

INTERFERÊNCIA DA ORIENTAÇÃO DAS VIAS NA DISPONIBILIDADE DE ILUMINAÇÃO NATURAL DO AMBIENTE INTERNO

Andréa Coelho Laranja⁽¹⁾; Ricardo Carvalho Cabús⁽²⁾; Luiz Manoel Cavalcanti Gazzaneo⁽³⁾,

(1)Universidade Federal do Espírito Santo, LPP,e-mail: andreacoelholaranja@gmail.com

(2)Universidade Federal de Alagoas – CTEC/GRILU. email: r.cabus@pq.cnpq.br

(3) PROARQ-FAU-UFRJ, e-mail: lmgazzaneo@uol.com.br

Resumo

O objetivo deste trabalho é analisar as contribuições da malha urbana, em particular a orientação das vias, de forma a contribuir para a disponibilidade da iluminação natural no ambiente interno. A análise foi realizada por comparação dos valores de iluminância média global, gerados pelo software TropLux, com os intervalos de valores das UDI (Useful Daylight Illuminance). A simulação foi feita em ambiente de geometria retangular inserido em cenário urbano em Vitória (ES), utilizando três tipos de céus padrões da CIE. O parâmetro orientação de via foi simulado inicialmente com orientação NE-SO (Azimute 130°). Posteriormente, foram adotadas as orientações: a) L-O, com aberturas Norte e Sul; b) N-S, com aberturas Leste e Oeste. Sobre os valores médios anuais de iluminância interna, observou-se com os resultados que para o céu 3(encoberto) há, como esperado, um comportamento homogêneo da iluminação no ambiente interno para todas as orientações de via; já para os céus 7 (parcialmente nublado) e 12 (claro), os ambientes internos localizados em vias com abertura orientada para Norte contribuem com os maiores potenciais de disponibilidade de iluminação no ambiente interno, respectivamente 121% e 501% a mais de iluminância (comparada com a orientação de menor potencial, abertura para Sul). Sobre os percentuais de horas do dia nos intervalos das UDI observou-se que a alteração das orientações das vias propiciou variação nos percentuais das UDI para o céu 7 e 12, com valores percentuais próximos entre si para as aberturas para Oeste e Leste.Os resultados levam à constatação de que a orientação da via acarreta alteração na disponibilidade de iluminação natural no ambiente interno.

Palavras-chave: Iluminação natural, Orientação das vias, Eficiência energética.

Abstract

The aim of this paper is to analyse the contributions of the city grid, in particular the orientation of the road, in a way to contribute to the availability of indoor daylighting. The analysis was developed comparing the average global illumination values, outputted by the simulation software (TropLux), having as a parameter the UDI values (Useful Daylight Illuminance). The simulation was done in an environment of rectangular geometry inserted into the urban setting of Vitoria latitude 20 ° 19 'S, using three different standards of CIE sky. The orientation of the road parameter was simulated initially with orientation NE-SO (Azimute 130°). Subsequently, it was adopted the orientations: a) L-O, with openings North and South; b) N-S, with openings East and West. About the average annual values of indoor illuminance, it was observed with the results that to the sky 3(overcast) there is, as expected, an homogeneous behaviour from the illumination indoor for all the orientations of the via; now to the skies 7 (partially overcasted) and 12 (clear), the indoors placed in roads with openings oriented to the North contribute with the greatest potential availability of indoor illumination, respectively 121% and 501% more than artificial lighting (compared with orientation with less potential, opening to the South). About the percentage hours of the day

in the intervals of the UDI it was observed that the modification of the orientation of the road provided variation in the percentage of the UDI to the sky 7 and 12, with percentage values near to each other to the openings to the West and East . The results lead to the conclusion that the orientation of the road causes changes in the availability of daylighting indoor.

Keywords: Daylighting, Orientation of the road, Energy efficiency.

