



XIENCAC
ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

VIIELACAC
ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

Búzios - RJ - 2011

A INFLUÊNCIA DE PROTETORES SOLARES NA ILUMINAÇÃO NATURAL NO EDIFÍCIO SEDE DA COMPESA

Kamila Mendonça de Lima (1); Fábio Henrique Sales Nogueira (2); Isabela Cristina da Silva Passos (3); Silas da Silva Maia (4); Leonardo Salazar Bittencourt (5)

(1) Arquiteta, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Dinâmicas do Espaço Habitado – DEHA, kamila.arq.urb@gmail.com; (2) Estudante de Graduação do Curso de Arquitetura e Urbanismo, fabiohenriqu@gmail.com; (3) Arquiteta, Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Dinâmicas do Espaço Habitado – DEHA, isabela@fau.ufal.br; (4) Estudante de Graduação do Curso de Arquitetura e Urbanismo, sl_maia@hotmail.com (5) PhD, Professor da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – FAU/UFAL, lsb54@hotmail.com. Universidade Federal de Alagoas, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Campus A. C. Simões, Tabuleiro dos Martins, Maceió-AL, 57072-970, Tel.: (82) 3214-1268

RESUMO

O uso de estratégias bioclimáticas pode auxiliar no conforto térmico e na eficiência energética das edificações. Na região Nordeste do Brasil, a promoção da ventilação natural e a proteção solar são consideradas as principais estratégias a serem consideradas no projeto arquitetônico e os brises são elementos bastante utilizados. O setor administrativo do novo edifício sede da COMPESA – Companhia Pernambucana de Saneamento, localizado na cidade de Recife, foi projetado com brises nas fachadas Norte e Sul. O presente artigo avaliou a influência desses protetores solares na iluminação natural no interior dos ambientes do edifício através de simulações no software *Troplux 4.02 Beta*. As simulações foram feitas variando os seguintes aspectos: presença ou não dos brises, tipo de céu e refletância dos brises. Foram avaliados os diferentes níveis de iluminância nos espaços internos, calculados pelo programa computacional utilizado. Os resultados mostraram que a utilização de brises no edifício analisado diminui os níveis de iluminância dos ambientes analisados, mantendo, contudo, a maior parte dos valores de iluminância médios acima dos 500lx. Além disso, a presença de brises proporciona o aumento do percentual de horas em que as iluminâncias internas encontram-se abaixo dos 2000lx, o que proporciona melhor distribuição da luz e sugere menores chances de ocorrência de ofuscamento. Desta maneira, o trabalho reforça a noção de que, em localidades de características climáticas tropicais, que possuem céus bastante iluminados, a redução nos níveis de iluminância pode trazer ganhos qualitativos no aproveitamento da iluminação natural.

Palavras-chave: iluminação natural, iluminância, simulação computacional.

ABSTRACT

The use of bioclimatic strategies can help reaching thermal comfort and energy efficiency in buildings. In the northeastern region of Brazil the use of solar protection and natural ventilation are the foremost strategies to be considered in the building design, therefore brises are large used for this purpose. The new headquarter of COMPESA – Companhia Pernambucana de Saneamento, in Recife – PE, was designed with brises in this northern and southern facades. This article evaluated the influence of this solar protection in natural illumination inside the building by simulations on *Troplux 4.02 Beta* programme. The simulations took in consideration these aspects: presence or absence of brises, cloud covering and brises reflectance. The different levels of illuminance on inner spaces were evaluated by the calculation from the computational programme. The results show that the use of brises in the analyzed building decreases illuminance levels on the studied ambients, keeping, despite of that, the great part of average illuminance values above 500lx. Above that, the use of brises provides the rising of hours percentage which inner illuminances are bellow 2000lx, proportioning better light distributing and suggesting lower chances of obfuscating. Therefore, this work reinforces that, in tropical regions which have very bright sky, the reduction on illuminance levels can improve the exploitation of daylight.

Keywords: daylight, illuminance, computer simulation.

1. INTRODUÇÃO

Durante o processo projetual, o arquiteto necessita compatibilizar diversos condicionantes arquitetônicos, em busca de uma melhor solução final. Dentro destas variáveis, a preocupação com as condições térmicas dos ambientes é fundamental para a promoção do conforto térmico humano.

As estratégias bioclimáticas proporcionam a adequação da arquitetura ao clima, aliando, por exemplo, elementos de proteção solar a componentes que permitam a ventilação natural adequada aos espaços, dependendo do clima da região onde se pretende construir. Em regiões de clima quente e úmido, por exemplo, as principais estratégias bioclimáticas são a ventilação natural e a proteção solar, por conta da intensa radiação solar e altas temperaturas durante quase todo o ano.

Um dos elementos mais utilizados para promover a proteção solar é o *brise soleil*. Os brises permitem o uso de superfícies envidraçadas em determinadas fachadas, garantindo a proteção solar das mesmas e diminuindo a carga térmica sem bloquear a visão do exterior. Segundo Olgyay e Olgyay (1957), a composição do brise-soleil, com seu caráter espacial e suas inúmeras possibilidades formais, proporcionam um campo fértil para experimentos sensuais que, pela sua força, trariam de volta o interesse na escala humana e o encantamento.

O uso dos brises traz, portanto, diversas vantagens, além de proteger da radiação solar direta. Quando projetado adequadamente pode colaborar com a uniformidade luminosa do interior dos ambientes, diminuindo o contraste provocado pelo excesso de iluminação natural próximo às janelas. Entretanto, o excesso de proteção solar junto às aberturas ao exterior reduz os níveis de iluminância no interior dos ambientes internos.

Aliar o bloqueio da radiação solar ao aproveitamento da iluminação natural é uma das formas de proporcionar uma adequação efetiva do projeto à atividade a ser realizada, buscando-se evitar o desconforto visual, que pode ser causado por ofuscamento e/ou contraste, e proporcionando a integração eficiente com os sistemas artificiais de condicionamento térmico e iluminação artificial.

