

# AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE CONFORTO TÉRMICO, VISUAL E ACÚSTICO EM UMA SALA DE ESCRITÓRIO NATURALMENTE VENTILADA EM FLORIANÓPOLIS (SC)<sup>1</sup>

DE QUADROS, Bianca M. (1); VON MEUSEL, Marina (2); PASSOS, Bruno A. (3)

(1) UFSC, e-mail: bianca@labcon.ufsc.br; (2) UFSC, e-mail: mvonmeusel@yahoo.com.br; (3) UFSC, e-mail: brunoaiedpassos@gmail.com

## RESUMO

Abertura na fachada que permita a entrada da ventilação natural apresenta-se como uma das principais estratégias adotadas para garantir o conforto térmico e reduzir o consumo de energia das edificações. No entanto, além do conforto térmico, a qualidade do ambiente interno está relacionada ao conforto visual e acústico. Diante disto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a relação entre as condições de conforto térmico, visual e acústico em uma sala de escritórios ventilada naturalmente por uma abertura unilateral em Florianópolis-SC. Para isto, foram analisados dados quantitativos por meio de medições in loco. Os critérios de avaliação foram baseados nas normativas brasileiras. Os resultados obtidos pela avaliação do conforto térmico classificaram o ambiente como termicamente aceitável pelo modelo adaptativo. As iluminâncias levantadas apontaram que a combinação entre iluminação natural e artificial são determinantes para alcançar os níveis de iluminação recomendados nas superfícies de trabalho. Por outro lado, a medição feita com as janelas abertas confirmou a presença de desconforto acústico causado pelo ruído proveniente do tráfego de veículos. Conclui-se que a abertura unilateral adotada no escritório garante o conforto térmico e visual para o período das medições, porém compromete o conforto acústico.

**Palavras-chave:** Conforto térmico. Conforto visual. Conforto acústico. Ventilação natural. Sala de escritório.

## ABSTRACT

*Opening in the facade that allow the entry of natural ventilation is one of the most adopted strategy to ensure thermal comfort and to reduce energy consumption in buildings. However, beyond the thermal comfort, the environmental quality also concerns acoustic and visual comfort. In this way, the present work intends to evaluate the relationship between thermal, visual and acoustic conditions in an office room naturally ventilated by a unilateral opening in Florianópolis-SC. For this, quantitative data were analyzed using measurements in loco. The evaluation criteria was based on Brazilian regulations. The results obtained by evaluation of thermal comfort classified the environment as thermally acceptable by the adaptive model. The raised illuminances pointed out that the combination of natural and artificial lighting are crucial to achieving the recommended levels of illumination on work surfaces. On the other hand, the measurement made with the windows opened confirmed the presence of the acoustic discomfort caused by noise from the vehicle traffic. In conclusion, the unilateral opening adopted in the office room ensures thermal and visual comfort for the period of measurements, but compromises the acoustic comfort.*

**Keywords:** Thermal comfort. Visual comfort. Natural ventilation. Office room.

---

<sup>1</sup> DE QUADROS, Bianca M.; VON MEUSEL, Marina; PASSOS, Bruno A. Avaliação das condições de conforto térmico, visual e acústico em uma sala de escritório naturalmente ventilada em Florianópolis. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

## 1 INTRODUÇÃO

A principal função da envoltória da edificação é garantir o conforto térmico, visual e acústico por meio do controle da temperatura, ventilação, iluminação e ruído. Atualmente, outro objetivo deve ser a redução do consumo de energia sem comprometer a qualidade ambiental (Oral et al., 2004).

Salas de escritórios são locais onde atividades de leitura e escrita no computador tomam a maior parte do tempo do cotidiano dos usuários. Para facilitar o desenvolvimento destas atividades, o ambiente interno deve atender aos níveis de conforto estabelecidos pelas normativas. Rozenfeld e Forcellini (2006) aponta entre as causas do baixo desempenho nos espaços de trabalho o desconforto causado por fatores ambientais como iluminação, temperatura, qualidade do ar e ruídos. Iida (2005) destaca que as condições ambientais dos espaços de escritórios são capazes de gerar tensão e estresse aos usuários e afetar o rendimento dos trabalhadores.

Os fatores que influenciam o conforto dos usuários estão interconectados, por isso é importante dar atenção à qualidade do ambiente como um todo. Por exemplo, uma iluminação insuficiente resulta em problemas de concentração, mesmo que não haja problemas com a temperatura do ar, ventilação ou ruído, assim como a falta de ventilação pode causar dores de cabeça e fadiga, mesmo que a iluminação esteja adequada (Mihai e Iordache, 2016).

