



## **A INFLUÊNCIA DAS DIMENSÕES DE ABERTURAS NA DISTRIBUIÇÃO DA LUZ NATURAL EM UM DORMITÓRIO COM BASE NOS PARÂMETROS DO (RTQ-R): ESTUDO REALIZADO NA CIDADE DE MACEIÓ/AL**

**Daniela Torres (1); Thamires Adelino (2)**

- (1) Arquiteta, Mestranda do Programa de Pós-Graduação Dinâmicas do Espaço Habitado,  
danitorres\_@hotmail.com
- (2) Arquiteta, Mestranda do Programa de Pós-Graduação Dinâmicas do Espaço Habitado,  
ac\_thamires@hotmail.com

### **RESUMO**

As janelas são elementos de vedações arquitetônicas, que proporcionam abertura para o exterior trazendo ventilação e insolação para os ambientes internos. Quando bem dimensionadas, especificadas e orientadas contribuem para uma maior eficiência energética e conforto ambiental. O Brasil é um país com uma grande disponibilidade de luz natural, especialmente na região nordeste, onde amplas janelas proporcionam níveis mais altos de iluminação natural, entretanto nem sempre muita luz é desejável no ambiente. Desse modo, é importante que o estudo das aberturas seja levado em conta desde a fase inicial do projeto, tendo em vista uma otimização da iluminação natural. Dentro deste contexto, este trabalho tem o objetivo de analisar a influência das dimensões das aberturas na distribuição da luz natural necessária para um dormitório com base nos parâmetros do Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R), para iluminação natural, em ambientes de permanência prolongada, que considera que a soma das áreas de aberturas para iluminação natural deve corresponder a no mínimo 1/8 da área do piso. Considerando a localização do objeto de estudo na cidade de Maceió-AL, foram propostos 3 diferentes arranjos de abertura, para um mesmo ambiente, todos com uma área de 1/8 do piso, para avaliar a distribuição e quantidade de iluminância através de simulação computacional utilizando o software TropLux. Os resultados obtidos com a simulação dos 3 modelos de aberturas identificaram altos valores de iluminância, muito além do exigido para um dormitório de acordo com a NBR 5413, tanto em relação a orientação norte, quanto a orientação sul. No período de verão, os maiores níveis de iluminância em todos os modelos de aberturas foram na orientação sul; e no período de inverno, a orientação norte apresentou os maiores índices. Dessa forma, podemos ter diferentes resultados para um mesmo ambiente, com áreas de aberturas iguais, entretanto com arranjos de aberturas distintos. A área mínima da abertura recomendada pelo regulamento não é capaz de definir sozinha um bom desempenho luminoso do ambiente, no entanto o uso de estratégias passivas poderiam auxiliar na obtenção de um desempenho luminoso favorável no ambiente.

Palavras-chave: Iluminação Natural, Área das aberturas, Simulação Computacional, TropLux.

### **ABSTRACT**

The windows are architectural elements of seals providing opening to the outside bringing ventilation and sunlight for indoor. When properly sized, specified and oriented help to greater energy efficiency and environmental comfort. Brazil is a country with great natural light availability, especially in the northeast, where large windows provide higher levels of natural light, however much light is not always desirable in the environment. Thus, it is important for the study of openings is taken into account at an early stage of the project, with a view to optimization natural lighting. Within this context, this paper aims to analyze the influence of the size of the openings in the distribution of natural light needed for a bedroom, based on the parameters of the Technical Regulation on Quality Level for Energy Efficiency of Residential Buildings (RTQ-R) for natural lighting in prolonged rooms, which considers the summation of the areas of openings for natural lighting should match the minimum 1/8 of the floor area. Considering the location of the study object in the city of Maceió-AL, three different arrangements have been proposed aperture for the same room, each with an area of 1/8 of the floor, to assess the quantity and distribution of illuminance by computer simulation using the software TropLux. The results obtained with the simulation models of three openings identified high illuminance values, beyond that required for a dorm according to NBR 5413, both as to orientation north as south orientation. During the summer, the highest levels of illuminance in all models

were openings in South orientation, and in the winter, the north orientation presented the highest indexes. Thus, we can have different results for the same room, with areas of openings equal, however with different arrangements of openings. The minimum opening recommended by the RTQ-R can not alone define a good performance luminous room, however the use of passive strategies could assist in obtaining a favorable performance luminous in door.