Nesse contexto, este artigo apresenta um estudo de caso de uma edificação que foi projetada com dispositivos de proteção solar. Trata-se do novo edifício da COMPESA – Companhia Pernambucana de Saneamento que foi projetado pelo escritório de arquitetura de Recife, ADM, Arquitetos Associados Ltda., composto pelos arquitetos: Adolfo Jorge M. Cordeiro, Dinauro Esteves Filho e Marcos Germano S. Silva. Entretanto, uma equipe de 12 profissionais de diversas áreas como, sustentabilidade, energia, cozinha industrial, resíduos sólidos e acessibilidade, participou da elaboração do projeto.

O projeto é composto por: edifício garagem, edifício de convivência, restaurante, reciclagem de resíduos sólidos, manutenção e topografia, centrais técnicas, apoio aos motoristas, vestiários, central de reuso tanque de termoacumulação e bloco administrativo, este último objeto de estudo do presente trabalho (Figura 1).

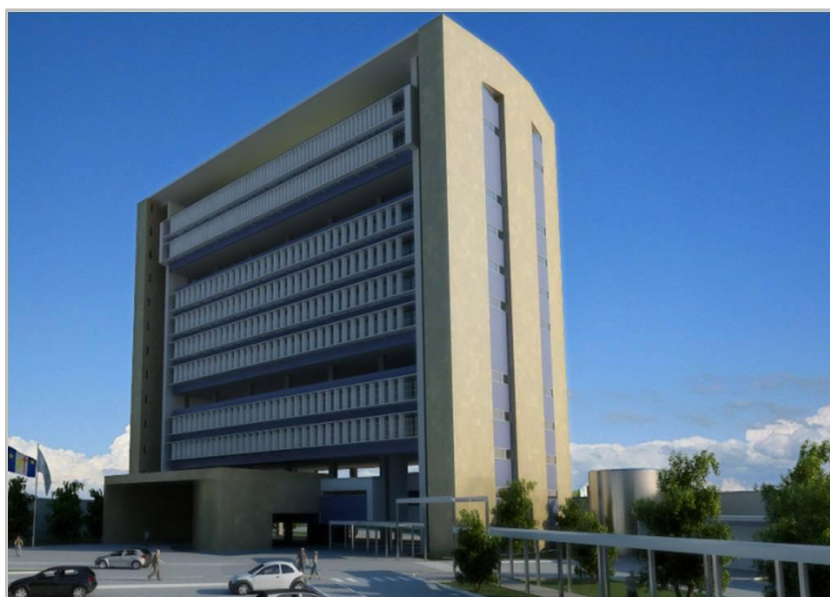


Figura 1: Perspectiva do edifício da COMPESA. Fonte: Acervo da ADM Arquitetos Associados Ltda (2010).

Os brises do prédio foram projetados a partir das máscaras solares das fachadas Norte e Sul, a fim de proteger as fachadas nos horários discriminados no quadro abaixo, medindo 0,60 de profundidade e espaçamento de 1,25 entre si, em ambas as fachadas (Figura 2).

Quadro 1: Horários de sombreamento das fachadas da COMPESA.

Período	Manhã	Tarde	Notas
16 abr	—	—	
21 mai	8 – 11h	13 – 16h	
22 jun	7–12:h	12– 17h	insolação com incidência com penetração de pouca profundidade nos ambientes
24 jul	8 – 11h	13 – 16h	
28 ago	—	—	

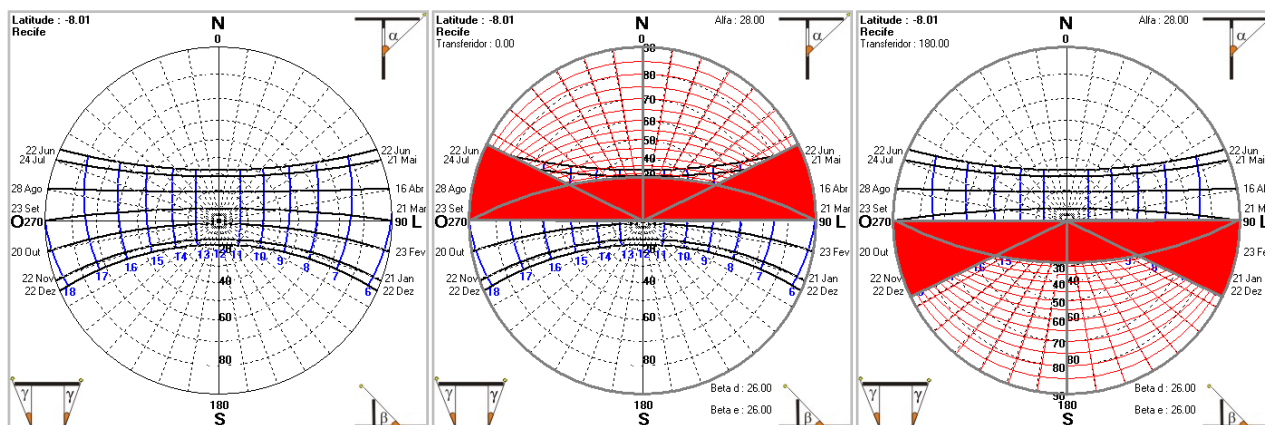


Figura 2: Carta solar correspondente à cidade de Recife e máscaras de sombra das fachadas Norte e Sul do edifício sede da COMPESA, geradas a partir do software Analysis SOL-AR 6.2 (Labee, 2011).

2. OBJETIVO

O presente trabalho tem como objetivo verificar a influência dos protetores solares na quantidade e distribuição da luz natural no interior de ambientes do edifício da COMPESA.

3. MÉTODO

Foi realizada uma análise comparativa do aproveitamento da iluminação natural da COMPESA com e sem brises, por meio de simulação computacional. Os parâmetros analisados foram: refletância dos brises, condições de céu e as diferentes geometrias de ambientes.