Abertura na fachada que permita a entrada da ventilação e iluminação natural apresenta-se como uma das principais estratégias adotadas para garantir o conforto térmico e visual, reduzindo o consumo de energia. Além disso, janelas também possuem comprovados benefícios psicológicos por permitir acesso à paisagem externa (Menzies e Wherrett, 2005). No entanto, a abertura das janelas pode causar desconforto pelo aumento do ruído proveniente do meio externo, comprometendo a produtividade dos usuários.

Diante disto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a relação entre as condições de conforto térmico, visual e acústico em uma típica sala de escritório com ventilação natural unilateral em Florianópolis-SC.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Caracterização do ambiente

A seleção do ambiente avaliado considerou a premissa de representar uma típica sala de escritório em Florianópolis (SC), devendo assim, estar inserida em uma rua com tráfego intenso de veículos e possuir no mínimo uma abertura na fachada para ventilação natural.

O escritório escolhido está localizado no sexto andar de um edifício de 12 pavimentos em uma avenida importante do município. A Figura 1 apresenta a planta baixa e corte com as dimensões e área útil da sala. Todas aberturas estão voltadas para a fachada sudeste do edifício. A porta de acesso à sala

está no lado oposto juntamente com o banheiro. No total a sala apresenta seis postos de trabalho, sendo quatro de frente para as janelas e dois de costas para as janelas.

Figura 1. Planta baixa e corte da sala de escritório.



Fonte: Os autores.

O horário de funcionamento do escritório é das 08hs às 19hs, período em que foram feitas as medições desta pesquisa. Em um dia de trabalho, há uma troca dos funcionários no turno da manhã e tarde. Com isto, a sala costuma ser ocupada por cinco a seis usuários por turno. Estes têm a liberdade para controlar as condições térmicas do ambiente por meio de mecanismos como: persianas, porta para a circulação, ar condicionado e janelas operáveis com películas.

## 2.2 Medições

### 2.2.1 Conforto Térmico

Para a determinação de condições de conforto no ambiente escolhido, fora adotado o modelo adaptativo (ASHRAE 55, 2010), que se aplica a ambientes naturalmente condicionados, onde as janelas podem ser operadas pelos ocupantes de acordo com suas necessidades. Os pré-requisitos ao ambiente para a realização deste método são: sistema de condicionamento artificial mecânico inoperante, ocupantes devem desenvolver atividades sedentárias com taxas metabólicas entre 1,0 e 1,3 met. e podem variar a sua vestimenta em uma faixa de 0,5 – 1,0 clo e a temperatura média predominante do ar externo deve estar dentro do intervalo de 10 °C e 33,5 °C.

Para isto, foram medidas (temperatura do ar, temperatura radiante, e velocidade do ar) e calculadas (temperatura operativa) as variáveis térmicas.

O termômetro de globo foi instalado em um ponto central da sala para maior aproximação da sensação geral dos usuários nos postos de trabalho. No caso do ambiente de escritórios, onde as pessoas costumam permanecer sentadas, localizaram-se todos os equipamentos à aproximadamente 0,6 m do chão, na altura da cintura dos usuários. Para determinar o valor da temperatura média radiante, primeiramente fez-se necessário calcular o coeficiente de troca de calor por convecção do globo. Neste caso, todas as trocas de calor ocorrem por convecção natural, sendo adotada a seguinte equação (1) para determinar a temperatura média radiante:

$$tr = \sqrt[4]{(tg + 273)^4 + (0,4 \cdot 10^8) \sqrt[4]{|tg - ta|} \cdot (tg - ta)} - 273 \quad (1)$$

Por se tratar de um estudo experimental, as medições foram realizadas em um dia com condições de temperaturas amenas. Com relação ao conforto térmico, as medições foram realizadas no dia 21 de julho no período matutino, das 10hs50min às 12hs50min e no período vespertino, das 15hs30min às 17hs30min. Os dados foram coletados a cada 20 minutos.

## 2.2.2 Conforto visual

O espaço em análise apresenta as seguintes fontes de iluminação natural e artificial: janelas operáveis com vidro de controle solar; dispostas na superfície sudeste e duas luminárias embutidas no forro de gesso. Cada luminária apresenta refletores e aletas em alumínio anodizado e possui 128W de potência instalada.

