

## **CONTRIBUIÇÃO DA CONSULTORIA AMBIENTAL NA FASE DE PROJETO: DESEMPENHO DE ILUMINAÇÃO NATURAL EM APARTAMENTOS COM FOCO NO SETOR DE SERVIÇO**

**Alexandre Márcio Toledo (1); Marta Cristina Cavalcante (2)**

(1) Doutor, professor da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, [alexandre.toledo@fau.ufal.br](mailto:alexandre.toledo@fau.ufal.br)

(2) Mestra, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, [martacristina.arquitetar@gmail.com](mailto:martacristina.arquitetar@gmail.com)

Universidade Federal de Alagoas, Grupo de Estudos em Projeto de Arquitetura, Campus A. C. Simões –  
Cidade Universitária, 57072-90, Maceió/AL, 82-32141283.

### **RESUMO**

A NB15575/2013 estabelece padrões mínimos de iluminação natural para os ambientes dos apartamentos de edifícios multifamiliares verticais, excetuando-se os banheiros. Verifica-se, em algumas tipologias de apartamentos, o posicionamento interior das cozinhas e das áreas de serviços, inclusive sem aberturas para o exterior; tornando a iluminação natural dependente de outros ambientes. A norma de desempenho recomenda a simulação da iluminação natural desses ambientes, ainda na fase de projeto, apenas para os dias 23/04 e 23/10, nos horários de 9h30 e 15h30. Como melhorar o desempenho de iluminação natural de cozinhas e áreas de serviços internas, sem aberturas diretas para o exterior? O objetivo do artigo é discutir alternativas para o sistema de aberturas para o melhor desempenho da iluminação natural dos ambientes de um edifício de apartamentos. Utilizou-se um edifício de apartamentos da tipologia de um dormitório, a ser construído na cidade de Maceió, objeto de consultoria na fase de projeto. Realizaram-se simulações com o programa TropLux para os dias e horários definidos pela norma de desempenho, para a cozinha e área de serviço dos apartamentos centrais, ambientes considerados mais críticos. Os resultados demonstram que os valores de iluminância garantem desempenhos máximos e que a contribuição da janela da sala de estar é mais importante que a da janela indireta, voltada para a circulação comum e poço aberto, a qual sozinha não garante o desempenho mínimo no período da tarde. Conclui-se pela importância da consultoria ambiental em iluminação natural na fase de projeto do edifício.

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

### **ABSTRACT**

NB15575 / 2013 establishes minimum standards of natural daylight for the dwelling and servicing environments of residential units in vertical multifamily buildings, with the exception of bathrooms. The interior positioning of kitchens and service areas can be seen in some types of apartments, even without openings to the exterior; Making natural lighting dependent on other environments. The performance standard recommends the simulation of the natural lighting of these environments, still in the design phase, only for the days 23/04 and 23/10, at the hours of 9:30 am and 3:30 p.m. How to improve the natural lighting performance of kitchens and indoor service areas without direct openings to the exterior? The objective of the article is to discuss alternatives to the system of openings for the better performance of the natural lighting of the environments of an apartment building. It was used an apartment building of the typology of a dormitory, to be built in the city of Maceió, object of consulting in the design phase. Simulations were carried out with the TropLux software for the days and times defined by the performance standard for the kitchen and service area of the central apartments, considered to be the most critical environments. The results demonstrate that the illuminance values guarantee maximum performances and that the contribution of the living room window is more important than that of the indirect window facing the common circulation and open well, which alone does not guarantee the minimum performance in the period of the afternoon. It is concluded by the importance of the environmental consulting in natural lighting in the design phase of the building.

Keywords: Natural lighting, computer simulation, kitchens.