3.1. Modelo e Ferramenta

O modelo corresponde ao pavimento das diretorias do edifício da COMPESA e foi elaborado segundo os dados contidos no projeto arquitetônico. Este pavimento foi escolhido a fim de analisar a influência da geometria das salas internas na distribuição da luz. O ambiente possui diversas subdivisões, as quais foram consideradas separadamente na avaliação. Foram escolhidos os ambientes representativos das diferentes configurações de geometria proporcionadas pelas divisórias (figura 3a).

Em cada um deles, foram localizados três pontos, cuja nomenclatura será representada sempre pelos números 1, 2 e 3, que correspondem à localização próximo à janela (1), no centro da sala (2) e no fundo da sala (3). A localização geométrica dos mesmos foi obtida a partir da divisão dos ambientes em três zonas de iluminação idênticas, no sentido perpendicular à parede que contém a abertura, o que permite verificar a tendência de penetração da luz no interior dos mesmos (figura 3b e 3c). A geometria dos brises foi simplificada a fim de viabilizar a construção do modelo no software, mantendo-se as mesmas máscaras de sombra do projeto arquitetônico.

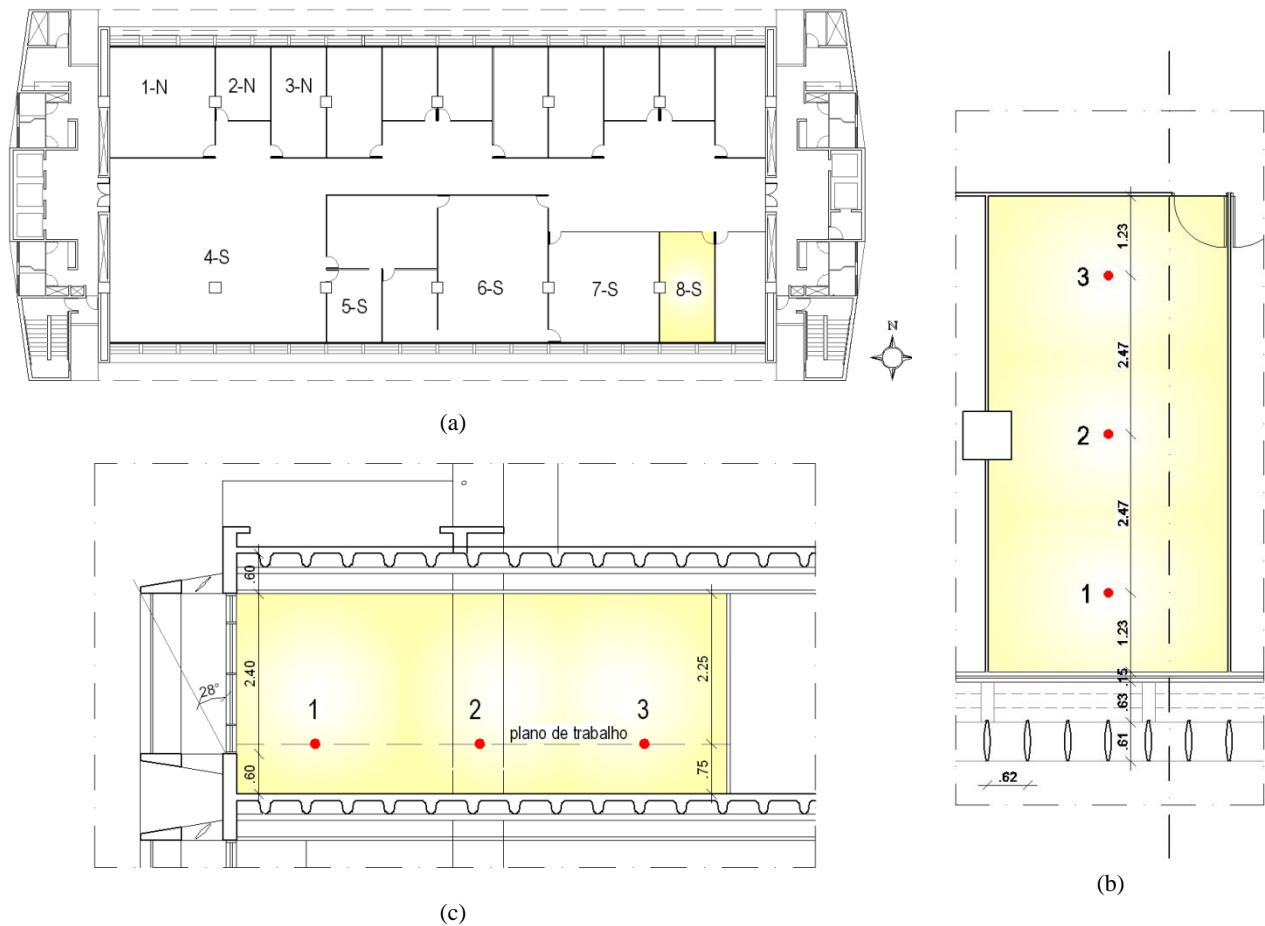


Figura 3: Ambientes analisados (a), com detalhe da planta baixa (b) e do corte (c) de uma sala do edifício da COMPESA (ambiente 8S), conforme projeto arquitetônico, com indicação dos pontos considerados nas simulações.

Para obtenção dos níveis de iluminância, foram realizadas simulações computacionais, utilizando o software Troplux 4.02 Beta. O Troplux (CABÚS, 2005-a, 2005-b; RAMOS; GHISI, 2008), permite simulação do desempenho da iluminação natural considerando o contexto climático tropical e trabalha com as seguintes bases: a abordagem Monte Carlo, o método do raio traçado e o conceito de coeficientes de luz natural. Os dados de entrada estão sintetizados no Quadro 2 e no Gráfico 1.

Quadro 2: Dados de entrada inseridos no software Troplux.