A partir da verificação das fontes de iluminação, prosseguiu-se com as medições dos níveis de iluminância do ambiente interno que seguiu os parâmetros estabelecidos pela normativa NBR15215-4 – Iluminação Natural – Parte 4 (ABNT, 2004). Os níveis de iluminância foram obtidos com o auxílio de um luxímetro e a representação dos dados coletados foi realizada com curvas isolux no programa *Surfer* (Golden Software, 2012).

Para a realização das medições foi necessária a elaboração de uma malha de pontos no ambiente estudado. A determinação do número de pontos considerou a Equação 2, onde “K” é o índice do local e foi determinado pela Equação 3.

$$N^{\circ} \text{ mínimo de pontos} = (K + 2)^2 \quad (2)$$

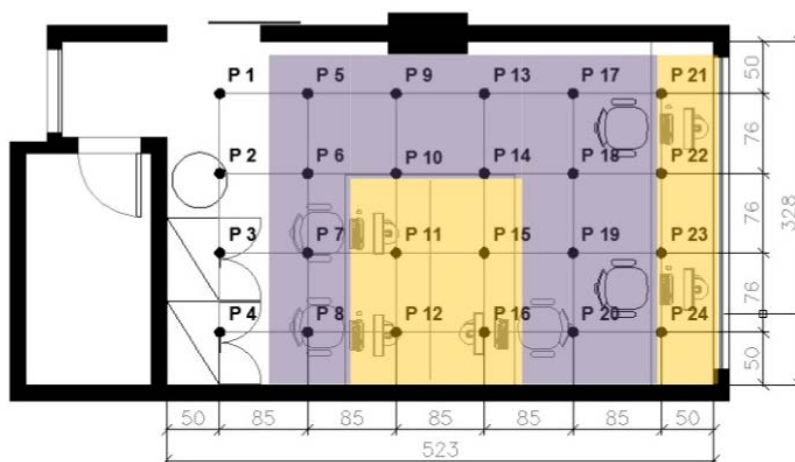
$$K = \frac{C \cdot L}{Hm \cdot (C + L)} \quad (3)$$

Sendo: “L” a largura do ambiente em metros; “C” o comprimento do ambiente em metros e “Hm” a distância vertical em metros entre o plano de trabalho e o topo da janela.

Apesar do resultado do cálculo apontar o mínimo de 10 pontos, adotou-se uma malha com 24 pontos de modo a abranger todos os postos de trabalho, conforme ilustra a Figura 2. Os pontos foram demarcados no espaço e o luxímetro foi posicionado a 75cm do chão, correspondente à altura das superfícies de trabalho.

Devido ao entorno adensado e com edificações verticalizadas, o ambiente não recebe radiação solar direta. Desta forma, as medições foram realizadas em horários aleatórios. Foram realizadas três medições que consideraram diferentes condições de iluminação: somente natural às 15h; artificial e natural às 15hs30min e somente artificial às 20h.

Figura 2- Planta baixa setorizada em plano de trabalho (amarelo) e entorno imediato (roxo)



Fonte: Os autores.

### 2.2.3 Conforto acústico

Primeiramente, foram feitas observações prévias onde constatou-se que o tráfego de veículos na via de acesso ao edifício poderia comprometer o conforto acústico dos usuários. O critério de escolha do período de medição considerou um horário de trânsito intenso durante o período de trabalho. Desta forma, as medições foram realizadas em um dia da semana às 18hs. As condições ambientais eram favoráveis, sem haver interferências adversas como ventos fortes, temperaturas extremas, precipitações, entre outros. Para as medições foi utilizado o modelo de medidor de nível de pressão sonora LUTRON SL-4001.

Conforme ilustra a Figura 3, as medições foram executadas no ambiente externo e interno. No ambiente externo, foram localizados 3 pontos, sendo 2 nas extremas do edifício e 1 ponto central. Os pontos foram afastados 3 m da fachada frontal do edifício e a uma altura de 1,2m do piso.

No ambiente interno, as medições também foram executadas por 3 pontos distribuídos linearmente. Sendo, um ponto central e dois pontos no limite de afastamento de 1m das paredes, de modo a atender a recomendação da NBR 10151 (ABNT, 2000). Os pontos foram posicionados a pelo menos 1 m de distância das paredes, teto e piso e a pelo menos 0,5 m de distância entre si.