Keywords: Natural lighting, area openings, Computer Simulation, TropLux.

## 1. INTRODUÇÃO

A iluminação natural é um importante fator de conforto nos ambientes interiores. Segundo Corbella e Yannas (2003), a luz natural provê um aumento da qualidade de vida, põe as pessoas em contato com a variação temporal ao longo do dia e as informa sobre o decorrer e as variáveis do clima externo, além de contribuir para a eficiência energética, em relação ao consumo de iluminação artificial.

No Brasil há uma grande disponibilidade de luz natural, entretanto o aproveitamento desta deve ser feito de maneira criteriosa, pois quando excede na quantidade de luz recomendável para determinadas tarefas pode causar ofuscamento e grandes contrastes de luz, que obriguem a forçar a vista. Assim, o conforto visual é alcançado a partir de iluminâncias adequadas à tarefa visual e aos seus usuários, além de uma boa distribuição de luz no ambiente, considerando as cores e materiais das superfícies do local, que também influenciam em boas condições de visibilidade, evitando incômodos visuais (DIAS, 2011).

De acordo com Corbella e Yannas (2003) iluminância se resume na densidade de fluxo que chega a uma superfície (geralmente o plano de trabalho). Mede-se em lumens por metro quadrado da superfície iluminada. A NBR 5413 (ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1992) determina níveis de iluminância adequados para vários ambientes, de acordo com o tipo e o grau de precisão de atividade e a idade dos que realizam as tarefas.

Para se alcançar bons níveis de iluminância nos trópicos, destaca-se o uso de mecanismos de difusão e redirecionamento da luz, que são importantes para controlar a luz solar direta evitando problemas de ofuscamento, grandes contrastes e o ganho de carga térmica.

O regulamento técnico de qualidade para o nível de eficiência energética em edificações Residenciais (RTQ-R) aborda que para se obter um maior nível de eficiência energética, por meio da iluminação natural, as aberturas devem possuir uma área mínima de 1/8 da área do piso. Considera também, nas bonificação, a profundidade do ambiente e refletância do teto.

Como se pode perceber, através de uma boa configuração, dimensionamento e orientação das aberturas e dispositivos de controle solar é possível obter uma quantidade suficiente de iluminância para cada ambiente e proporcionar conforto visual para os usuários. Para isto se faz necessário um estudo dos dados climáticos da região, incluindo os tipos de céus, para compreender a distribuição da luz, e então propor estratégias eficientes.

## 2. OBJETIVO

Analisar a influência das dimensões das aberturas na distribuição da luz natural necessária para um dormitório com base nos parâmetros do (RTQ-R), que considera que a soma das áreas das aberturas deverá corresponder a no mínimo 1/8 da área do piso.

## 3. MÉTODO

Para obter o objetivo proposto, foram adotadas as etapas metodológicas abaixo:

- Definição do objeto de estudo;
- Simulação computacional através do programa TropLux 6;
- Análise paramétrica do desempenho da iluminação natural entre modelos de aberturas com uma mesma área, recomendada segundo o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edificações Residenciais (RTQ-R), para ambiente de permanência prolongada.

### 3.1 Definição do objeto de estudo

O objeto de estudo escolhido foi um ambiente de permanência prolongada de uma residência, um dormitório com pé direito de 2,60 m, área de 16 m<sup>2</sup> e abertura em apenas uma parede. Considerando a localização na cidade de Maceió.