Latitude	Correspondente à cidade de Recife-PE
Período	Todos os dias do ano
Horários	8h às 18h (considerando hora legal)
Refletância das superfícies internas	0.5
Iluminância difusa horizontal	<i>Illuminating Engineering Society of North America (IES)</i>
Orientação	Fixa, conforme o projeto
Plano de trabalho	A 0.75m do piso
Margem de erro	5%

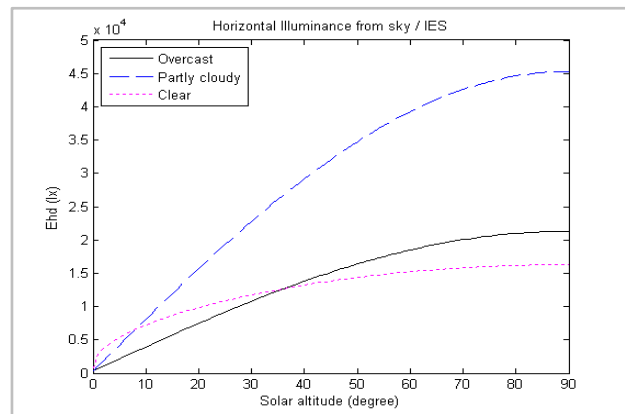


Gráfico 1: Valores de Iluminância horizontal externa. Fonte: Troplux (CABÚS, 2010)

3.1. Avaliação da quantidade e distribuição da iluminação natural

A avaliação das iluminâncias foi realizada utilizando o conceito de UDI (*useful daylight illuminances*), em conjunto com as indicações estabelecidas na norma técnica brasileira *Iluminância de Interiores*, a NBR 5413 (ABNT, 1992), para o uso de escritório.

O conceito de UDI refere-se a faixas de iluminância correspondentes a dados climáticos anuais (NABIL; MARDALJEVIC, 2006). Foram consideradas as faixas propostas pelo método, modificando o limite mínimo para a iluminância ser considerada suficiente (de 100 para 300lx), para atender ao estabelecido pela norma para o uso dos ambientes (Quadro 3).

Quadro 3: UDI – Faixas de Iluminâncias.

INSUFICIENTE	SUFICIENTE	DESEJÁVEL	EXCESSIVAS
< 300 lx	Entre 300 e 500 lx	Entre 500 e 2000 lx	> 2000 lx

Já a avaliação da distribuição da iluminação foi realizada a partir dos valores de iluminância média obtidos para cada ambiente, em função da localização dos pontos no interior desse mesmo ambiente.

3.2. Estudos paramétricos

O quadro 4 apresenta as variações de parâmetros realizadas para avaliação do desempenho luminoso dos oito ambientes selecionados. Para cada ponto considerado no interior das salas, foi analisada a situação com e sem a presença de brises. Quanto à cor dos brises, foram consideradas duas situações de refletâncias distintas, uma correspondente a cores claras (refletância 0.8) e outra correspondente a cores escuras (refletância 0.2).

Quadro 4: Variáveis analisadas

Ambientes	1N, 2N, 3N, 4S, 5S, 6S, 7S, 8S															
Pontos	Próximo à janela (1)				Centro (2)				Fundo da sala (3)							
Presença de brises	SIM		NÃO		SIM		NÃO		SIM		NÃO					
Refletância dos brises	0.8	0.2	-	-	0.8	0.2	-	-	0.8	0.2	-	-				
Tipo de céu*	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1		

*O céu 1 corresponde a condições de céu encoberto, com luminância apresentando uniformidade azimutal e gradação em direção ao zênite; O céu 10 corresponde a condições de céu parcialmente encoberto, com região mais brilhante ao redor do sol.

Foram verificadas ainda as variações nas condições de céu. Conforme apresentado no Gráfico 2, o tipo de céu mais comum na cidade estudada é o parcialmente nublado, seguido pelo nublado. Além da predominância de ocorrência, esses dois tipos representam os extremos de luminosidade proveniente do céu, fator que os torna parâmetros representativos para as análises deste trabalho. Para as simulações, foi adotado um padrão de céu nublado e um padrão de céu parcialmente nublado, dentre os padrões presentes na classificação da CIE - *Commission Internationale de L'eclairage* (2003).

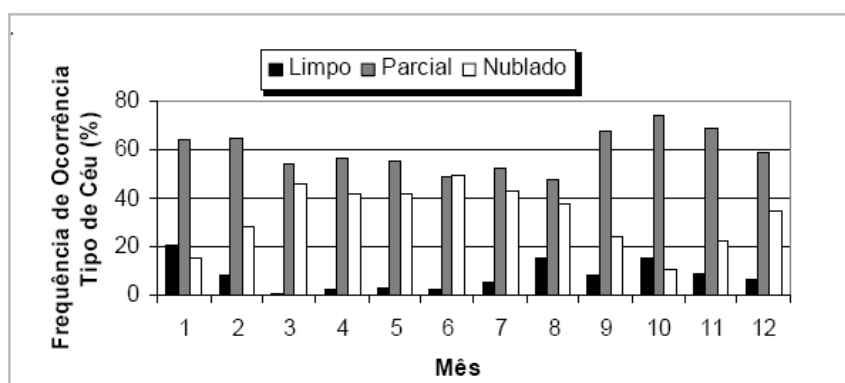


Gráfico 2: Frequência de ocorrência do tipo de céu de acordo com os dados do TRY de Recife. Fonte: Carlo, Pereira e Lamberts (2004)

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1. Influência dos brises na iluminância

O primeiro aspecto analisado refere-se à influência dos brises na quantidade de luz natural disponível no plano de trabalho estudado. Comparou-se os resultados obtidos considerando-se as aberturas com e sem os brises. Os gráficos 3-A e 3-B indicam os valores de iluminância média anual obtidos nas duas situações de

aberturas, considerando as duas condições de céu estudadas. Observou-se que a adoção dos brises reduz os níveis de iluminância em todos os ambientes analisados, exceto no ambiente 5S e 6S.