1. INTRODUÇÃO

São muitas as razões para se utilizar a iluminação natural no ambiente interno. Robbins (1986) e Dubois (2006) mencionam que, dentre os motivos, a iluminação natural traz benefícios em função dos menores consumos de energia. De acordo com Oakley et al. (2000), uma maior utilização da luz natural nas edificações pode propiciar de 20% a 30% na economia de eletricidade, comparado ao total da construção.

A literatura, porém, tem confirmado que as características da geometria urbana que definem o entorno são elementos de grande influência na disponibilidade de iluminação natural no ambiente interno. Segundo o *THERMIE ENERGY RESEARCH GROUP* (1994), a quantidade de iluminação natural em um ambiente interno é dependente das características do seu entorno. Nikiforidis e Pitts (2003) contestam a avaliação de trabalhos que analisam a iluminação natural e que não levam em consideração o entorno.

Dentre os parâmetros do entorno influenciadores da disponibilidade de iluminação natural no ambiente interno, pode-se citar a orientação das vias. Estas vias, por sua vez, em muitas situações, orientam as aberturas das fachadas. Li et al. (2006) caracterizam as janelas como as aberturas essencialmente utilizadas nos edifícios para permitir a admissão da luz natural para o ambiente interno. Para Unver et al (2003), a orientação das aberturas é um dos parâmetros de influência para se manter a iluminação natural necessária nos ambientes internos. Assim, a quantidade de iluminação natural de um ambiente interno também é dependente da orientação das aberturas, que permitirão a passagem da iluminação natural, seja ela a luz direta do sol, a luz difusa do céu ou a luz refletida pelo entorno.

Desta forma, considerando o referencial comentado anteriormente e com base na hipótese de que a disponibilidade da iluminação natural no ambiente interno, observadas as características do clima, depende, dentre outros, das características do entorno construído, o objetivo deste trabalho é analisar a influência da orientação das vias na disponibilidade de iluminação natural no ambiente interno.

2. MÉTODO DE TRABALHO

Este trabalho analisou a influência da orientação das vias na disponibilidade de iluminação natural no ambiente interno, onde os resultados das simulações foram obtidos por meio de simulação computacional no programa TropLux. Esta análise foi realizada em duas fases.

A primeira fase caracterizou-se pelo Diagnóstico do Cenário Real, em que foram feitas simulações no TropLux para os 15 tipos de céus definidos pela CIE. Por meio das simulações foi obtido uma média anual dos valores de iluminância global do ambiente interno para todos os 15 céus, nos quais foram identificados três tipos de céus. Estes três céus correspondem ao valor mínimo, ao valor intermediário e ao valor máximo dos valores de iluminância global encontrados nas simulações, obedecendo respectivamente a um céu encoberto (céu 1 a 5), um céu parcialmente nublado (6 a 10) e um céu claro (11 a 15). Os três céus foram então empregados nas simulações da segunda fase do trabalho. A segunda fase do trabalho caracterizou-se pela Avaliação Paramétrica onde foram feitas também simulações com o

programa TropLux, variando-se a orientação das vias. Os resultados dessas simulações foram analisados utilizando como referência os intervalos de valores das UDI (*Useful Daylight Illuminances*) (NABIL e MARDALJEVIC, 2006).

2.1. Programa de simulação TropLux

O TropLux permite a simulação das características da iluminação natural em ambiente interno, sendo possível configurar o céu da localidade em que se insere o ambiente por meio da proposta da CIE (CABÚS, 2006). O TropLux se baseia em três conceitos: o método Monte Carlo, o Método do Raio Traçado e o conceito de coeficientes de luz natural (ARAÚJO e CABÚS, 2007). Cabús (2005, p. 241) explica que o Método Monte Carlo é baseado na premissa de que “[...] se a probabilidade de ocorrência de cada evento separado é conhecida, então é possível determinar a probabilidade com que a seqüência completa de eventos irá ocorrer”.