Baseado no Regulamento Técnico de Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R), para iluminação natural em ambientes de permanência prolongada, foram propostos 3 modelos de aberturas, todos com uma área de 1/8 do piso, que o regulamento determina como porcentagem mínima, da soma das áreas de aberturas, para iluminação natural visando uma maior eficiência.

Desse modo, obteve-se uma área de abertura de 2m<sup>2</sup> para todos os modelos sugeridos, em relação aos 16m<sup>2</sup> da área do piso do ambiente.

No primeiro modelo, a janela apresenta 2x1m, localizada no centro da parede; já no segundo foram adotadas 2 janelas laterais, cada qual com 2x0.5m e no terceiro a janela foi dimensionada com 1.60x1.25m, no canto esquerdo da parede. Com esses modelos foram analisadas a influência dos diferentes arranjos, entretanto com a mesma área de abertura, na quantidade e distribuição de iluminância no quarto (Figura 01).

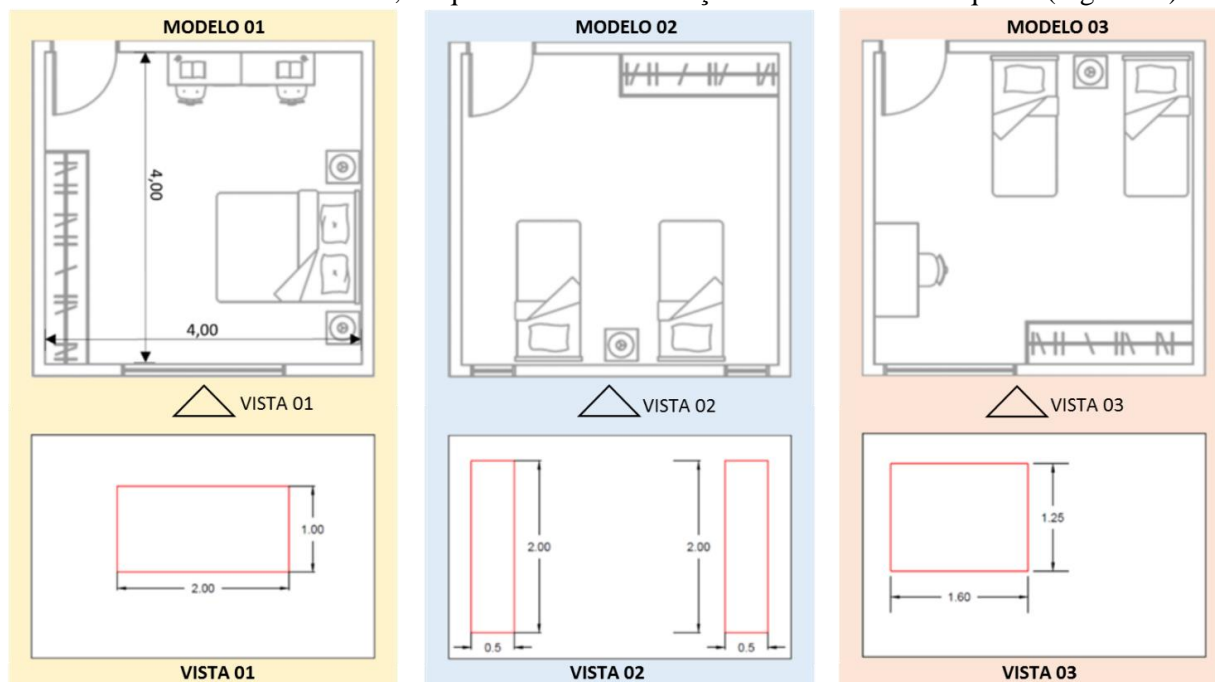


Figura 01: Planta baixa e vista frontal dos três modelos sugeridos para as aberturas.

Fonte: Autora, 2013.