Mesmo sob condições de céu nublado (gráfico 3-A), boa parte dos pontos analisados ainda apresentam níveis de iluminância acima de 500lx (limite indicado com linha na cor verde), o mínimo desejável para o tipo de atividade realizada nesses ambientes (ABNT, 1992; NABIL; MARDALJEVIC, 2006). Sob condições de céu parcialmente nublado (gráfico 3-B), quase a totalidade dos níveis médios registrados encontram-se acima desse valor.

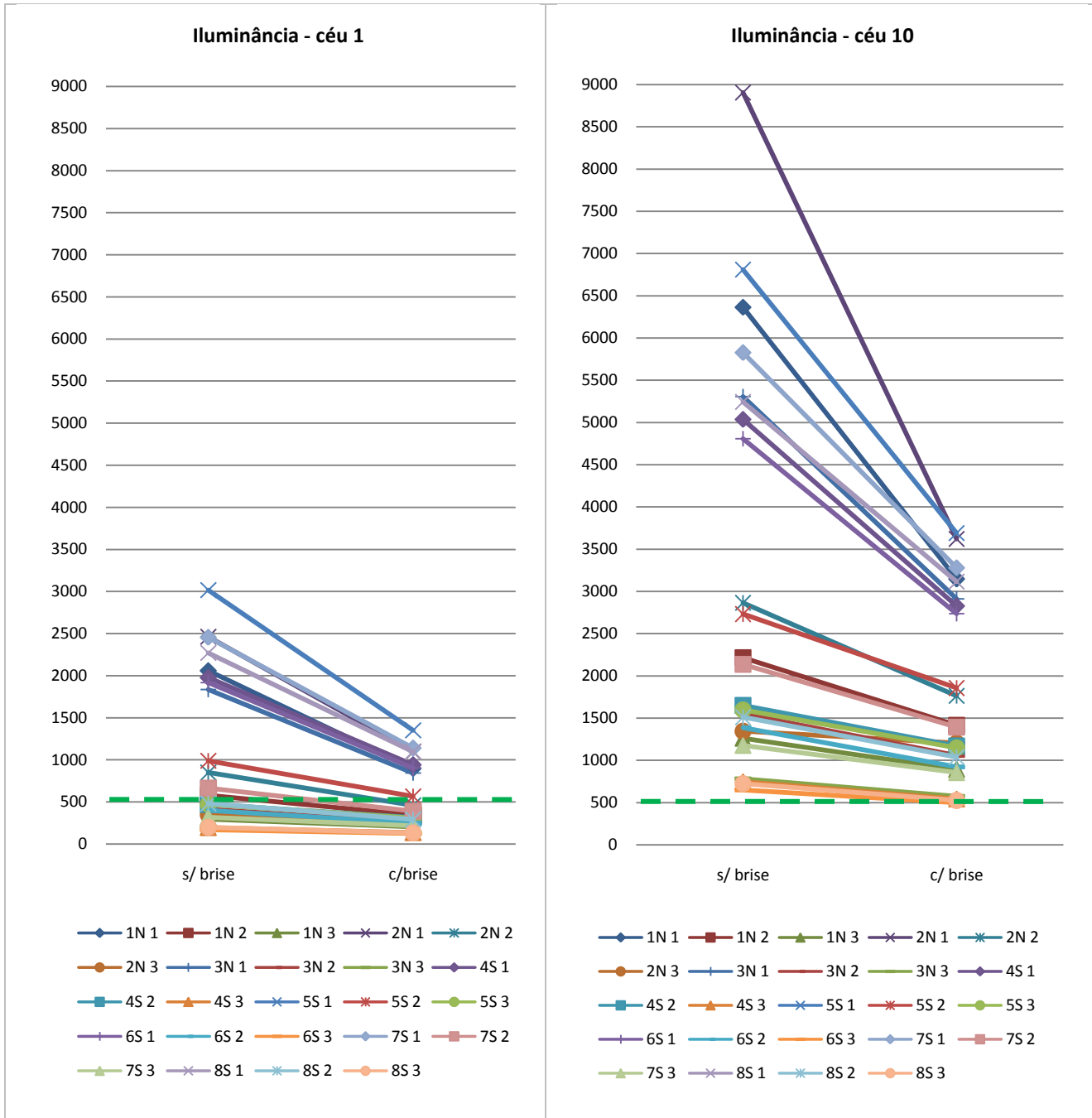


Gráfico 3: Iluminância média, sem brise e com brise claro (refletância 0.8), sob condições de céu nublado (a) e parcialmente nublado (b); com indicação do valor mínimo recomendado (500lx) representado por linha horizontal tracejada.

A figura 5 mostra os resultados obtidos para os percentuais de horas no ano em que é registrada cada faixa de iluminâncias correspondentes ao regime UDI adotado (insuficiente, suficiente, desejável e excessiva), sob condições de céu parcialmente nublado, que é o predominante na cidade estudada.