No que diz respeito ao Método do Raio Traçado, Cabús (2005) esclarece que ele possibilita trabalhar com geometrias complexas, o qual consiste na técnica em que os raios de luz (retas) incidirão sobre as superfícies (interceptando os planos) e, por sua vez, serão refletidos em direções que podem ser calculadas. Quanto ao coeficiente de luz natural, de acordo com Cabús (2005), os coeficientes de luz propostos por Tregenza e Waters (1983) fazem a relação da iluminância de uma dada superfície em função de uma determinada subdivisão do céu. No TropLux, são utilizados dois tipos de subdivisão: a proposta pela CIE para o cálculo da componente refletida, que divide o céu em 145 partes, e, para o cálculo da componente direta, uma subdivisão com 5.221 partes, que traz melhorias na precisão dos resultados em função do tamanho angular do sol (CABÚS, 2005).

2.2. Avaliação da disponibilidade de iluminação natural no ambiente interno

Neste trabalho, a disponibilidade de iluminação natural no ambiente interno foi caracterizada pelas intensidades de iluminância no ambiente interno, proporcionando assim a realização das atividades dentro dos compartimentos. Adotaram-se as UDI, propostas por Nabil e Mardaljevic (2006) como forma de avaliação da disponibilidade de iluminação natural no ambiente interno, em que valores menores que 100 lx são considerados insuficientes, valores no intervalo entre 100 e 500 lx caracterizam-se como suficientes, mas com necessidade de iluminação complementar, valores no intervalo suficiente estão entre 500 e 2000 lx e valores maiores que 2000 lx são caracterizados como excessivos.

2.3. Dias e horários das simulações

As simulações nas duas fases do trabalho foram feitas para todos os dias do ano e em 13 horários do dia, nos períodos da manhã e da tarde, a cada hora entre 06h00min e 18h00min. Isto possibilitou avaliar a variação do comportamento da luz natural ao longo do dia do ano.

2.4. Características do ambiente interno adotado

As simulações foram realizadas para um modelo do ambiente interno, podendo ser quarto ou sala, caracterizado por ambiente de uso prolongado em edificação residencial multipavimento. A adoção de algumas características do modelo foi organizada em função das características encontradas nos códigos de obras de Vitória. Adotou-se pé-direito de 2,60 m, largura de 2,60 m e comprimento de 3,85 m. Como refletância interna adotou-se para piso 0,2, para as paredes 0,5 e para o teto 0,85. O modelo possui abertura na fachada, centralizada na parede. A abertura é composta de vidro liso transparente, com área de abertura de 1,25 m², largura de

1,14 m e altura de 1,10 m, correspondente a uma proporção de 1/8 da área do piso do compartimento, em função do Código de Obras de Vitória (VITÓRIA, 1998).