### 3.2 Simulação computacional

Para analisar o desempenho luminoso dos três modelos de abertura para o dormitório foi realizada uma simulação computacional através do programa TropLux 6, que permite simular as características específicas da iluminação natural no ambiente dos trópicos tanto nos aspectos climáticos, através da possibilidade de configuração ampla de céus; quanto nos arquitetônicos, permitindo a modelagem de geometrias complexas; além de levar em consideração as reais características das superfícies internas e externas, especularidade e difusividade (CABÚS, 2005a).

De acordo com Cabús (2005a, 2005b), o TropLux se baseia em três conceitos fundamentais: o método Monte Carlo, o método do raio traçado e o conceito de coeficientes de luz natural. O método Monte Carlo é uma abordagem estatística para solucionar integrais múltiplas, 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 sequência completa de eventos irá ocorrer; o método do raio traçado segue o caminho de um raio entre superfícies e sua principal vantagem é a possibilidade de dar soluções teóricas simples para geometrias complexas; e os coeficientes de luz natural permite um cálculo muito rápido da iluminância para diferentes tipos de céu, horas do dia, dias do ano e variações nas orientações das fachadas.

Considerou-se uma geometria retangular comum de uma residência, com as fachadas mais extensas voltadas para o norte e sul, evitando uma maior área de exposição na fachada oeste, onde está previsto uma maior incidência de radiação solar. Assim, a simulação foi realizada para as orientações norte e sul, com erro de 5%, nos horários das 8 às 16 horas todos os dias do ano na cidade de Maceió, adotando uma área de trabalho a 0,75m do piso, com o tipo de céu dinâmico e com o método de simulação em malha que permitiu a criação de 16 pontos no interior do ambiente admitindo uma análise por completo. As características dos materiais obedeceram ao padrão recomendado pelo Guia do usuário Troplux (2011) para a refletância difusa,

com o valor de 0.5 para os planos das paredes, piso, teto e aberturas; 0.2 para o solo e 0 para a parte superior e inferior do plano de trabalho.

Para a análise paramétrica dos modelos foi utilizada a NBR 5413 (ABNT, 1992) que estabelece valores de iluminâncias médias mínimas em serviço para iluminação artificial em interiores, onde se realizem atividades de comércio, indústria, ensino, esporte e outras. A norma estabelece três iluminâncias para cada tipo de atividade, devendo-se considerar o valor do meio em todos os casos. No entanto, o valor mais alto das três iluminâncias, deve ser utilizado quando: a tarefa se apresenta com refletâncias e contrastes bastante baixos, os erros são de difícil correção, o trabalho visual é crítico, alta produtividade ou precisão são de grande importância ou quando a capacidade visual do observador está abaixo da média; e o valor mais baixo das três iluminâncias, pode ser usado quando: as refletâncias ou contrastes são relativamente altos, a velocidade e/ou precisão não são importantes ou quando a tarefa é executada ocasionalmente. Para dormitórios residenciais, a norma recomenda os valores de 100 – 150 – 200 lux (ABNT, 1992).

Os valores indicados pela NBR 5413 (ABNT, 1992) são respaldados ainda pela norma DIN 5034 (DEUTSCHES, 1997 apud AMORIM; ALBUQUERQUE, 2012, p. 39) que indica utilizar o correspondente à 60% do valor de iluminância para iluminação natural (ALLUCI, 2007 apud AMORIM; ALBUQUERQUE, 2012, p. 39). Sendo assim, a iluminância recomendável para um quarto, pela NBR 5413 de 150 lux, corresponde à uma iluminância de 90 lux para iluminação natural.

## 4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 4.1 Simulações

Os resultados foram expostos e analisados por meio de gráficos isocurvas que auxiliaram a comparação da distribuição das iluminâncias internas para os diferentes modelos de abertura, com os parâmetros estabelecidos na NBR 5413, de acordo com as orientações norte e sul. Sendo também estudado o comportamento da iluminância média nos períodos de inverno, quando o céu é mais encoberto, e verão para as referidas orientações.