## 1. INTRODUÇÃO

A Norma de Desempenho 15575-1 (ABNT, 2013a) encarrega os projetistas de definirem o desempenho do edifício em inúmeros aspectos, arrolados em 18 itens específicos. A negligência dos projetistas na definição desses parâmetros poderá acarretar em responsabilizações por danos, tanto por parte do cliente/usuário final quanto pelo contratante/construtor. Em relação ao desempenho ambiental, a norma estabelece que os projetos devem privilegiar soluções que minimizem o consumo de energia, por meio da utilização de iluminação e ventilação natural e de sistemas alternativos de aquecimento de água (CBIC, 2013).

A iluminação natural de ambientes internos dependerá da disponibilidade de luz natural da abóbada celeste, do tipo de céu, da configuração do entorno natural e construído e da geometria e dos materiais dos ambientes internos (ABNT, 2005b; FONSECA; PEREIRA, 2017; FONSECA et al., 2010; SOUZA, 2004).

Com o aumento da urbanização e conseqüentemente, a crescente verticalização nas cidades, a indisponibilidade de luz no ambiente interno tem sido prejudicada ou desconsiderada nos projetos de arquitetura e de urbanismo (CAMELO; CABÚS, 2014). Algumas das variáveis externas, determinadas pela regulamentação urbana, que podem interferir no aproveitamento da iluminação natural no interior dos edifícios são a largura e orientação da via, a altura das edificações e o afastamento entre as construções (LARANJA et al., 2013; LARANJA et al., 2010; LARANJA et al., 2009).

De acordo com o Regulamento Técnico de Qualidade-Residencial (RTQ-R), a iluminação natural em ambientes de permanência prolongada deve ser garantida por uma ou mais aberturas para o exterior. A soma das áreas de aberturas para iluminação natural de cada ambiente deve corresponder a no mínimo 12,5% da área útil do ambiente (BRASIL, 2012; GUEDES; SOUZA, 2012). O desempenho lumínico dos apartamentos pode ser obtido ou melhorado mediante diversos recursos, como pela aplicação de cores claras nos tetos e paredes internas e adoção de caixilhos com áreas envidraçadas relativamente grandes, tomando os devidos cuidados para não comprometer o desempenho térmico (CBIC, 2013).

O posicionamento das janelas nas paredes é importante não só para garantir a iluminação, mas também a comunicação com o exterior, sendo que neste particular a NBR 15575-1 recomenda que as cotas dos peitoris estejam posicionadas no máximo a 100cm do piso interno, e a cota das testeiras dos vãos no máximo a 220cm a partir do piso interno (CBIC, 2013). Contudo, essa recomendação, por questão de privacidade, não é adequada para os banheiros e áreas de serviço, cuja preferência é por janelas altas com peitoril acima da linha de visão (de 1,50 a 1,70m).

Segundo o Guia da AsBEA (MEREBA, 2015), em relação ao desempenho de iluminação natural, cabe à coordenação de projeto “Recomendar a contratação de consultoria específica para garantir o atendimento conforme NBR 15575-3 e NBR 15575-4.”. Isso implica na simulação da iluminação natural, na fase de projeto e na medição do Fator de Luz Diurna (FLD), após a conclusão da obra. No caso de edifícios verticais essas duas ações podem apresentar um intervalo de alguns anos, tempo demandado para obras desse porte.

A Norma de Desempenho recomenda a simulação da iluminação natural desses ambientes, ainda na fase de projeto, apenas para os dias 23/04 e 23/10, nos horários de 9h30 e 15h30. É preciso considerar o caminho que o sol trilha na abóbada celeste, a nebulosidade local, as características do entorno e a forma de incidência solar sobre as aberturas, nas simulações, pois influenciam diretamente na disponibilidade de luz; são fatores importantes e que devem ser definidos de forma correta (RIBEIRO; CABÚS, 2014).

