performance and Height Difference of Buildings in High Density Cities Using Computational Simulation. In: INTERNATIONAL BUILDING PERFORMANCE SIMULATION CONFERENCE, 9., Montreal, 2005. **Proceedings...** Montreal: IBPSA, 2005.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE. **Plano Diretor de Desenvolvimento**

Urbano Ambiental - PPDUA. Disponível em: <<http://www.portoalegre.rs.gov.br/planeja/download/download.htm>>. Acesso em: 22 set. 2015.

ROSSI, A. M. G. **Novos Conceitos em Tipologia e Tecnologia na Construção Habitacional Com Apoio Governamental**: uma comparação entre Brasil e Alemanha. Rio de Janeiro, 1999. 480 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1999.

SCALCO, V. A. **Método Para a Avaliação dos Impactos de Edificações Sobre a Iluminação Natural e Insolação em Vizinhanças Urbanas**. Florianópolis, 2010. 395 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

TELLER, J.; AZAR, S. TOWNSCOPE II: a computer system to support solar access decision-making. **Solar Energy**, v. 70, n. 3, p. 187-200, 2001.

TREGENZA, P. **Daylight Criteria and a Simple Graphical Tool**. 2001. Notas não publicadas enviadas para o autor.

Agradecimentos

A Capes, pelo suporte financeiro na forma de bolsa de estudo e a pela condição de Pesquisadora ou Professora Visitante no PósARQ mantida pela Pró-Reitoria de Pós-Graduação.

Veridiana Atanasio Scalco

Programas de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil | Universidade Federal de Santa Catarina | Campus Universitário, Trindade | Florianópolis - SC - Brasil | CEP 88040-900 | Tel.: (48) 3721-9393 Ramal 26 | E-mail: veridi@gmail.com

Fernando Oscar Ruttkay Pereira

Programas de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil | Universidade Federal de Santa Catarina | Campus Universitário, Trindade | Florianópolis - SC - Brasil | CEP 88040-900 | Tel.: (48) 3721-7080 | E-mail: ruttkay.pereira@ufsc.br

Revista Ambiente Construído

Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
Av. Osvaldo Aranha, 99 - 3º andar, Centro
Porto Alegre - RS - Brasil
CEP 90035-190
Telefone: +55 (51) 3308-4084
Fax: +55 (51) 3308-4054
www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido
E-mail: ambienteconstruido@ufrgs.br