



UTILIZAÇÃO DO PARÂMETRO JANELA DE CÉU PREFERÍVEL NA ANÁLISE DA ILUMINAÇÃO NATURAL EM AMBIENTES INTERNOS INSERIDOS EM MEIO URBANO

Solange M. Leder (1); Fernando O. R. Pereira (2); Anderson Claro (3)

(1) Sociedade Educacional de Santa Catarina – Instituto Superior Tupy, Curso de Arquitetura e Urbanismo, Albano Schmidt, Joinville S.C.

e-mail: solange.leder@sociesc.org.br

(2) Universidade Federal de Santa Catarina, Curso de Arquitetura e Urbanismo – Laboratório de Conforto Ambiental, Campus Trindade, Florianópolis S.C.

RESUMO

Proposta: A obstrução do entorno influencia diretamente duas principais fontes de luz natural: a luz solar direta e da abóbada celeste. Com base nessa realidade os mecanismos de controle e garantia de luz natural nas edificações tem como foco o controle da obstrução do entorno edificado. Contudo pode-se afirmar que atualmente há pouco conhecimento sobre limites máximos de obstrução do céu visível, a partir dos quais a possibilidade de aproveitamento da luz natural possa estar garantida. Considerando essa lacuna o trabalho utiliza o parâmetro Janela de Céu Preferível na análise da performance da iluminação natural em ambientes internos inseridos em duas configurações de ocupação urbana. **Método de pesquisa/Abordagens:** Utilização do parâmetro Janela de Céu Preferível na análise da performance da iluminação natural em ambientes internos, inseridos em cenários urbanos. Os cenários tem como base um recorte na cidade de Florianópolis. O primeiro cenário representa a situação atual, o segundo cenário representando uma situação de ocupação futura considerando os limites máximos de ocupação permitidos pela legislação urbana atual. Os cenários foram construídos com o programa computacional Cityzoom. A simulação da luz natural e a utilização do parâmetro Janela de Céu Preferível foi realizado com o programa Apolux. A análise da performance da iluminação natural no ambiente interno é realizada através das variáveis: fator da luz do dia e iluminância. **Resultados:** Os resultados apontam consistência no parâmetro, onde se percebe forte correlação entre a Janela de Céu Preferível e a performance da iluminação natural no ambiente interno. **Contribuições/Originalidade:** Análise da aplicabilidade de parâmetro inovativo para o controle da obstrução do entorno considerando a performance da iluminação natural em ambientes internos.

Palavras-chave: iluminação natural, disponibilidade de luz natural, sustentabilidade no meio urbano

ABSTRACT

Proposal: The obstruction of surroundings impacts on two main daylight sources: the sunlight and the skylight. Based on that reality, the mechanisms for exploiting and assuring daylight inside buildings usually focus on controlling the obstruction of the built environment. However, one can state that nowadays there is very little knowledge about the maximum limits of the sky vault obstruction, in order to ensure daylight exploitation. Considering this lack, the present study uses the Preferable Sky Window parameter to analyze daylighting performance of inner spaces in two different urban occupation configurations. **Research Method:** The research method uses the PSW parameter for analyzing inner room's daylight performance in different urban scenarios. The scenarios are based on an urban patch of Florianópolis city. The first scenario represents the current situation, while the second one represents a future occupation based the maximum occupation limits allowed by current urban codes. The scenarios were built by CityZoom computer code. The daylighting simulation and PSW analyses were performed by Apolux code. The final daylighting performance was analyzed through illuminances and daylight factor data. **Results:** The results show a consistency of PSW

parameter, and one can note a strong correlation between PSW and the daylight behavior inside the rooms. **Contribution/Originality:** Analyses of the applicability of an innovative parameter (PSW) for controlling urban surroundings obstruction, considering daylight performance in inner spaces.

Keywords: daylighting, urban daylight availability, urban sustainability.

1 INTRODUÇÃO

Uma das possibilidades de redução no consumo de energia com iluminação artificial é sem dúvida a substituição da mesma pela natural, que é gratuita. Essa possibilidade tem resultado em inúmeras pesquisas sobre o aproveitamento da luz natural nas edificações, com o surgimento, nos últimos anos, de normas e certificados de eficiência energética para edificações. Contudo, além da edificação isolada, a geometria urbana apresenta-se como uma das principais variáveis associadas ao desempenho energético de uma edificação. Segundo Ratti, Baker e Steemers (2005), a mesma influencia a disponibilidade de luz solar e luz natural na fachada da edificação: áreas urbanas muito densas apresentam redução na disponibilidade de luz natural e ganho solar. A Figura 1 exemplifica duas configurações distintas de obstrução do céu: esquina e meio de quadra. Obstruções significativas, com a consequente redução na presença da luz natural, podem resultar em maior necessidade de consumo energético. Os estudos de Ng (NG, 2005; NG e WONG, 2004) mostram que, para uma mesma densidade de ocupação do solo, variações na altura das edificações e vazios podem conduzir a diferentes níveis de acesso à luz natural.