De acordo com a análise do modelo 1, com janela localizada no centro da parede, percebe-se que os níveis de iluminância da orientação norte são mais elevados comparados com os níveis expostos na orientação sul. A iluminância apresenta uma melhor distribuição, na abertura da orientação sul, enquanto na orientação norte o foco de luz se concentra maior na proximidade da janela (figura 02).

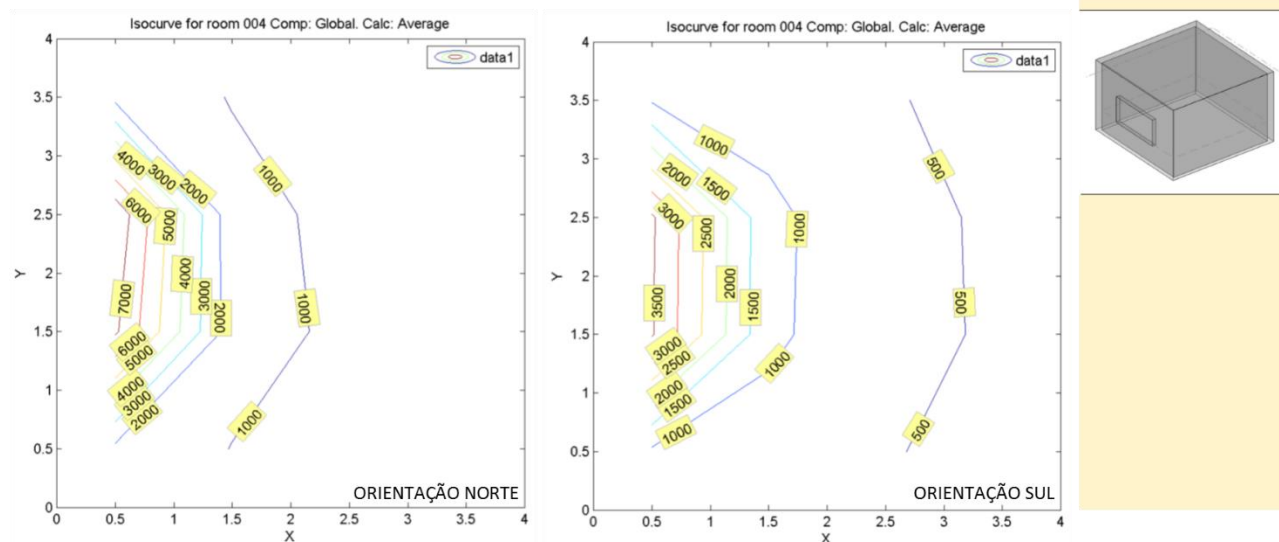


Figura 02: Gráfico Isocurva da iluminância média global para o modelo1, janela central.

Fonte: Troplux 6

No segundo modelo, a distribuição da iluminância no dormitório com janelas laterais, se distribui com maior intensidade nos cantos laterais do quarto, como pode ser observado na figura 03. A orientação norte apresenta maiores níveis de iluminância, do que a orientação sul. No entanto em relação a orientação sul, a luz se distribui mais uniformemente