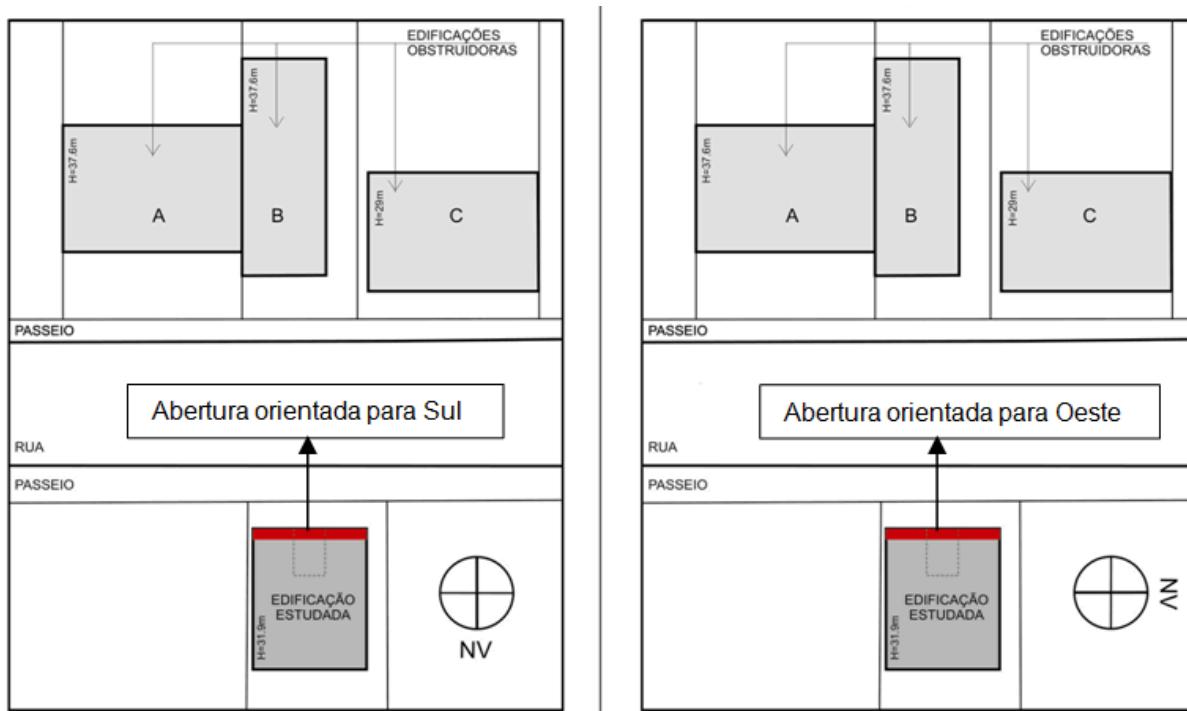
2.5. Pontos de medição no ambiente interno

Observando-se a tipologia padrão das edificações residenciais de muitos pavimentos em um cenário urbano na cidade de Vitória, utilizou-se como padrão o estudo do primeiro pavimento tipo, que habitualmente localiza-se no quarto andar. Foram então adotados 25 pontos de medição no ambiente interno a uma altura de 75 cm do piso do quarto andar. Por fim, utilizou-se a média dos valores de iluminância encontrados nestes pontos de medição, a partir do qual foram realizadas as análises da disponibilidade de iluminação no ambiente interno.

2.6 Características das edificações obstruidoras

Com base no cenário urbano analisado, as edificações obstruidoras A, B, C apresentam respectivamente as alturas: 37,6 m; 37,6 m e 29m. As simulações foram realizadas com aberturas voltadas para Norte, Sul, Leste e Oeste. Na Figura 1 apresenta-se o cenário urbano destacando-se apenas duas orientações de aberturas: via leste-oeste com abertura para sul, e via norte-sul com abertura para oeste. Em função das características do cenário urbano, adotou-se a largura da via (rua + passeio) de 20 m.

Figura 1- Edificação estudada com ambiente interno, identificação da orientação da via e orientação da abertura.



2.7. Características da orientação das vias

Foram adotadas as seguintes orientações de via:

- Orientação da via Leste – Oeste: com abertura orientada para Norte, e abertura orientada para Sul;
- Orientação da via Norte – Sul: com abertura orientada para Leste, e abertura orientada para Oeste.

2.8. Análises de resultados

Os resultados das simulações permitiram a análise dos valores médios anuais de iluminância global do ambiente interno bem como dos percentuais de horas do dia enquadrados nos intervalos das UDI. Na análise dos valores médios anuais de iluminância global, pretendeu-se avaliar: a) se o parâmetro analisado contribuiu para alteração no valor médio anual de iluminância global; b) se as variações percentuais de iluminância são proporcionais às alterações dos valores dos parâmetros; c) se há diferentes variações percentuais de iluminância em função das variações do parâmetro analisado; d) se há tendência a um limite de interferência do parâmetro analisado.

Na análise dos percentuais de horas do dia enquadrados nos intervalos das UDI pretendeu-se analisar: a) os percentuais de horas do dia que permanecem dentro da faixa suficiente das UDI, e suas variações percentuais; b) como se comportam as variações do percentual de horas do dia que permanecem dentro da faixa suficiente das UDI, mas que necessitam de iluminação complementar; c) os percentuais de horas do dia caracterizados como iluminação excessiva; d) os percentuais de horas do dia caracterizados como iluminação insuficiente.