A medição dos níveis de pressão sonora do ambiente interno foi feita na ausência dos usuários da sala para devida identificação do ruído de fundo. Para simular situações do cotidiano do escritório, as medições foram efetuadas em duas situações: janelas abertas e janelas fechadas. A seleção do tempo de amostragem foi definida de modo a abranger as variações sonoras significativas do ambiente de estudo. O tempo de amostragem em cada um dos pontos foi de 1 minuto.

O equipamento utilizado não possui a função de medição automática da Pressão Sonora Equivalente (LAeq). Por isto, foi aplicada a Equação 4 do método alternativo para a determinação do LAeq (ABNT, 2000).

$$L_{aeq} = 10 \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}} \quad (4)$$

Onde,  $L_i$  é o nível de pressão sonora, em dB(A), lido em resposta rápida (fast) a cada 5 segundos, durante o tempo de medição do ruído;  $n$  é o número total de leituras.

Figura 3. Pontos de medição no ambiente externo e interno.



Fonte: Os autores.

### 3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

#### 3.1 Conforto térmico

Como se pode observar na tabela 1, a temperatura do ar interno apresentou pouca variação com máximas de 23,3 e 23,7°C e mínimas de 21,2 e 23,3°C durante a manhã e tarde, respectivamente. Durante o período matutino, a temperatura média radiante registrou valores relativamente constantes entre 19,9 e 21,1°C. No período vespertino, a temperatura média radiante apresenta maior variação com valores entre 20,5 e 23,3°C.

Tabela 1– Resultados das medições no período matutino e vespertino.

Data	Tmpaext (°C)	Hora	Vel. Ar (m/s)	Temp. Ar (°C)	Tmr (°C)	To (°C)
21/07/2014	15,3	Período matutino				
		10:50	0,01	23,3	21,1	22,2
		11:10	0,02	21,2	19,9	20,5
		11:30	0,00	21,6	20,0	20,8
		11:50	0,00	21,8	20,2	21,0
		12:10	0,01	21,8	20,4	21,1
		12:30	0,00	22,0	20,6	21,3
		12:50	0,00	22,2	20,8	21,5
		Período vespertino				
		15:30	0,01	23,7	23,3	23,5
		15:50	0,00	23,5	22,0	22,8
		16:10	0,02	23,3	20,5	21,9
		16:30	0,01	23,3	22,9	23,1
		16:50	0,03	23,3	22,1	22,7
		17:10	0,00	23,7	22,8	23,3
		17:30	0,00	23,6	23,1	23,4

Fonte: Os autores.

Para a determinação da temperatura média predominante do ar externo, tomaram-se como base os dados climáticos fornecidos pelo Accuweather (2014) para os sete últimos dias antes do dia da medição. A temperatura média predominante foi calculada por meio da Equação 5.

$$T_{mpa(ext)} = 0,34T_{od-1} + 0,23T_{od-2} + 0,16T_{od-3} + 0,11T_{od-4} + 0,08T_{od-5} + 0,05T_{od-6} + 0,03T_{od-7} \quad (5)$$

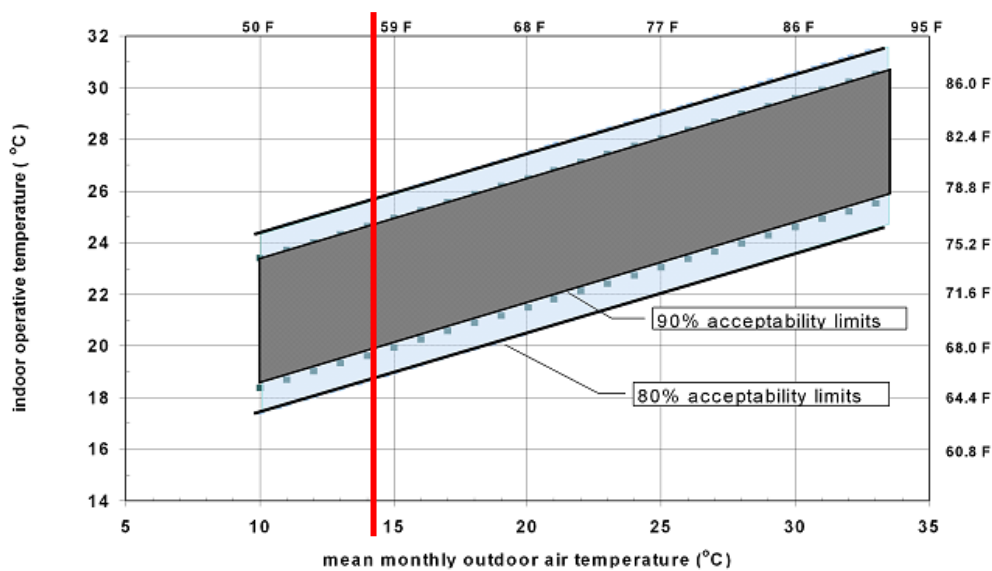
Uma vez que o resultado do cálculo da temperatura média predominante foi de 15,3°C, modificou-se o gráfico de faixas de temperaturas operativas aceitáveis para espaços naturalmente ventilados (Figura 4) de forma a considerar a temperatura média predominante constante, somente variando as temperaturas operativas que foram medidas in loco (Figura 5).