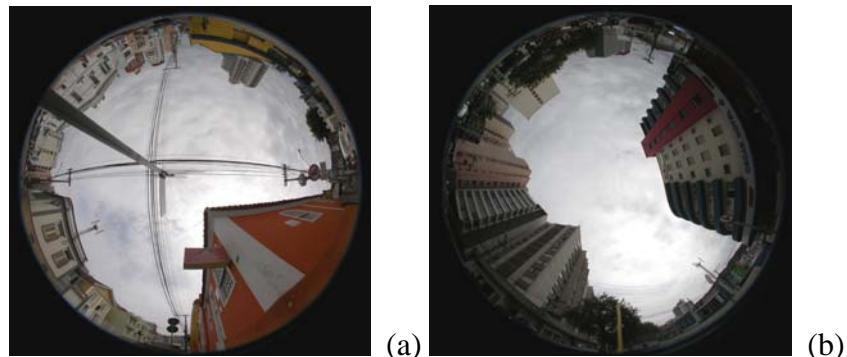


Figura 1 – Imagens com lente olho de peixe (projeção equidistante) com diferentes condições de obstrução do entorno: (a) esquina e (b) meio de quadra

Como decorrência, surge a necessidade do planejamento urbano inserir o estudo da luz natural e da insolação nos critérios de definição das leis que regulam a ocupação urbana. Considerando essa premissa alguns autores tratam do assunto e desenvolveram propostas que possibilitaria o controle da obstrução do céu a fim de garantir a disponibilidade à luz natural.

Os indicadores de controle da obstrução do céu, proposto por autores como Hopkinson et al. (1975), Robbins (1986) e Littlefair (1998) são parâmetros de controle de ocupação no meio urbano que visam garantir à edificação condições mínimas de insolação e de acesso à luz natural. Segundo os autores esses indicadores garantem que um padrão suficiente de luz natural atinja a fachada do edifício. Consiste basicamente em ângulos máximo de obstrução, Figura 2, medidos a partir da fachada da edificação ou no limite do lote e a partir dos quais não é permitido edificar. No cenário nacional a adoção dos indicadores de obstrução são iniciativas isoladas. Alguns locais como na cidade de Florianópolis um ângulo limite de obstrução é adotado.

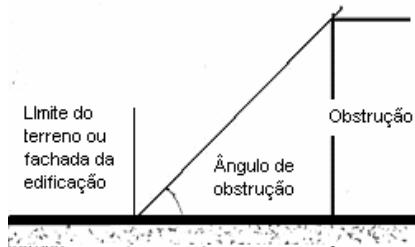


Figura 2 – Corte ilustrando o controle da obstrução através de um ângulo de obstrução

Contudo, o estabelecimento de um ângulo limite padrão apresenta a limitação de não considerar a iluminação proveniente do afastamento existente entre as edificações, ou seja, a descontinuidade da obstrução. A alternativa encontrada por Hopkinson (1976) foi a indicação de um conjunto de ângulos, na impossibilidade de um determinado ângulo ser atendido, outro poderá ser utilizado. Também em substituição a adoção de um ângulo único de obstrução, a proposta apresentada em Littlefair (1991) é o cálculo da Componente Celeste Vertical, que consiste no cálculo da parcela de iluminação proveniente da abóbada celeste sobre um ponto sobre o plano vertical (fachada). A limitação encontrada nessas propostas é de constituírem-se em aplicações isoladas, cada caso deve ser analisado individualmente. Tratam-se também de métodos simplificados. Mais recentemente autores como Capeluto (2003) e NG (2005) propõem métodos mais complexos, ao inserir a simulação computacional como ferramenta. Objetivando a obtenção de um indicador passível de utilização na legislação edilícia e com base na hipótese de que a identificação de uma determinada área de céu visível seria um indicador da performance da luz natural, Ng (2005a; 2005b; 2004; 2001) propõe o parâmetro Área de Visão Desobstruída (AVD), que consiste na determinação de um cone de visão do céu dentro do qual determinada parcela de visão do céu estaria desobstruída. A partir da simulação da luz natural em um conjunto de cenários urbanos o autor desenvolve um método adequado à condição climática e de ocupação urbana (alta densidade) para a cidade de Hong Kong, atualmente em vigência na legislação edilícia do local.