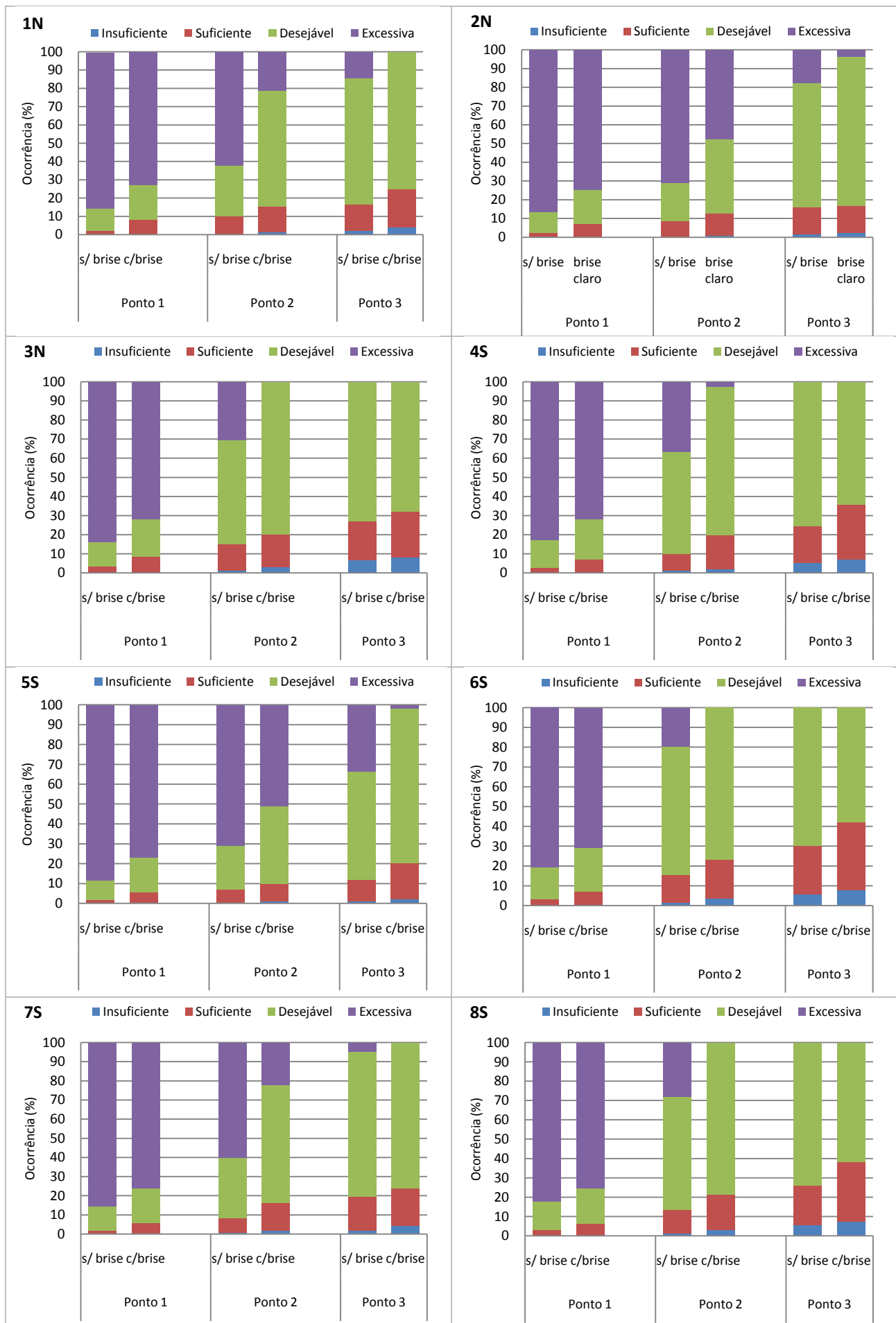


Figura 5: Ocorrência das faixas de iluminação (E), para o tipo de céu parcialmente nublado.

Observa-se que a utilização dos brises provoca aumento da ocorrência de iluminâncias na faixa desejável (entre 500 e 2000lx). Isso evidencia o fato de que diminuir o nível de iluminância, em cidades com céus que apresentam elevadas luminâncias, como Recife, significa a redução da ocorrência de excessos na iluminação. Note-se, que a ocorrência de faixas de iluminâncias excessiva (maior que 2000lx) sofre uma redução em relação à situação hipotética de janelas sem brises.

Contudo, a faixa de iluminâncias que se encontram insuficientes ou suficientes também aumenta, com a inserção dos brises. Esses casos correspondem às situações em que haveria necessidade de complementação com sistemas artificiais de iluminação. A ausência do brise poderia suprir essa necessidade em diversos casos, especialmente nas regiões próximas à janela, porém a ponderação da qualidade da iluminação que chegaria ao interior deve ser um fator de destaque para a definição do projeto de iluminação. Um dos aspectos qualitativos é a distribuição da luz, a ser destacada no item 4.2 deste artigo.

A respeito da influência das demais variáveis analisadas (condições de céu e refletância dos brises), observa-se que a variação destes itens não altera o padrão de iluminação, e sim a magnitude dos valores de iluminância atingidos. O gráfico 4 mostra a influência das condições de céu. A diferença entre os valores médios em condições de céu parcialmente nublado, correspondente ao padrão 1 da CIE (2003), e de céu nublado, correspondente ao padrão 10 da CIE (2003), chega a 400% no ponto 1 do ambiente 2N.

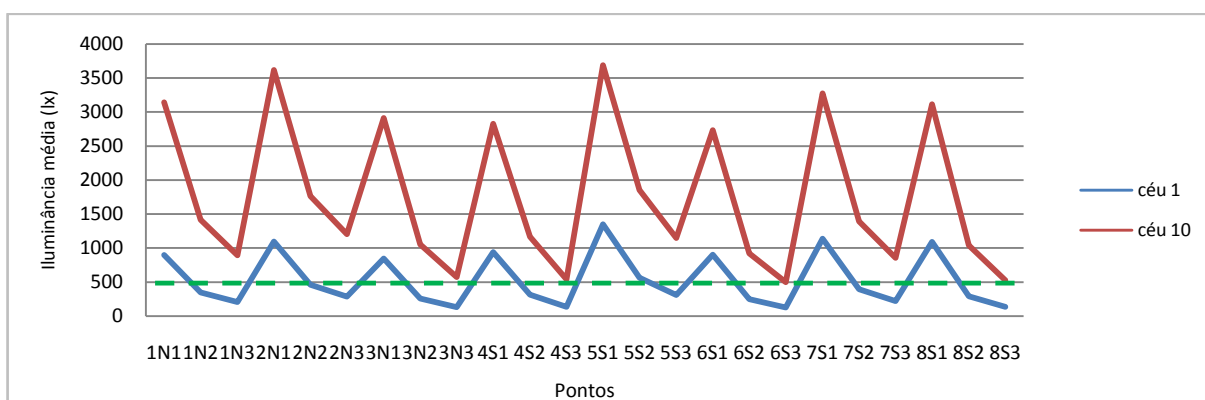


Gráfico 4: Iluminâncias médias nos pontos analisados, com a presença de brises claros (refletância 0.8); com indicação do valor mínimo recomendado (500lx), representado por linha tracejada horizontal.