A mesma Norma estabelece níveis de iluminância Mínimo, Intermediário e Superior para a sala de estar, dormitório, cozinha e área de serviço dos apartamentos de edifícios multifamiliares; contudo não apresenta recomendação para os banheiros, podendo esses ambientes disporem de iluminação artificial. Mesmo assim, o mercado imobiliário local, valoriza os banheiros com aberturas para o exterior. O valor médio de iluminâncias, para análise de distribuição, é frequentemente adotado como parâmetro de estudo, porém ele não consegue representar de forma eficiente as variações existentes sobretudo nos ambientes iluminados naturalmente (RIBEIRO; CABÚS, 2014). Segundo a ISO/CIE 8995-1, a uniformidade da iluminância no plano de trabalho não deverá ser menor que 0,7 ou 70% (ABNT, 2013c). A Norma também desconsidera desconforto ocasionado pelo ofuscamento.

Diante desse contexto, questiona-se: qual o papel da consultoria ambiental na fase de projeto, para atender à norma de desempenho, quanto à iluminação natural dos apartamentos?

## 2. OBJETIVO

O objetivo do artigo é discutir alternativas para o sistema de aberturas, ainda na fase de projeto, para o melhor desempenho da iluminação natural dos ambientes de um edifício de apartamentos, com foco no setor de serviços.

### 3. MÉTODO

Adotou-se para estudo um edifício multifamiliar da tipologia de apartamento de 1 dormitório, com 6 apartamentos por andar, a ser construído em Maceió/AL, decorrente de consultoria em conforto ambiental realizada na fase de projeto.

Elaborou-se maquete digital do edifício e do entorno, com o programa SketchUp, visando estudar a influência dos edifícios vizinhos no sombreamento do edifício em estudo, para os dois dias e horários estabelecidos pela norma (Figura 1). Produziu-se diagnóstico inicial do sistema de aberturas, mediante análise do entorno edificado e da geometria dos ambientes dos apartamentos (Figura 2).

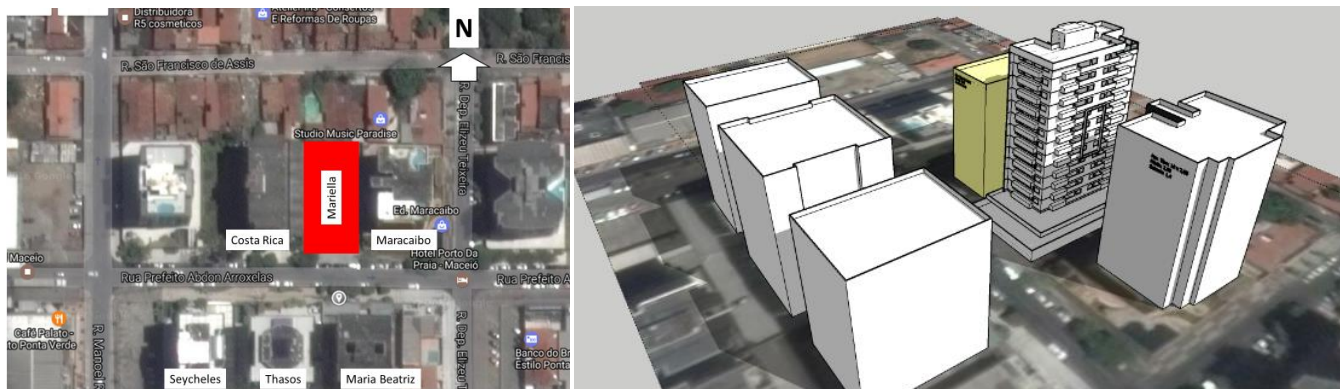


Figura 1 – Esquema de Situação e Entorno do Edifício.

Com base nas recomendações formuladas, simularam-se a iluminação natural da cozinha e da área de serviço do apartamento considerada como a situação mais crítica, situado no primeiro pavimento. Formularam-se novas recomendações, após análise dos resultados das simulações computacionais. Realizaram-se novas simulações visando verificar a contribuição da iluminação proveniente do poço aberto para a janela da área de serviço.