A proposta desenvolvida por Leder et al (2007) denominada de Janela de Céu Preferível (JCP), consiste na definição de uma porção do céu, em relação a um ambiente interno, que apresenta maior potencial de iluminação no ambiente interno, Figura 3. A obstrução dessa porção do céu, denominada de JCP, resultaria em maior impacto na iluminação natural de ambientes internos. Preservar total ou parcialmente a visão da JCP pode garantir condições mínimas de performance da iluminação natural no ambiente interno.

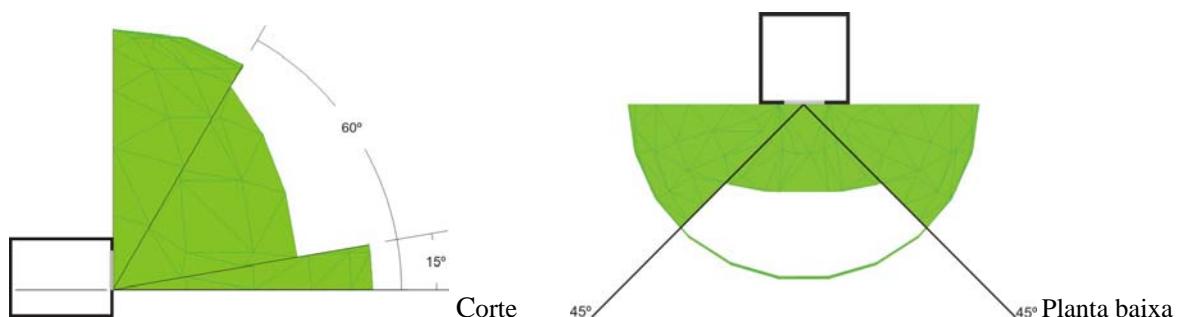


Figura 3 – Área do céu denominada de Janela de Céu Preferível (LEDER et al, 2007)

A área definida para a JCP, representada na figura 3, apresenta limites horizontais de 45° à esquerda e 45° à direita e limites verticais de 15° inferior e 60° superior. Essa parcela do céu corresponde a um percentual de céu visível de aproximadamente 32%, enquanto a área remanescente, ou a área de céu não preferível, apresenta percentual de céu visível de aproximadamente 68%.

2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é a utilização do parâmetro Janela de Céu Preferível na análise da performance da iluminação natural em ambientes internos, inseridos em cenários urbanos. Com isso se pretende verificar a correlação existente entre o JCP e a performance da iluminação natural em ambientes internos.

3 METODOLOGIA

O trabalho consiste na construção de cenários que simulam ocupações do meio urbano e, sobre esses, a simulação da luz natural. Para a construção dos cenários urbanos utiliza-se o programa Cityzoom (GRAZZIOTIN, P.; TURKIENICZ, B., et al., 2004) e, para a simulação da luz natural, o programa Apolux (CLARO, 1998). O programa Autocad foi utilizado para a construção do modelo de ambiente interno, inserido nos cenários urbanos e como ferramenta auxiliar na interface entre os programas Cityzoom e Apolux. A simulação da luz natural nos cenários resulta nas variáveis de análise relativas à performance da luz natural no ambiente interno: iluminâncias e fator da luz do dia, enquanto as variáveis de análise da obstrução do céu visível são: o fator de céu visível (FCP) e o parâmetro inovativo JCP, representado pelo Fator de Janela de Céu Preferível.

O recorte urbano escolhido localiza-se em uma porção da área central da cidade de Florianópolis. Compreende uma área de aproximadamente 38.961 m², comprimento de 925 metros e largura de 600 metros, incluindo 17 quadras e uma praça. A definição do local teve como principais condicionantes: localização central e topografia plana, diversidade na dimensão das ruas e na dimensão dos lotes, diversidade no padrão de uso do local: serviço, comércio e residência, possibilidade de maior adensamento e existência de edificações de interesse histórico. Sobre o recorte urbano escolhido foram simuladas duas condições de cenário urbano: cenário reproduzindo a situação atual e cenário com a ocupação máxima permitida pela legislação, Figura 4.