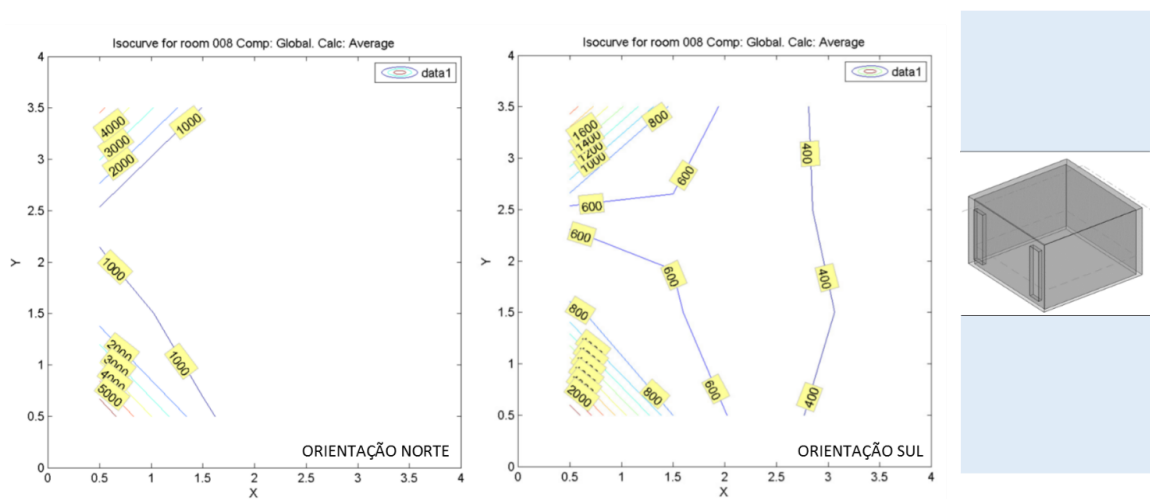


Figura 03: Gráfico Isocurva da iluminância média global parao modelo 2, janelas laterais.  
 Fonte: Troplux 6

Para o terceiro modelo, com a janela situada no canto esquerdo da parede, a distribuição da iluminação natural se comporta como nos outros casos apresentados, com maiores níveis de iluminância na orientação norte, causando maiores contrastes, se comparada com a orientação sul. (figura 04).

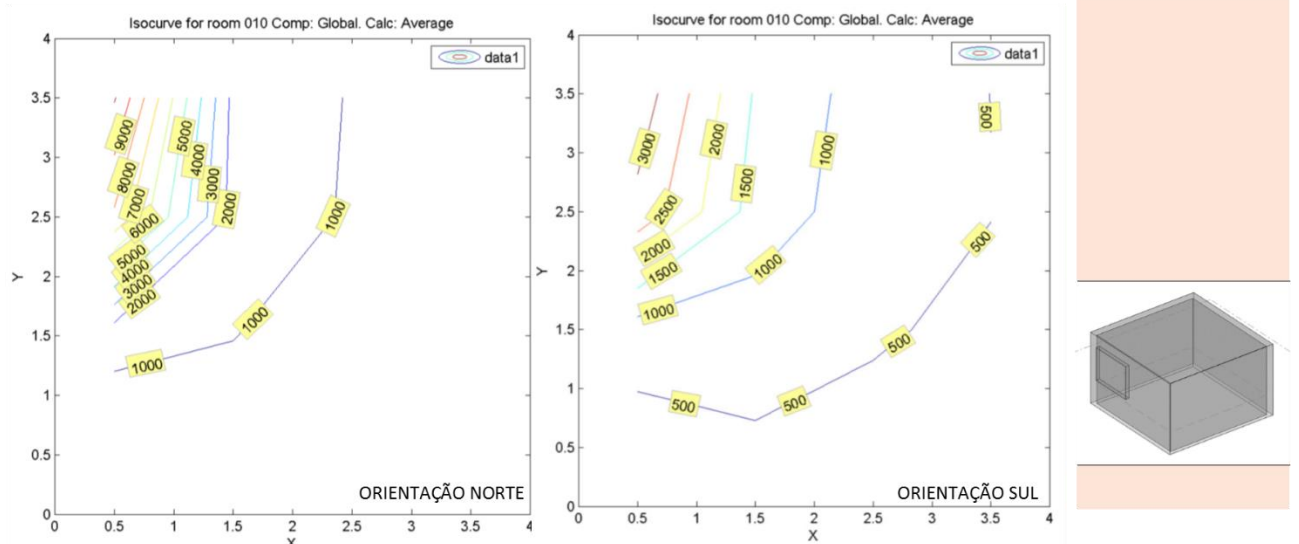


Figura 04: Gráfico Isocurva da iluminância média global para modelo 3, janela do canto esquerdo.  
 Fonte: Troplux 6

## 4.2 Análise Paramétrica

A análise dos resultados obtida com a simulação dos 3 modelos de aberturas nos mostrou altos valores de iluminância, muito além do exigido para um quarto, baseado na NBR 5413, respaldada pela norma DIN 5034 (DEUTSCHES, 1997), tanto em relação a orientação norte, quanto a orientação sul. De acordo com o recomendado de 90lux para o plano de trabalho do quarto, podendo chegar à 120lux, observa-se através da tabela 01, que o nível menor alcançado foi o valor de 257lux no caso do modelo 3, orientação sul.