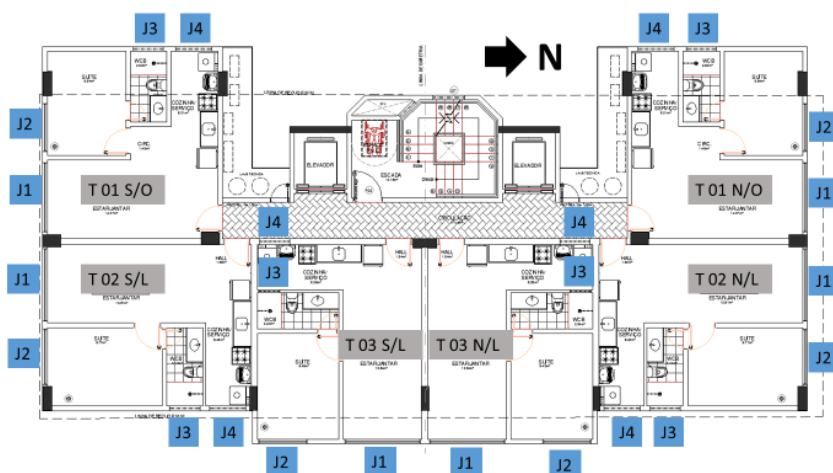


Figura 2 – Planta baixa do pavimento tipo do Edifício.

#### 3.1. Simulação da Iluminação Natural

Realizaram-se simulações computacionais com o Programa TropLux 7 – o qual se utiliza do Método Monte Carlo, o método do raio traçado (Ray Tracing) e o conceito de coeficientes de luz natural para calcular a incidência da luz em ambientes (RIBEIRO; CABÚS, 2014; CABÚS; RIBEIRO, 2015) – para a cozinha e área de serviço do apartamento de terminação 3, do 1º pavimento, para os dias 23/04 e 23/10, nos horários de 9h30 e 15h30, considerando o entorno, conforme previsto pela NBR 15215-3 (ABNT, 2015b).

Consideraram-se todas as paredes internas do apartamento na cor branca com refletância de 0,732 e edifícios do entorno com refletâncias de 0,45 (Edf. Maracaiço) e 0,49 (Edf. Costa Rica). Testaram-se dois tipos de céu: parcialmente nublado (10), o qual considera a região solar mais brilhante, situação típica verificada para o céu de Maceió e o dinâmico (16), disponível no Programa apenas para a cidade de Maceió.

Analisaram-se as componentes do céu, do sol, refletida e global, por meio das curvas de isoiluminâncias e os diagnósticos de iluminâncias fornecidos pelo TropLux 7, considerando-se os desempenhos pelas faixas previstas pela Norma: M – 60 lux, Int – 90lux e Sup 120lux (ABNT, 2013a).

### 3.1.1. Características Geométricas do Modelo de Simulação

O modelo de simulação considerou apenas o entorno próximo, formado pelos edifícios Maracaibo, situado a Leste, e Costa Rica, situado a Oeste. (Figura 4). Adotou-se malha de 5x5x1, com 25 pontos regularmente espaçados (0,30x1,13m) pela dimensão da área da cozinha/serviço (1,50x5,65m).