Figura 4 – Perspectiva do cenário legislação 100%

O modelo de ambiente interno apresenta dimensões de 5 metros de largura e 6 metros de profundidade - 30,00 m²; abertura com área de 5,00 m², altura do peitoril com 1 metro e posicionamento centralizado na abertura externa. O plano de análise encontra-se na mesma altura do peitoril da janela: 1 metro. O ambiente interno não possui mobiliário e as superfícies internas possuem coeficiente de reflexão zero, excluindo assim a componente refletida interna do cálculo da iluminação natural. Dessa forma seria possível identificar, com os resultados disponibilizados através do Apolux, a contribuição da componente refletida externa e a contribuição da abóbada celeste no ambiente interno. A imagem da Figura 5 mostra uma perspectiva interna do modelo de ambiente interno, inserido em um meio urbano. O ambiente interno localiza-se em posições pré-determinadas nos cenários e na edificação. Na edificação, essas posições são: fachada frontal, fachadas laterais (quando houver afastamento entre as edificações) e fachada dos fundos. O posicionamento do ambiente interno deve ser a uma altura de 1 metro acima do nível da rua (que resulta em uma altura de 2 metros acima do nível da rua para o

peitoril). Essa altura está associada à situação mais crítica, pois representa o piso térreo. Complementarmente, em alguns casos, são inseridos ambientes internos na altura de 15 metros acima do nível da rua (resultando em uma altura de 16 metros acima do nível da rua para o peitoril).

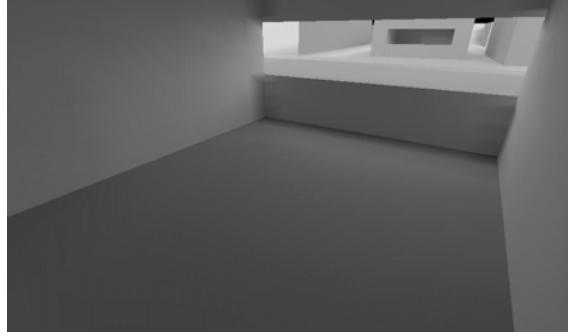


Figura 5 – Vista do ambiente interno

No cenário urbano as edificações que recebem o ambiente interno de análise estão em localizações estratégicas e denominadas de eixos A, B, C e D (ver Figura 6). Essa escolha foi realizada considerando-se as seguintes variáveis urbanas: diferentes larguras de rua, diferentes configurações de gabarito e ocupação do lote, localização no meio da quadra (eixos A, B e D) e esquina (eixo C), localização em situação com variação no afastamento frontal, localização em frente ao conjunto de prédios da Hercílio luz que configura uma situação de canyon urbano (eixo A), localização em quadras que permitem grande adensamento (eixos C e D).



Figura 5 – Planta baixa do recorte urbano com a localização dos eixos de análise

O objeto final da análise é efetivamente o ambiente interno que compreende dois planos de análise: plano vertical (sobre a abertura) para os parâmetros do meio externo (FCV e FCP) e plano horizontal (plano de trabalho) para os parâmetros do ambiente interno (FLD e Iluminância).

O cenário atual apresenta 19 ambientes internos de análise. O cenário legislação apresenta 29 ambientes internos. As denominações definidas para cada ambiente seguem a ordem: eixo de localização, lado esquerdo ou direito da rua, fachada na edificação e altura do plano de análise. Por exemplo, o ambiente denominado Aefront2, localiza-se no eixo A, lado esquerdo da rua, fachada frontal e com o plano de análise a 2 metros de altura do nível da rua.

O FCV máximo para o plano vertical é de 50%, enquanto o FCP apresenta valor máximo de 16,9% da área de céu visível (que representa a área da Janela de Céu Preferível em relação à área total de céu visível). Na análise dos resultados é extraída a média dos fatores encontrados sobre o plano de análise. O FLD utilizado é o percentual sobre o plano de análise acima de 2%. A iluminância utilizada é o percentual sobre o plano de análise acima de 100 lux. A análise dos resultados reside principalmente na identificação da relação existente entre a performance da iluminação natural no ambiente interno e o FCV e FCP encontrados no exterior, verificada através da correlação linear de Pearson (análise correlacional que indica a relação entre 2 variáveis de escala métrica, assim como a direção dessa correlação - se positiva ou negativa). Os valores médios de FCV e FCP são confrontados com o FLD e a iluminância. Para auxiliar na análise também são construídas máscaras de obstrução do entorno,

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

A análise dos resultados inicia com o cenário atual. Com os resultados apresentados na figura 6 pode-se visualizar, para cada ambiente em análise no cenário atual, os valores encontrados para o fator de céu visível médio, o fator de céu preferível médio e o percentual de FLD inferior a 2%. Na construção do gráfico, os valores obtidos com o percentual de FLD inferior a 2% foram dispostos em ordem crescente e as outras variáveis ordenadas segundo a seqüência obtida com o FLD. Sobre o gráfico gerado é possível verificar que o traçado resultante com os valores de fator de céu preferível é muito similar ao traçado obtido com o FLD, o que pode ser interpretado como maior influência da área de céu preferível sobre a iluminação no ambiente interno.