Desta forma, é possível visualizar que as temperaturas operativas variaram de 20,5 a 23,5°C, caracterizando o ambiente como termicamente aceitável (90% de aceitabilidade) em ambos os períodos avaliados pelo método adaptativo. Isto demonstra que, a ventilação natural por meio da abertura

unilateral foi capaz de promover o conforto térmico aos usuários no período estudado.

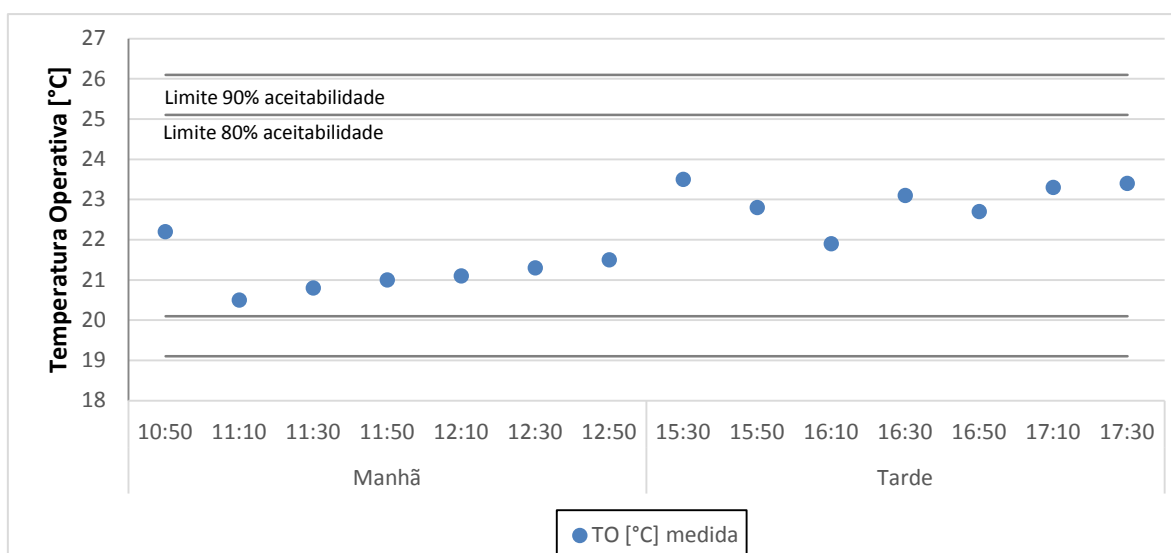
Salienta-se a necessidade de medições no período de verão para verificar o desempenho da ventilação natural em outras condições de temperaturas externas.

Figura 4 – Faixas de temperaturas operativas aceitáveis para espaços naturalmente ventilados. Linha em vermelho indicando a temperatura média predominante calculada.



Fonte: ASHRAE 55 (2010) modificado pelos autores.

Figura 5– Gráfico do cálculo pelo método adaptativo para o caso de mais de 90% de aceitabilidade, com a temperatura média predominante fixada em 15,3°C.



Fonte: Os autores.

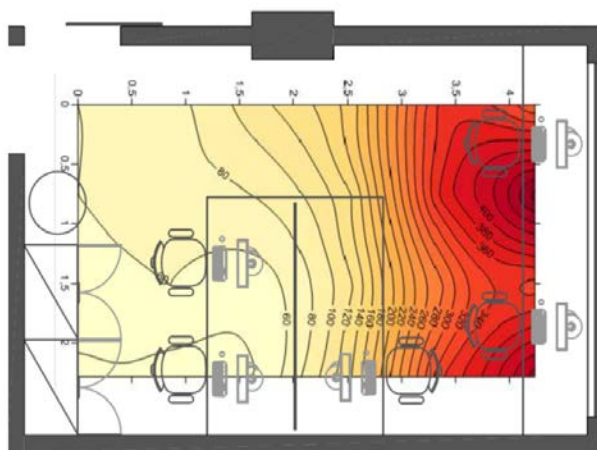
### 3.2 Conforto visual



A análise dos resultados obtidos tomou como base a norma NBR-ISO 8995-1 (ABNT, 2013), onde a iluminância média indicada para a atividade exercida no escritório é de 500lux e para o entorno imediato é de 300lux.