2.9. Análises dos resultados da primeira fase: Diagnóstico do cenário real

A partir das simulações na primeira fase do trabalho, obtiveram-se os céus 3, 7 e 12 com os valores mínimo, intermediário e máximo da média anual dos valores de iluminância global, sendo estes três céus os escolhidos para a simulação na segunda fase do trabalho.

3. ANÁLISE DOS RESULTADOS

3.1. Média anual de iluminância global

Neste item analisou-se a ocorrência de variações nas iluminâncias do ambiente interno em função da variação na orientação da via. Na Tabela 1 observa-se que a variação do parâmetro orientação das vias contribuiu para alterações nos valores de iluminância no interior do ambiente somente nos céus 7 e 12, como esperado. No céu 12, nas aberturas orientadas para Oeste, Norte e Leste, há altas iluminâncias e consequentemente maior contribuição para iluminância do ambiente interno. Na abertura para Sul, nos céus 7 e 12, há menor contribuição do sol e consequentemente menor iluminância no ambiente interno.

Tabela 1 - Valor da média anual de iluminância interna em função do tipo de céu e da orientação da abertura.

Iluminância interna (lx)				
Céu - Orientação da abertura	Abertura para sul	Abertura para oeste	Abertura Para norte	Abertura para leste
7 (parcialmente nublado)	353	642	781	669
12 (claro)	253	1082	1520	1190

Investigando os percentuais de variação da iluminância para todas as orientações de abertura em função da abertura orientada para Sul, observa-se na Tabela 2 que, para o céu 7 as maiores variações percentuais ocorreram na abertura orientada para Norte, com cerca de 121% de diferença com relação à abertura orientada para Sul. Nas orientações de abertura para Oeste e Leste os percentuais são, respectivamente, de 82% e 90%. No céu 12 as maiores variações percentuais ocorrem na abertura orientada para Norte, com cerca de 501% de aumento na

iluminância no ambiente interno. Nas orientações de abertura para Oeste e Leste os percentuais são, respectivamente, 328% e 371%.

Tabela 2 - Percentual de variação da média anual de iluminância interna da abertura orientada para Oeste, Norte e Leste, cada uma delas em função do tipo de céu e da abertura orientada para Sul .

Céu – Orientação da abertura	Iluminância interna (%)			
	Abertura para Sul	Abertura para Oeste	Abertura para Leste	Abertura para Norte
7 (parcialmente nublado)	-	82	90	121
12 (claro)	-	328	371	501

3.2. Percentual de horas dos dias do ano em função das UDI

Neste item analisou-se a contribuição do parâmetro orientação de vias nos percentuais de horas do dia que permanecem dentro da faixa insuficiente ($UDI < 100 \text{ lx}$), suficiente ($100 \leq UDI < 500 \text{ lx}$ com necessidade de iluminação complementar e $500 \leq UDI < 2000 \text{ lx}$), e excessiva ($UDI \geq 2000 \text{ lx}$) das UDI. Na Tabela 3 observa-se que não ocorrem alterações nos percentuais de horas dentro desse intervalo de valores. Para os céus 7 e 12 observa-se que as diferenças percentuais de horas são insignificantes.

Tabela 3: Percentual de horas dentro do intervalo de valores insuficiente das UDI, em função do tipo de céu e da orientação das aberturas.

Céu – Orientação da Abertura	Intervalo de valores insuficiente das UDI (%)				
	$UDI < 100 \text{ lx}$				
	Abertura para Sul	Abertura para Oeste	Abertura para Norte	Abertura para Leste	Diferença entre o mínimo e máximo
3 (encoberto)	26	26	26	26	0
7 (parcialmente nublado)	17	16	17	16	1
12 (claro)	16	15	16	14	2

Conclui-se na análise da orientação de vias que, para os céus 7 e 12, as variações da orientação da abertura não têm relevância no percentual de horas insuficiente na medida em que, independente da orientação das vias, é insignificante o percentual de horas que se desloca para outros intervalos da UDI. Para o céu 3, como esperado, o percentual de horas permanece inalterado.