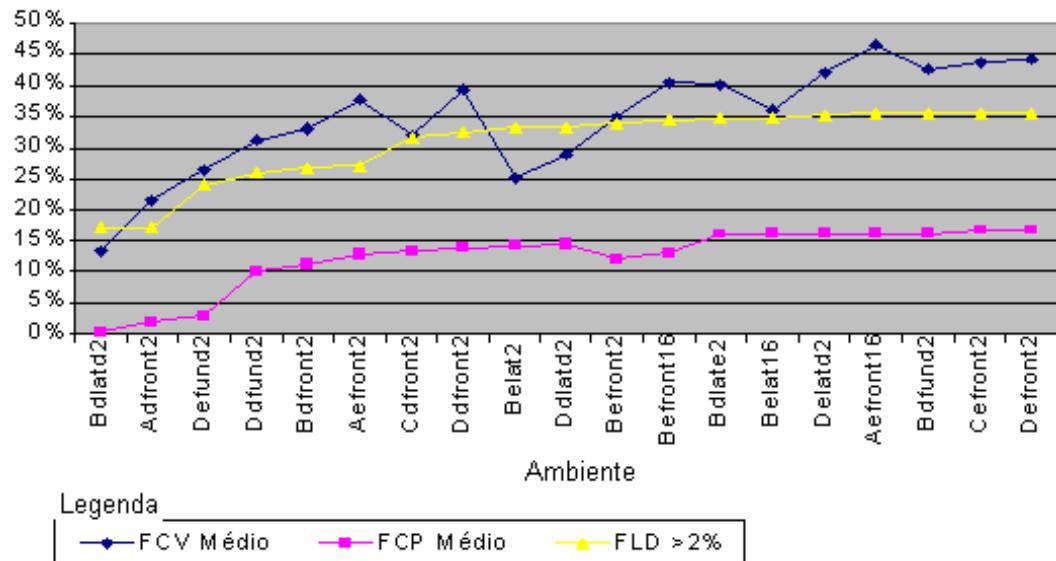


Figura 6 – Curvas do FCV médio, FCP médio e FLD superior a 2% nos ambientes do cenário atual

Para confirmar a observação realizada sobre a figura 6, ressalta-se a correlação encontrada entre o FLD e o fator de céu preferível, que apresenta um valor de 0,95; enquanto a correlação encontrada para o fator de céu visível e o FLD é de 0,82.

Na Figura 7 foram comparados o FCV médio, o FCP médio e o percentual sobre o plano de análise com iluminância inferior a 100 lux. Na construção do gráfico, os valores obtidos com o percentual de iluminância inferior a 100 lux foram dispostos em ordem crescente e as outras variáveis ordenadas segundo a seqüência obtida com a iluminância.

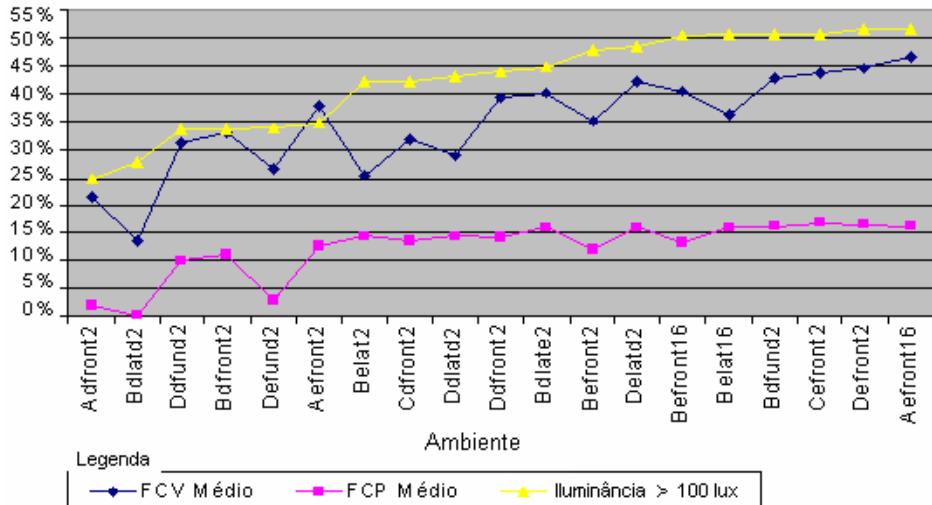


Figura 7 – Gráfico com o traçado do FCV, FCP e iluminância superior a 100 lux nos ambientes do cenário atual