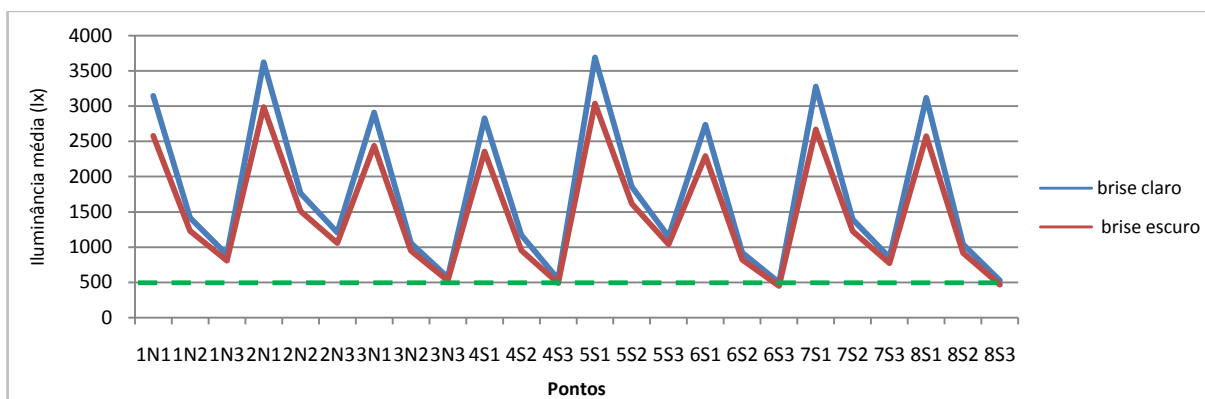


Gráfico 5: Iluminâncias médias nos pontos analisados, sob condições de céu parcialmente nublado (céu 10); com indicação do valor mínimo recomendado (500lx), representado por linha tracejada horizontal.

Os resultados obtidos reforçam a necessidade de se pensar na qualidade da iluminação natural em conjunto com as análises quantitativas. Estas últimas podem, muitas vezes, dar a falsa impressão de um bom projeto de iluminação natural, apenas pelo atendimento da norma.

Índices de iluminância altos, apesar de poderem estar enquadrados quantitativamente em situações de nível de iluminância acima de 500lx, podem significar contrastes altos entre a região próxima à janela e o fundo da sala, ocasionando ofuscamento.

Além disso, com a luz excessiva pode vir o calor excessivo, o que aumenta a carga térmica a ser removida pelos sistemas de condicionamento térmico artificial. O valor exato dessas compensações requer estudos de desempenho integrado (desempenho lumínico e termoenergético comparados, por exemplo). A avaliação das iluminâncias úteis (UDI) no estudo de caso analisado é satisfatória, por permitir visualizar os

excessos referidos e como a ocorrência dos mesmos pode ser controlada a partir da utilização de dispositivos de proteção solar.

4.2. Influência dos brises na distribuição longitudinal da luz

A figura 6 mostra os resultados obtidos para os valores de iluminância médios (anuais), sob condições de céu parcialmente nublado, em função da localização dos pontos no interior dos ambientes. Observa-se que a utilização do brise proporciona uma iluminação mais uniforme, sem perda de performance com relação aos níveis de iluminância atingidos, pois, como visto no item anterior, a redução dos níveis de iluminância é um fator positivo na maioria dos casos analisados.