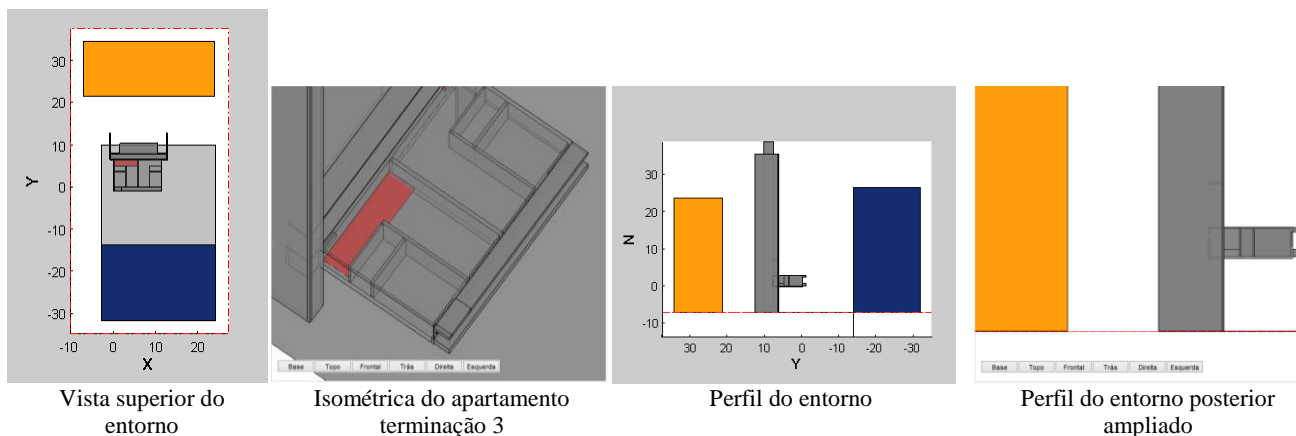


Figura 3 – Características geométricas do modelo de simulação.

Para a verificação da contribuição da janela indireta, voltada para a circulação comum do pavimento tipo, na iluminação da cozinha e área de serviço, considerou-se a janela da sala de estar totalmente obstruída.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Diagnóstico Inicial

Levando-se em consideração as barreiras do entorno, as aberturas para iluminação e a geometria dos ambientes dos apartamentos, observou-se que os desempenhos de iluminação natural seriam bastante diferenciados.

#### 4.1.1. Iluminação natural dos apartamentos de terminação 01

Os apartamentos laterais de terminação 01, apesar de disporem da mesma geometria, por se situarem em orientações distintas (Sul/Oeste e Norte/Oeste), apresentarão desempenhos diferentes em relação à iluminação natural. Quase todos os ambientes apresentam janelas para o exterior, com exceção das cozinhas que são iluminadas pelas áreas de serviço e salas de estar/jantar.

Os apartamentos (Sul/Oeste) receberão interferência na face Sul (janelas do dormitório e da sala), dos edifícios Thasos e Seycheles, situados do outro lado da rua Abdon Arroxelas, em relação à visualização da abóbada celeste, sobretudo os apartamentos situados nos primeiros pavimentos. Não haverá obstrução da insolação às 9h30 nem às 15h30, nos dias 24/04 e 24/10, na face Sul (Figura 4).

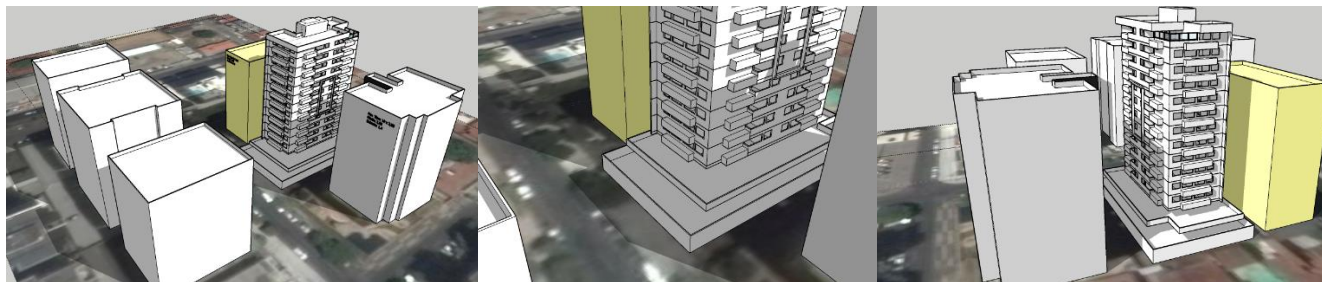


Figura 4 – Sombreamento do entorno dos apartamentos de terminação 01 pela manhã.