Os ambientes Be lat2, Dd latd2, Be front2 e Be lat16 destacam-se como sendo pontos em que o fator de céu preferível apresenta maior impacto na iluminação resultante no ambiente interno. Nos referidos casos ocorre uma redução no fator de céu visível, a qual não se traduz em redução nas iluminâncias observadas no ambiente interno, e pode ser interpretada como decorrência do fato de o fator de céu preferível apresentar-se alto. Sobre o gráfico gerado, observa-se que o traçado resultante com os valores de fator de céu preferível é novamente similar ao traçado obtido com o FLD, embora com menor dependência, o que pode ser percebido na correlação encontrada. O FCV e a iluminância apresentam um comportamento aparentemente de menor correlação, 0,81; enquanto que o FCP e a iluminância apresentam maior correlação, 0,87.

Na Tabela 1 são apresentadas máscaras de obstrução do entorno correspondentes a alguns ambientes em análise. As máscaras são para um ponto localizado no meio da abertura e na altura do peitoril. A parte em cinza representa as edificações do entorno e a em branco, a abóbada visível. A área em vermelho representa a região da Janela de Céu Preferível. Com as máscaras, é possível identificar visualmente as situações em que a Janela de Céu Preferível se encontra mais (ou menos) obstruída em relação à região de céu remanescente.

Tabela 1 – Máscara de obstrução para ambientes do cenário atual

| Belat2 | Defund2 | Ddlat2 | Cdfront2 |
|----------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| | | | |
| FCP= 14,2 FCV=25,4 | FCP= 3 FCV=26,6 | FCP= 14,4 FCV=29 | FCP= 13,4 FCV=32 |

Destacando-se como exemplo o ambiente Belat2, pode-se observar que a área de céu preferível é proporcionalmente pouco obstruída em relação à área de céu remanescente. O fator de céu preferível médio corresponde a 14,2%, enquanto o fator de céu visível apresenta uma média de 25,4%. Ambientes com fator de céu visível em torno de 25%, como é o caso do ambiente De fund2 que

apresenta um fator de céu visível médio de 26,6%, apresentam percentual da área do plano de análise no ambiente interno de 75,8% no intervalo abaixo de 2% para o FLD. No ambiente Be lat2, esse percentual do plano de análise no intervalo abaixo de 2% corresponde a 66,7, o que significa um aumento da iluminação natural no ambiente interno, muito provavelmente em decorrência do fator de céu preferível mais elevado, já que no ambiente De fund2 o fator de céu preferível médio é de apenas 3,0%. Comportamento similar ao ocorrido no ambiente Belat2 pode ser observado em outros ambientes, nos quais o fator de céu visível é relativamente baixo ou mediano. No entanto, em virtude de grande parte desse céu visível estar incluído dentro da área de céu preferível, o percentual de FLD no ambiente interno é maior. Destacam-se nesse contexto os ambientes Dd lat2, Cd front2, Be front2, Be lat16 e Dd front2, em que a ocorrência de fator de céu preferível mais elevado determinou maior percentual de FLD no ambiente interno.

Os resultados encontrados com o cenário legislação podem ser visualizados a partir da figura 8 abaixo. Os valores obtidos com o percentual de FLD superior a 2% foram ordenados em ordem crescente, e as variáveis FCV e FCP médio foram ordenadas segundo a seqüência obtida com o FLD. A partir do gráfico gerado verifica-se que a curva resultante com os valores de FCP é muito similar à curva obtida com o FLD, o que aparentemente confirma a existência de maior influência da Janela de Céu Preferível sobre a iluminação no ambiente interno. Posteriormente, com a correlação linear positiva encontrada entre o FCP e FLD de 0,95 a hipótese de forte correlação é confirmada. A curva resultante do FCV também é similar à curva do FLD, e a correlação entre ambas apresentou um valor de 0,90. Valor bastante elevado, porém, inferior àquele encontrado com o FCP.