A Figura 6 apresenta o mapa das iluminâncias da primeira medição, realizada às 15h00min, que considerou apenas a iluminação natural. Observa-se que a maioria das superfícies de trabalho apresentam níveis de iluminância muito baixos. A situação mais desfavorável ocorre no ponto P12, com apenas 41lux e a melhor situação no ponto P22 com 488lux.

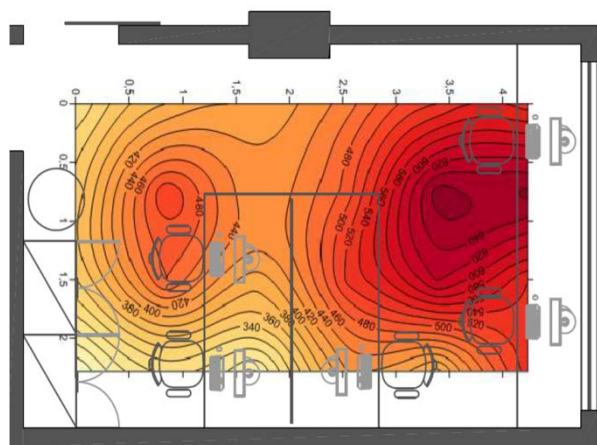
Figura 6- Situação 1, curvas isolux às 15h00min (iluminação natural).



Fonte: Os autores.

A segunda medição foi feita às 15h30min combinando iluminação artificial e natural. O mapa de iluminâncias apresentado pela Figura 7 indica um ambiente com iluminação melhor distribuída em relação a condição anterior em que o ambiente recebe apenas iluminação natural. Observa-se uma variação da iluminância de 256lux à 665lux nos pontos P12 e P22, respectivamente.

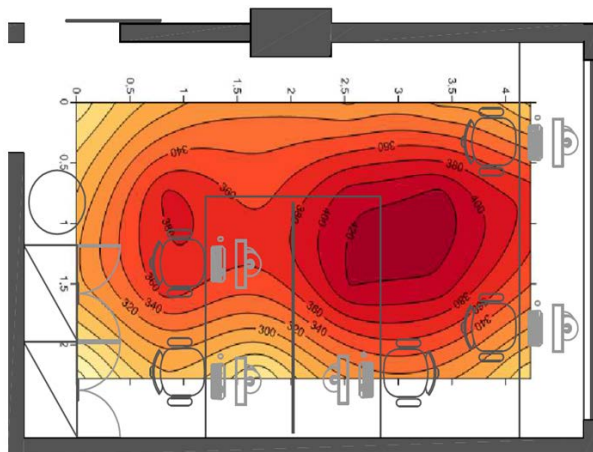
Figura 7- Situação 2, curvas isolux às 15h30min (iluminação natural e artificial).



Fonte: Os autores.

Na última medição, realizada às 20h00min, consideraram-se apenas a iluminação artificial. O mapa de curvas isolux (Figura 8) apresenta um ambiente com iluminação mais uniformemente distribuída do que nos casos anteriores, variando a iluminância de 216lux no ponto P12 à 373lux no ponto P22.

Figura 8- Situação 3, curvas isolux às 20h00min (iluminação artificial).



Fonte: Os autores.

A análise dos dados obtidos revela que a situação que combina iluminação natural e artificial aproxima-se mais dos 500lux recomendado. Sendo que, alguns pontos registraram níveis de iluminâncias superiores ao recomendado pela norma.

Em todas as situações analisadas, percebe-se que os níveis de iluminância são maiores no entorno imediato do que nos postos de trabalho. Esta condição não atende a norma NBR-ISO 8995-1 (ABNT, 2013) que recomenda que os níveis de iluminação no entorno devem ser menores do que nas superfícies de trabalho.