A Tabela 4 apresenta o comportamento da disponibilidade de iluminação no ambiente interno em relação aos céus 3, 7 e 12, em função da orientação da abertura para o intervalo suficiente das UDI ($100 \leq UDI < 500 \text{ lx}$), que necessita de complementação de iluminação artificial. Os dados mostram que para o céu 3 não ocorrem alterações nos valores. Tanto para o céu 7 como para o céu 12 observa-se que na orientação da abertura para Sul encontra-se o maior percentual de horas. Por outro lado, os menores percentuais de horas desse intervalo encontram-se na orientação das aberturas para Oeste e Leste, os quais possuem valores próximos entre si. Dessa forma, as maiores diferenças percentuais ocorrem entre as aberturas orientadas para Sul e abertura orientada para Leste.

Tabela 4 - Percentual de horas dentro do intervalo de valores suficiente das UDI, em função do tipo de céu e orientação das aberturas.

Céu – Orientação da abertura	Intervalo de valores suficientes das UDI (%)				
	100≤UDI<500 (lx)				
	Abertura para Sul	Abertura para Oeste	Abertura para Norte	Abertura para Leste	Diferença entre o Mínimo e máximo
3 (encoberto)	74	74	74	74	0
7 (parcialmente nublado)	55	29	33	28	26
12 (claro)	83	49	54	49	34

Assim conclui-se que para os céus 7 e 12 o emprego da orientação das aberturas para Oeste e Leste contribui com redução do número de horas no intervalo de valores suficiente das UDI (com necessidade de complementação com iluminação artificial). Da mesma forma, a adoção da abertura orientada para Sul acarreta o maior percentual de horas no intervalo. Nesse caso, quando se observam as orientações de aberturas para Oeste e Leste, destaca-se o objeto de análise do próximo intervalo (os percentuais de horas das UDI $500 \leq UDI < 2000$). Assim, o que ocorre é que aqueles percentuais de horas extrapolam o intervalo das UDI ($100 \leq UDI < 500$ lx) compondo agora o novo intervalo $500 \leq UDI < 2000$ lx (o qual não necessita de complementação na iluminação).

Na Tabela 5 os dados mostram que a orientação da abertura influencia na variação das percentagens das horas do dia que permanecem dentro do intervalo suficiente das UDI ($500 \leq UDI < 2000$ lx). No céu 3 não há valores de iluminância dentro do intervalo suficiente de valores. Observa-se que, tanto no céu 7 quanto no céu 12, para a abertura orientada para Sul, ocorre o menor percentual de horas no intervalo, e que para as aberturas orientadas para Oeste e Leste ocorrem os maiores percentuais. No céu 7, ao se variar a orientação da abertura de Sul para Oeste, a máxima diferença percentual é de cerca de 21% a mais de horas no intervalo de valores suficiente das UDI ($500 \leq UDI < 2000$ lx). Da mesma forma, no céu 12, ao se variar a orientação da abertura de Sul para Oeste, ocorre uma diferença percentual de 20%.

Tabela 5 - Percentual de horas dentro do intervalo de valores suficiente das UDI, em função do tipo de céu e orientação da abertura.

Céu – Orientação da abertura	Intervalo de valores suficientes das UDI (%)				
	500≤UDI<2000 (lx)				
	Abertura para Sul	Abertura para Oeste	Abertura para Norte	Abertura para Leste	Diferença entre o mínimo e máximo
3 (encoberto)	0	0	0	0	0
7 (parcialmente nublado)	28	49	36	48	21
12 (claro)	1	21	6	20	20

Para o céu 7 e 12, o emprego das aberturas orientadas para Oeste e Leste contribui com ampliação do número de horas no intervalo de valores suficiente das UDI, caracterizando assim maior disponibilidade de horas suficientes, colaborando também para a redução do consumo de energia com iluminação artificial.