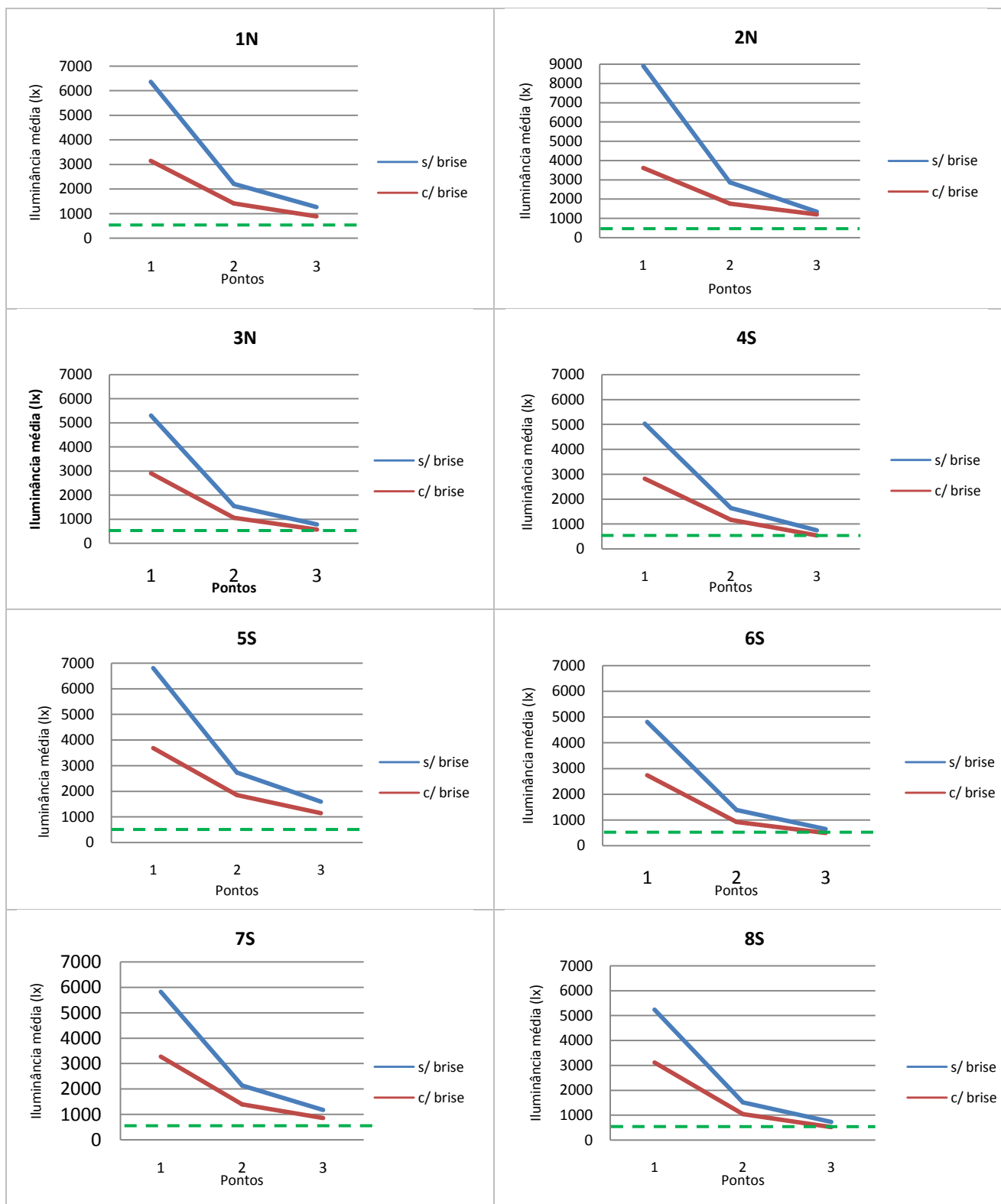


Figura 6: Iluminância (E) em função da localização dos pontos no interior dos ambientes; com indicação do valor mínimo recomendado (500lx), representado por linha tracejada horizontal

5. CONCLUSÕES

O trabalho apresentou um estudo de caso no qual a utilização de dispositivos de proteção solar foi uma estratégia adotada desde a fase de concepção do projeto. A avaliação do desempenho lumínico dos ambientes internos do pavimento tipo do edifício sede da COMPESA mostrou que a utilização de brises no edifício analisado diminuiu os níveis de iluminância dos ambientes analisados, mantendo, contudo, a maior parte dos valores de iluminância médios acima dos 500lx, nível apropriado para a execução de tarefas características do uso de escritório sem a necessidade de acionamento de lâmpadas.

Para condições de céu nublado e para a situação de brises com superfície de baixa refletância, o número de casos que atendem a esse índice é menor, mas ainda bastante significativo. Ao reduzirem os níveis de iluminância em relação à situação hipotética de sua ausência, a presença de brises proporciona o aumento do percentual de horas em que as iluminâncias encontram-se abaixo dos 2000lx, o que sugere menores chances de ocorrência de ofuscamento.

A utilização dos brises também diminuiu o contraste entre a iluminação nas regiões próximas à abertura e no fundo da sala. As análises realizadas podem ser complementadas com avaliações integradas, comparando o desempenho lumínico com o desempenho termoenergético dos ambientes analisados com e sem a presença de brises. Este trabalho reforçou a noção de que, em localidades de características climáticas tropicais, que possuem céus bastante iluminados, a redução nos níveis de iluminância pode trazer ganhos qualitativos no aproveitamento da iluminação natural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 5413**: Iluminância de interiores. Rio de Janeiro, 1992.
- ADM Arquitetos Associados. **Anteprojeto de Arquitetura do Edifício Sede da COMPESA**. 2010.
- CABÚS, R. C.. **TropLux: um sotaque tropical na simulação da luz natural em edificações**. In: IV Encontro Latino-Americano e VIII Encontro Nacional Sobre Conforto no Ambiente Construído, Maceió, 2005, **Anais...Maceió**, ENCAC-ELAC 2005-a.CD-ROM.
- _____. Validação do Programa Troplux. In: IV Encontro Latino-Americano e VIII Encontro Nacional Sobre Conforto no Ambiente Construído, Maceió, 2005, **Anais...Maceió**, ENCAC-ELAC 2005-b.CD-ROM.
- _____. **Troplux** versão 4.02 Beta. Cabús, Ricardo, 2010
- COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE - CIE - **CIE S 011.2/E:2003**: Spatial distribution of daylight - **CIE standard general sky**. Vienna: CIE Central Bureau, 2003.
- CARLO, J.; PEREIRA, F. O. R.; LAMBERTS, R. **Iluminação natural para redução do consumo de energia de edificações de escritório aplicando propostas de eficiência energética para o código de obras do Recife**. In: I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável e X Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído, São Paulo, 2004, **Anais...** São Paulo, clACS'04 – ENTAC'04. ISBN 85-89478-08-4. Disponível em <<http://www.labcon.ufsc.br/publicacoes/16.pdf>> Acesso em mar. 2011.
- RAMOS, Greici; GHISI, Eneide. **Comparação de Iluminâncias Internas e externas obtidas por meio de Simulação Computacional**. In: XII Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído, Fortaleza, 2008, **Anais...Fortaleza**, ENTAC2008.CD-ROM.
- LABEEE, LABORATÓRIO DE EFICIENCIA ENERGETICA EM EDIFICACOES. **Programa computacional Analysis SOL-AR**. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, Florianópolis, 2011. Disponível em <<http://www.labeee.ufsc.br/downloads/softwares/analysis-sol-ar>>. Acesso em maio, 2011.
- NABIL, A.; MARDALJEVIC, J. **Useful daylight illuminances: A replacement for daylight factors**, Energy and Buildings 38 (2006) 905–913.
- OLGYAY, A, OLGAY, V. **Solar Control & Shading Devices**. Princeton: Princeton University, 1957.