Já os apartamentos (Norte/Oeste) apresentam-se atualmente desimpedidos de barreiras construídas, posto que nos lotes vizinhos encontram-se casas de um e dois pavimentos, as quais poderão ser substituídas por edifícios verticais no futuro. Ambos receberão interferência na face Oeste do edifício Costa Rica, em



relação à visualização da abóbada celeste, sobretudo pelos apartamentos dos primeiros pavimentos. Haverá obstrução da insolação dos apartamentos às 15h30, nos dias 24/04 e 24/10, na face Oeste (Figura 5).



24/04 tarde – faces Sul e Oeste

24/04 tarde – faces Norte e Oeste

Figura 5 – Sombreamento do entorno dos apartamentos de terminação 01 pela tarde.

#### 4.1.2. Iluminação natural dos apartamentos de terminação 02

Os apartamentos laterais de terminação 02, apesar de também disporem da mesma geometria, por se situarem em orientações distintas (Sul/Leste e Norte/Leste), também apresentarão desempenhos diferentes em relação à iluminação natural. Todos os ambientes apresentam janela para o exterior, exceto as cozinhas as quais são iluminadas pelas áreas de serviço e salas de estar/jantar.

Os apartamentos (Sul/Leste) receberão interferência na face Sul (janelas do dormitório e da sala), dos edifícios Thasos e Maria Beatriz, situados do outro lado da rua Abdon Arroxelas, em relação à visualização da abóbada celeste, sobretudo os apartamentos situados nos primeiros pavimentos. Não haverá obstrução da insolação às 9h30 nem às 15h30, nos dias 24/04 e 24/10, na face Sul (Figura 6).



24/10 manhã – faces Sul e Leste

24/10 manhã – faces Norte e Leste

Figura 6 – Sombreamento do entorno dos apartamentos de terminação 02 pela manhã.

Já os apartamentos (Norte/Leste) apresentam-se desimpedidos de barreira construída, posto que no lote vizinho encontra-se uma casa de dois pavimentos. Ambos receberão interferência do edifício Maracaibo na face Leste (janelas dos banheiros e áreas de serviços). (Figura 7)



24/10 tarde – faces Sul e Oeste

24/10 tarde – faces Norte e Oeste

Figura 7 – Sombreamento do entorno dos apartamentos de terminação 02 pela tarde.

#### 4.1.3. Iluminação natural dos apartamentos de terminação 03

Os apartamentos centrais de terminação 03 apresentam potencial semelhante de iluminação natural, ambos comprometidos pela barreira formada pelos edifícios Marambaia, na face Leste (janelas dos dormitórios e das salas) e Costa Rica, na face Oeste (aberturas da circulação comum). Apenas os dormitórios e salas apresentam aberturas voltadas para o exterior. A janela do banheiro abre para a área de serviço, cuja janela se volta para a circulação horizontal comum do edifício. As cozinhas e áreas de serviço apresentam as situações mais críticas de iluminação natural, sobretudo as dos primeiros pavimentos.

#### 4.1.4. Diagnóstico inicial e recomendações para melhoria dos sistemas de iluminação natural dos apartamentos

Os apartamentos de terminação 01 apresentam sistemas de aberturas que favorecem a iluminação natural de todos os ambientes, inclusive dos banheiros. Aberturas situadas a Sul (apartamentos Sul/Oeste) poderão apresentar problema de ganho excessivo de calor no verão e gerar ofuscamento.

Recomendações:

- |  |
|--|
| 1. Criar aberturas sobre as bancadas das cozinhas para favorecer a iluminação natural das mesmas.  |
| 2. Posicionar as janelas dos banheiros (Oeste) para as áreas de serviço, visando reduzir ofuscamento e ganhos de calor no período da tarde.  |
| 3. Posicionar as aberturas das áreas de serviço (Oeste) para o poço aberto (paredes com orientação N ou S), onde se situam os elevadores, visando evitar ofuscamento e ganho de calor no período da tarde. |

Os apartamentos de terminação 02 apresentam sistemas de aberturas que favorecem a iluminação natural dos dormitórios e salas. As janelas das áreas de serviço e dos banheiros recebem interferência do edifício Marambaia.