Tabela 1– Iluminâncias médias, máxima e mínima, dos 3 modelos analisados

	MODELO 01		MODELO 02		MODELO 03	
	NORTE	SUL	NORTE	SUL	NORTE	SUL
Média	1757	1042	1358	743	1867	956
Máximo	7792	3569	6942	2573	10088	3316
Mínimo	527	409	403	336	338	257

Na análise da iluminância média nos períodos de verão e inverno, o verão apresentou em todos os modelos de aberturas na orientação sul, maiores níveis de iluminância em relação ao mesmo período para orientação norte. Por outro lado, no período de inverno na orientação norte as iluminâncias exibiram um valor com elevações consideravelmente maiores comparadas com os resultados obtidos na orientação sul (figura 05).

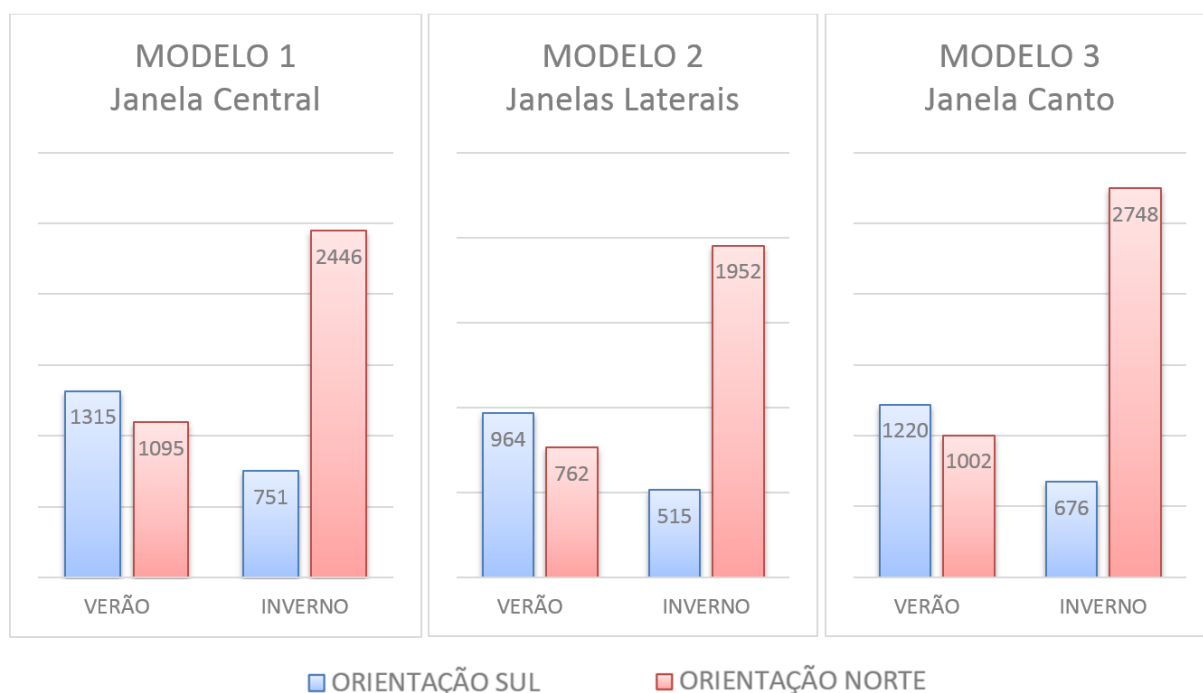


Figura 05: Gráfico Iluminância média nos períodos de verão e inverno, de acordo com as orientações.  
Fonte: Autora, 2013.