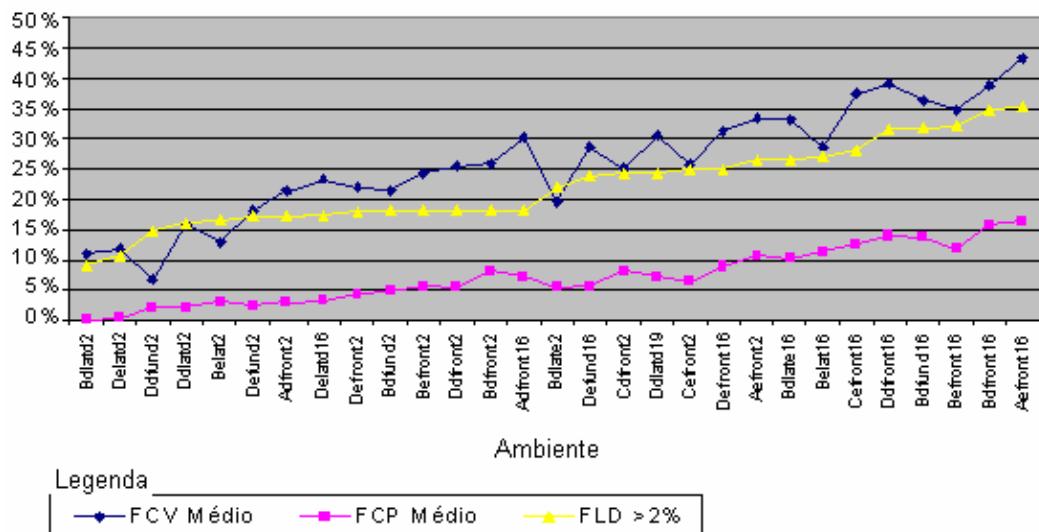


Figura 8 – Curvas do FCV médio, FCP médio e FLD superior a 2% nos ambientes do cenário legislação

Sobre o gráfico da Figura 8 destaca-se os ambientes Dd fund2, Be lat2, Bd late2 e Be lat16, para os quais a curva do céu visível, que vinha apresentando um comportamento crescente, mostra uma redução brusca. Nessa condição, esperava-se uma redução também na curva do FLD, o que não ocorreu, associa-se esse fenômeno à maior influência do Fator de Céu Preferível na iluminação do ambiente interno, que, por sua vez, não apresentou redução no comportamento crescente que vinha demonstrando. A Figura 9 exibe os valores encontrados para as variáveis FCV Médio, FCP Médio e o percentual do plano de análise com iluminância superior a 100 lux. Nesse caso, as curvas FCV e FCP apresentam semelhanças com a curva da iluminância, com uma leve tendência para o FCP. Pode-se destacar novamente as situações Ddfund2, Belat2 e Bdlate2, que apresentam uma redução no FCV, que, contudo, não é percebida na curva da iluminância e tampouco na curva do FCP. A correlação entre o FCP e a iluminância, de 0,90, novamente é superior a correlação entre o FCV e a iluminância, de 0,86.

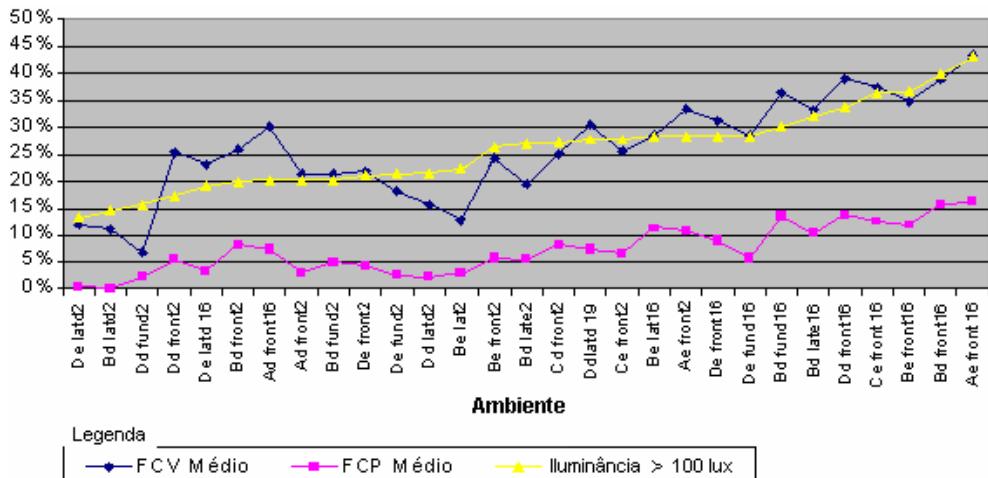


Figura 9 – FCV médio, FCP médio e percentual do ambiente com iluminância superior a 100 lux