### 3.3 Conforto acústico

Os resultados obtidos com as medições permitem a análise comparativa entre os níveis de pressão sonora equivalente (LAeq) e o Nível de Critério de Avaliação (NCA) para ambientes externos e internos. O NCA para ambientes externos e internos com janelas abertas ou fechadas varia de acordo com cada norma.

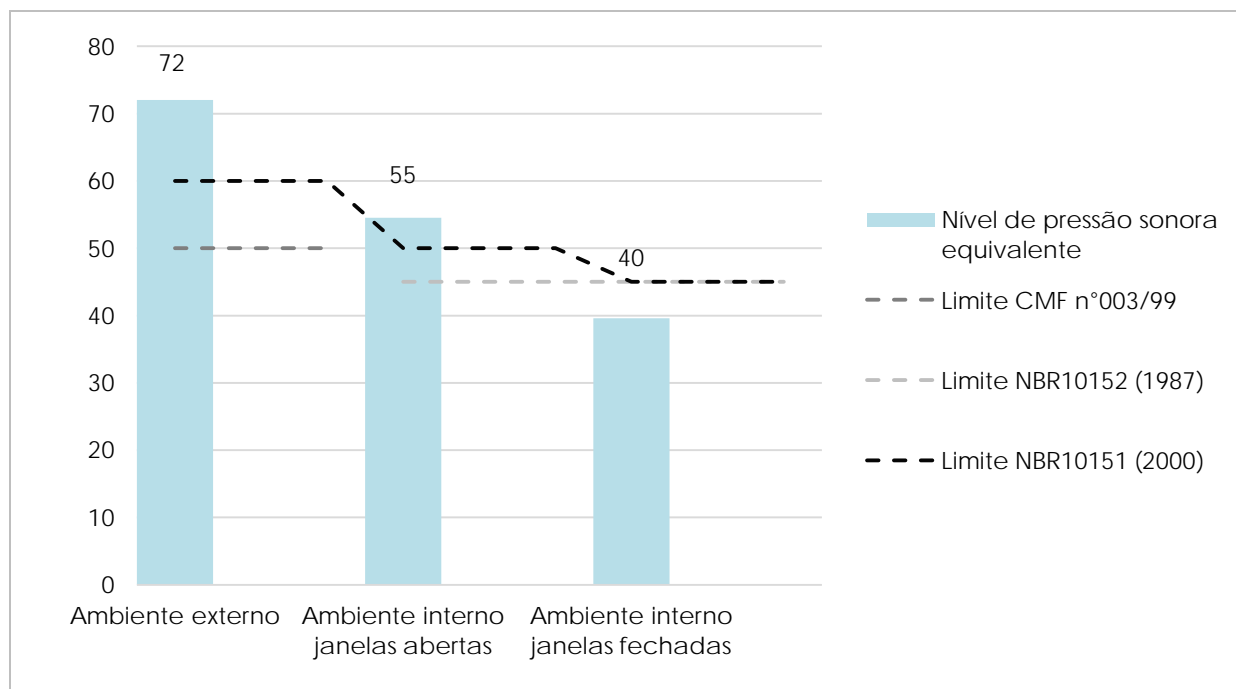
Para ambientes externos, o NCA é determinado pela NBR 10151 (ABNT, 2000) e pela lei complementar CMF nº003/99 (CMF, 1999) que estabelece os valores de acordo com o zoneamento urbano para o município de Florianópolis. Para ambientes internos, o NCA é determinado pelas normas NBR 10151 (ABNT, 2000) e NBR 10152 (ABNT, 1987). A primeira norma é a única que faz distinção entre ambientes com janelas abertas ou fechadas.

A Figura 9 apresenta o gráfico comparativo entre o LAeq e NCA para o ambiente externo e interno com janelas abertas ou fechadas. O valor de

L<sub>Aeq</sub> é a média logarítmica para os três pontos medidos no ambiente. Observa-se que o ambiente externo está 12db(A) e 22db(A) acima do nível aceitável pela NBR 10151 (ABNT, 2000) e CMF nº003/99 (CMF, 1999), respectivamente. O ambiente interno com janelas abertas também registra valores elevados de L<sub>Aeq</sub>, estando 5db(A) e 10db(A) acima do nível aceitável pela NBR 10151 (ABNT, 2000) e NBR 10152 (ABNT, 1987). Ao fechar as janelas, o L<sub>Aeq</sub> reduz 15db(A) e atende ao NCA recomendado pelas normas.