Na Tabela 6 os dados mostram que a orientação da abertura influencia na variação das percentagens das horas do dia que permanecem dentro do intervalo excessivo ($UDI \geq 2000$ lx). Para o céu 3 não há valores de iluminância no intervalo excessivo de valores. Para os céus 7 e 12, é na abertura orientada para Norte que se encontram os maiores valores percentuais de horas no intervalo, e na abertura orientada para Sul o menor percentual. Assim, as máximas diferenças percentuais ocorrem entre a abertura orientada para Sul e a abertura orientada para

Norte. No céu 12, ao se variar a orientação da abertura de Sul para Norte, ocorrem as maiores diferenças percentuais, cerca de 24% . No céu 7 essa diferença é menor, cerca de 15%.

Tabela 6: Percentual de horas dentro do intervalo de valores excessivo das UDI, em função do tipo de céu e da orientação da abertura.

Céu – Orientação da abertura	Intervalo de valores excessivo das UDI (%)					Diferença entre o Mínimo e máximo
	Abertura para Sul	Abertura para Oeste	Abertura para Norte	Abertura para Leste	UDI\geq2000 lx	
3 (encoberto)	0	0	0	0		0
7 (parcialmente nublado)	0	6	15	7		15
12 (claro)	0	15	24	17		24

Para os céus 7 e 12 com emprego da abertura orientada para Norte, tem-se o maior percentual de horas no intervalo de valores excessivo. Do mesmo modo, a adoção da abertura orientada para Sul não gera percentuais de horas no intervalo de valores. Assim, aplicando-se o fenômeno à ocupação urbana, conclui-se que nos céus 7 e 12 ambientes internos posicionados em vias com abertura orientada para Norte apresentam os maiores percentuais de iluminação excessiva.

No céu 7, conclui-se que é na abertura orientada para Oeste e Leste que se tem a maior contribuição de disponibilidade de iluminação natural, estando respectivamente 49% e 48% do percentual de horas dentro do intervalo suficiente, representando assim a melhor oportunidade de economia de energia com iluminação artificial. Além disso, ainda nas aberturas orientadas para Oeste e Leste existem, respectivamente, 29% e 28% de percentual de horas dentro do intervalo suficiente (e que necessitam de iluminação complementar), os quais também colaborarão para a redução dos gastos de energia com iluminação. Conclui-se ainda que é na abertura orientada para Oeste e Leste que se encontra o menor percentual de horas, cerca de 22% e 23%, que estão fora do intervalo caracterizado como suficiente, fornecendo menos iluminação do que o necessário ou fornecendo iluminação excessiva.

Conclui-se também que, para o céu 12, também é na abertura orientada para Oeste e Norte que se tem a maior contribuição de disponibilidade de iluminação natural, estando cerca de 20% do percentual de horas dentro do intervalo suficiente, o qual representa também a melhor oportunidade de economia de energia com iluminação artificial. Ressalta-se que existem ainda cerca de 50% de percentual de horas dentro do intervalo suficiente e que necessitam de iluminação complementar, o que também ajudará na redução dos gastos de energia com iluminação. Conclui-se ainda que é nas orientações de via 90 e 180 que se encontra o menor percentual de horas, cerca de 30%, fora do intervalo caracterizado como suficiente, ou fornecendo menos iluminação do que o necessário ou fornecendo iluminação excessiva.

4. CONCLUSÕES

Conclui-se que a orientação das vias contribuiu para alterações no valor da iluminância nos céus 7 (parcialmente nublado) e 12 (claro). Para o céu 3 (encoberto) houve um comportamento homogêneo da iluminação no ambiente interno para todas as orientações de via, como esperado. Para os céus 7 e 12, os ambientes internos localizados em vias com abertura orientada para Norte contribuem com os maiores potenciais de disponibilidade de iluminação no ambiente interno, respectivamente 121% e 501% a mais de iluminância (comparada com a orientação de menor potencial, abertura para Sul).