5 CONCLUSÕES

Atualmente existe uma lacuna na ocupação urbana e uma redução da disponibilidade de luz natural, resultante dessa ocupação. Considerando a mesma, este trabalho trata do estudo do impacto da obstrução do céu sobre a iluminação natural em espaços internos. Dois cenários urbanos foram simulados com objetivo de analisar a aplicabilidade do parâmetro Janela de Céu Preferível no controle da obstrução do entorno. Sobre os resultados obtidos esperava-se uma relação entre o Fator de Céu Visível e a iluminação natural em ambientes externos ou internos, assim como se esperava que o Fator da Janela de Céu Preferível apresentasse uma correlação superior àquela observada com o Fator de Céu Visível. Os resultados confirmaram essa hipótese. No cenário atual, a correlação encontrada entre o Fator de Céu Visível e o FLD foi de 0,82, enquanto que a correlação encontrada entre o Fator de Céu Preferível e o FLD foi de 0,94. A correlação entre o Fator de Céu Visível e a Iluminância foi de 0,81 e entre o Fator do Céu Preferível e a Iluminância foi de 0,87. No Cenário Legislação, a correlação encontrada entre o Fator de Céu Visível e o FLD foi de 0,90, enquanto que a correlação encontrada entre o Fator de Céu Preferível e o FLD foi de 0,95. A correlação entre o Fator de Céu Visível e a Iluminância foi de 0,86 e entre o Fator do Céu Preferível e a Iluminância foi de 0,90.

Considerando que a Janela de Céu Preferível apresenta forte correlação com a performance da iluminação natural no ambiente interno, pode-se afirmar que o parâmetro apresenta grande potencial de aplicabilidade nas leis que regulam a ocupação urbana, com objetivo de garantir o direito de acesso à luz natural.

6 REFERÊNCIAS

- CAPELUTO, G.I. Energy performance of the self-shading building envelope. **Energy and buildings**, London: Elsevier, v. 35, p.327-336, 2003.
- CLARO, ANDERSON. **Modelo vetorial esférico para radiosidade aplicado à iluminação natural**. Florianópolis, 177p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção e Sistemas). Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, 1998.
- HOPKKINSON, R.G.; PETHERBRIDGE, P.; LONGMORE, J. **Iluminação Natural**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1975. 776p.
- GRAZZIOTIN, P.; TURKIENICZ, B.; SCLOVSKY, L.; FREITAS, C. M. D. S. Cityzoom: A tool for the visualization of the impact of urban regulations. In: CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE GRÁFICA DIGITAL, São Leopoldo, 2004. **Anais...** São Leopoldo: Sigradí, 2004.

LEDER, S. M. PEREIRA, F. O. R.; CLARO, A. Janela de Céu Preferível: proposição de um parâmetro para controle de acesso à luz natural no meio urbano. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9., 2007, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto: ANTAC, 2007. CD ROOM.

LITTLEFAIR, P. Passive solar urban design: ensuring the penetration of solar energy into the city. **Renewable & Sustainable Energy Reviews**, London, n.2, p.303-326, 1998.

LITTLEFAIR, P. **Site layout planning for daylight and sunlight: a guide to good practice**. Garston: Building Research Establishment report, 1991. 82p.

NG, E.; WONG, N. H. Better daylight and natural ventilation by design. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 21., 2004, Eindhoven, Netherlands. **Proceedings...** Eindhoven: PLEA, 2004, p.175-179.

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., 2005, Montreal, Canadá. **Proceedings...** Montreal: IBPSA, 2005, p.847-852.

_____. Towards better building and urban design in Hong Kong. In: INTERNATIONAL CONFERENCE PASSIVE AND LOW ENERGY COOLING FOR THE BUILT ENVIRONMENT, 2005, Santorini, Greece. **Proceedings...** Santorini: M. Santamouris, 2005, p.923-928.

RATTI, C.; BAKER, N.; STEEMERS, K. Energy consumption and urban texture. **Energy and buildings**, V.37, p. 762-776, 2005.

ROBBINS, Claude L. **Daylighting: Design and analysis**. New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1986. 751p.

7 AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao Laboratório de Simulação SimLab, do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, especialmente ao Prof. Benamy Turkienicz, pela disponibilização e auxílio na utilização do programa Cityzoom.