O ambiente com janelas fechadas apresentou melhores resultados e maior homogeneidade entre os pontos medidos. Os resultados confirmam a hipótese de ruídos causados pelo tráfego de veículos na via principal de acesso à edificação.

Figura 9. Gráfico comparativo entre o L<sub>Aeq</sub> e NCA para o ambiente externo e interno com janelas abertas ou fechadas.



Fonte: Os autores.

#### 4 CONCLUSÕES

Aberturas unilaterais que permitam a entrada da ventilação natural são frequentemente utilizadas para garantir o conforto térmico em salas de escritórios. No entanto, sua adoção pode comprometer outros fatores relacionados à qualidade ambiental como o ruído e a iluminação. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o conforto térmico, visual e acústico em uma típica sala de escritórios com ventilação natural unilateral em Florianópolis-SC.

As condições térmicas internas do ambiente ventilado naturalmente através da abertura unilateral foram avaliadas como aceitáveis por meio do método adaptativo, tanto no período matutino quanto vespertino do período de

medição. As iluminâncias levantadas demonstram que, para o ambiente atingir o nível de iluminação recomendado quando as janelas estão abertas, a iluminação natural deve ser combinada com a iluminação artificial. No entanto, percebe-se que as luminárias não foram posicionadas conforme os postos de trabalho e assim, as iluminâncias do entorno apresentaram valores superiores do que as medidas nas superfícies de trabalho. Com relação a avaliação do conforto acústico, o ambiente com janelas abertas ultrapassa o limite do nível de pressão sonora máximo estabelecido pelas normativas, confirmando a hipótese de ruídos causados pelo tráfego de veículos na via principal de acesso à edificação. Ao fechar as janelas, o ambiente apresenta melhores resultados com maior homogeneidade entre os pontos medidos e níveis de pressão sonora aceitáveis.

A partir dos resultados obtidos, conclui-se que a abertura unilateral adotada no escritório garante o conforto térmico e visual para o período das medições, porém compromete o conforto acústico em função de ruídos oriundos do tráfego de veículos. Neste caso, o entorno influencia negativamente, comprometendo uma solução integrada para o conforto ambiental. Esta constatação evidencia o desafio de equilibrar as diversas variáveis ambientais, como: iluminância, ruído, temperatura e velocidade do ar.

## REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151**: Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento. Associação Brasileira de Normas Técnicas, jun/2000.

\_\_\_\_\_. **NBR 10152**: Níveis de ruído para conforto acústico. Associação Brasileira de Normas Técnicas, dez/1987.

\_\_\_\_\_. **NBR ISO 8995-1**: Iluminação de ambientes de trabalho. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2013.

\_\_\_\_\_. **NBR 15215-4** : Iluminação Natural – Parte 4. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2004.

ACCUWEATHER. **CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS FLORIANÓPOLIS-SC**. Disponível em: <<http://www.accuweather.com/pt/br/brazil-weather>>. Acesso em: 21 ago. 2014.

AMERICAN SOCIETY OF HEATING REFRIGERATING AND AIR ENGINEERS CONDITIONING (ASHRAE). **ASHRAE 55-2010**: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Atlanta, 2010.

CMF CÂMARA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS. **Lei Complementar nº CMF Nº 003/99**, de 1999. Dispõe sobre ruídos urbanos e proteção do bem-estar e do sossego público.

GOLDEN SOFTWARE. Surfer versão 11 Demo. Disponível em: <<http://www.goldensoftware.com/products/surfer>>. Visualizado em set. 2014.

IIDA, Itiro. **Ergonomia: projeto e produção**. São Paulo: Edgar Blucher, 2005

MENZIES, G.F.; WHERRETT, J.R. Windows in the workplace: examining issues of environmental sustainability and occupant comfort in the selection of multi-glazed windows. **Energy and Buildings**, v. 37, p. 623-630, 2005.

MENZIES, G.F.; WHERRETT, J.R. Windows in the workplace: examining issues of environmental sustainability and occupant comfort in the selection of multi-glazed windows. **Energy and Buildings**, v. 37, p. 623-630, 2005.

MIHAI, T.; IORDACHE, V. Determining the indoor environment quality for an educational building. **Energy Procedia**, v. 85, p. 566-574, 2016.

ORAL, G. K; YENER, A. K. ; BAYAZIT, N. T. Building envelope design with the objective to ensure thermal, visual and acoustic comfort conditions. **Building and Environment**, V. 39, p. 281-287, 2004.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A. **Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva, 2006, 542 p.