Nos intervalos de valores das UDI, para o céu 7 e 12, a modificação na orientação da via acarreta variações nos percentuais de horas no intervalo suficiente ($500 \leq \text{UDI} < 2000 \text{ lx}$), de até 21% para o céu 7, e de 20% para o céu 12. No intervalo suficiente ($100 \leq \text{UDI} < 500 \text{ lx}$), as alterações são de 26% para o céu 7, e 34% para o céu 12. Para o céu 7, as aberturas para Oeste e Leste apresentam a maior contribuição de disponibilidade de iluminação natural no ambiente interno, respectivamente para o céu 7 com cerca de 78% de horas no intervalo suficiente ($100 \leq \text{UDI} < 500 \text{ lx}$ e $500 \leq \text{UDI} < 2000 \text{ lx}$), e para o céu 12 com cerca de 70%. Dos percentuais citados, para o céu 7, 48% fazem parte do intervalo ($500 \leq \text{UDI} < 2000 \text{ lx}$), e para o céu 12 apenas 21%.

Assim conclui-se que a orientação das vias se mostra eficaz no controle da iluminância no ambiente interno. Os resultados confirmam a necessidade de considerar a orientação das vias nos instrumentos legais de controle do desenho urbano, garantindo as iluminâncias adequadas no ambiente interno. Como perspectiva de continuidade do estudo, os resultados desta investigação podem ser associados a outros parâmetros urbanos e da edificação, verificando a relevância destas associações na disponibilidade de iluminação natural no ambiente interno.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, I. A. L. ; CABÚS, R. C. **Influência da luz natural refletida pelo entorno para a iluminação de edifícios em cânions urbanos no trópico úmido.** In: ENCAC=ELACAC 2007, 2007, Ouro Preto. ENCAC-ELACAC 2007. Porto Alegre : Antac, 2007. v. 1.
- 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, 2005, Maceió, 2005.
- _____. **TropLux, versão 3: Guia do Usuário,** Maceió: Grilu, 2006.
- DUBOIS, M.C. **Integration of daylight quality in the design studio: from research to practice.** PLEA2006 - The 23rd Conference on Passive and Low Energy Architecture, Geneva, Switzerland, 6-8 September 2006
- LI, D.H.W. Li, WONG, S.L., TSANG, C.L, CHEUNG, G. H.W. **A study of the daylighting performance and energy use in heavily obstructed residential buildings via computer simulation techniques.** Energy and Buildings 2006.
- NABIL, A.; MARDALJEVIC, J. **Useful daylight illuminances: A replacement for daylight factors.** Energy and Buildings, London: Elsevier, v.38, p.905-913, 2006.
- NIKIFORIADIS, F.; PITTS, A. **3D digital geometric reconstruction of the urban environment for daylight simulations studies.** In: INTERNATIONAL BUILDING SIMULATION CONFERENCE, 8., Eindhoven, Netherlands, 2003. Proceedings...Eindhoven: IBPSA, 2003.
- OAKLEY, G.; RIFFAT, S. B.; SHAO, L. **Daylight performance of lightpipes.** Solar Energy Vol. 69, No. 2, pp. 89–98, 2000.
- ROBBINS, Claude L. **Daylighting: design and analysis.** Van Nostrand Reinhold Company Inc. New York, 1986
- THERMIE ENERGY RESEARCH GROUP. **Daylighting in buildings.** Dublin: School of Architecture, University College Dublin, 1994.
- TREGENZA, P. e I. M. WATERS. **Daylight coefficients.** Lighting Research & Technology, v.15, n.2, p.65-71, 1983
- ÜNVER, R.; ÖZTÜRK, L.; ADIGÜZEL, S.; ÇELIK, Ö. **Effect of the facade alternatives on the daylight illuminance in offices.** Energy and building, London, v.35, p. 737- 746, 2003
- VITÓRIA (Município). **Código de obras. Lei n.º 4821, de 30 de dezembro de 1998. Institui o Código de Edificações do Município de Vitória e dá outras providências,** Vitória, ES, p. 72.1998.