## 5. CONCLUSÃO

A partir das simulações computacionais foi possível analisar o desempenho do pré-requisito do RTQ-R, em relação a área mínima de abertura ser 1/8 da área do piso. De acordo com as análises dos resultados é possível observar que com esta área de 1/8 do piso, se obteve níveis de iluminância muitos maiores, em relação aos recomendados pelas normas. O alto nível de iluminância pode causar contrastes desconfortáveis de luz, aliada a presença do ofuscamento direto e refletido, gerando grande desconforto visual e fadiga ocular.

A área de abertura é apenas uma variável, dentre outras, como os diferentes arranjos, configurações, orientações e entorno, que podem influenciar na quantidade e distribuição de iluminância no interior dos ambientes. Sendo assim, conclui-se que podemos ter diferentes resultados para um mesmo ambiente, com áreas de aberturas iguais, entretanto com arranjos de aberturas distintos. A questão da área mínima de abertura abordada pelo regulamento não é capaz de definir sozinha um bom desempenho luminoso do ambiente. Destaca-se ainda, que o uso de estratégias passivas, como proteção solar, indicado para climas quente e úmido, como o estudado, é outro fator que poderia otimizar o desempenho luminoso no ambiente. Assim, o planejamento correto de ambientes, assim como o desenho adequado das aberturas e dos componentes de controle térmico e luminoso possibilitam a distribuição eficiente de luz natural, favorecendo o desempenho energético da construção e o nível de conforto dos usuários.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALUCCI, M. P apud AMORIM, Cláudia Naves David; ALBUQUERQUE, Milena Sampaio Cintra de. **Iluminação natural: indicações de profundidade-limite de ambientes para iluminação natural no Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais – RTQ-R**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 12, n. 2, p. 37-57, abr./jun. 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5413: Iluminância de interiores**. Rio de Janeiro, 1992.
- CABÚS, Ricardo C. **TropLux: um sotaque tropical na simulação da luz natural em edificações**. IV Encontro Latino-Americano e VIII Encontro Nacional Sobre Conforto no Ambiente Construído, Maceió, 2005a, ENCAC-ELACAC 2005.
- CABÚS, Ricardo C. **Validação do programa TropLux**. IV Encontro Latino-Americano e VIII Encontro Nacional Sobre Conforto no Ambiente Construído, Maceió, 2005b, ENCAC-ELACAC 2005.
- CABUS, Ricardo. **TropLux 5 – Guia do usuário**. Instituto Lummeiro, Maceió, 2011.

CORBELLA, O. ; YANNAS, S. **Em busca de uma Arquitetura Sustentável para os Trópicos**. Rio de Janeiro: Revan, 2003.  
DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG. **DIN 5034: Tageslicht in Innenräumen**. Berlin, 1997.  
DEUTSCHES apud AMORIM, Cláudia Naves David; ALBUQUERQUE, Milena Sampaio Cintra de. **Iluminação natural: indicações de profundidade-limite de ambientes para iluminação natural no Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais – RTQ-R**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 12, n. 2, p. 37-57, abr./jun. 2012.  
DIAS, Amanda Fontes Aragão. **Análise do uso da luz natural em salas de aula: estudo de caso em Aracaju-SE**. Universidade Federal De Alagoas, Dissertação de Mestrado, Maceió, 2011  
INMETRO. Portaria nº 18, de 16 de janeiro de 2012. **Regulamento Técnico da Qualidade – RTQ para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R)**. Rio de Janeiro, 2012.

## **AGRADECIMENTO**

Ao professor Ricardo Cabús, da Universidade Federal de Alagoas, pelo apoio e orientações fundamentais e indispensáveis à conclusão desse trabalho.