Recomendações:

- |  |
|--|
| 4. Posicionar as janelas altas dos banheiros para a área de serviço, visando reduzir ofuscamento e ganhos de calor pela manhã. |
|--|

Os apartamentos de terminação 03 apresentam sistemas de aberturas que favorecem a iluminação natural dos dormitórios e salas, apesar da interferência do edifício Marambaia, situado a Leste. A cozinha é o ambiente mais crítico quanto à iluminação natural, por ser iluminada pelas janelas da sala e da área de serviço, que se abre para a circulação horizontal comum.

Recomendações:

- |   |
|---|
| 5. Dispor as áreas de serviço e os banheiros de aberturas laterais, voltadas para poço aberto ou reentrância, entre os apartamentos de terminação 02. |
| 6. Ampliar a área de abertura da circulação comum, com possível redução do volume da escada/elevadores.   |

## 4.2. Diagnóstico da fase Estudo Preliminar

### 4.2.1. Síntese das recomendações iniciais atendidas

Apartamentos laterais de terminação 01 (N/O e S/O) – recomendação 1 parcialmente atendida, com substituição da abertura na bancada da cozinha por janela na sala de jantar (J5), na parede do poço aberto; recomendação 2 não atendida; recomendação 3 atendida, porém, com área da janela (J4) inferior à área inicial. (Figura 8).

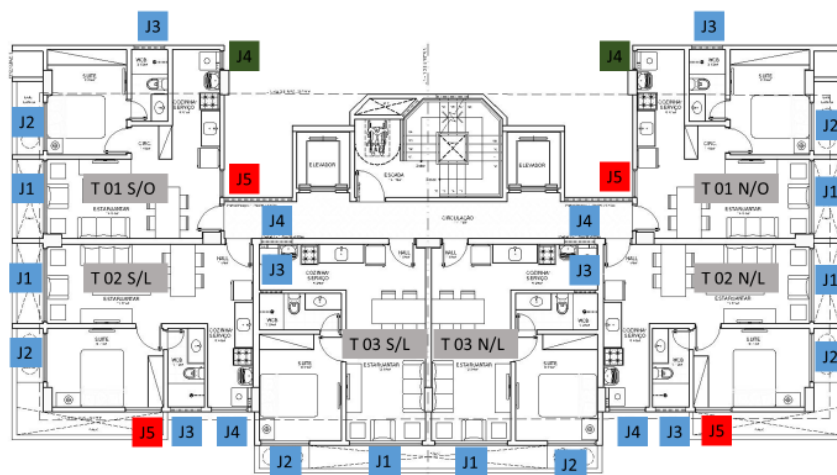


Figura 8 – Planta baixa revisada do pavimento tipo do Edifício.

Apartamentos laterais de terminação 02 (N/L e S/L) – recomendação única não atendida; mantida a preferência de abertura de banheiro para o exterior. Acrescentada a colocação de mais uma janela nos quartos, na face Leste e elementos verticais de proteção solar, nas janelas das salas e dos quartos.

Apartamentos centrais de terminação 03 (L) – recomendações não atendidas. A recomendação 1 por impactar no atendimento dos parâmetros urbanísticos e reduzir a compacidade do edifício, mediante aumento da superfície externa. A recomendação 2 pela dificuldade de reprojeto do conjunto escada/elevadores.

#### 4.2.2. Simulação do apartamento T03-N/L do 1º pavimento no dia 23/04 – 9h30

Não apresentou nenhuma diferença de resultados entre os céus 16 e 10. O menor valor obtido de curva de isoiluminância global média foi de 200lux na área de serviço e de 300lux na cozinha (Figura 9). Alcançando os valores médios de: mínimo de 173,9lux, médio de 344,4lux e máximo de 539,7lux.

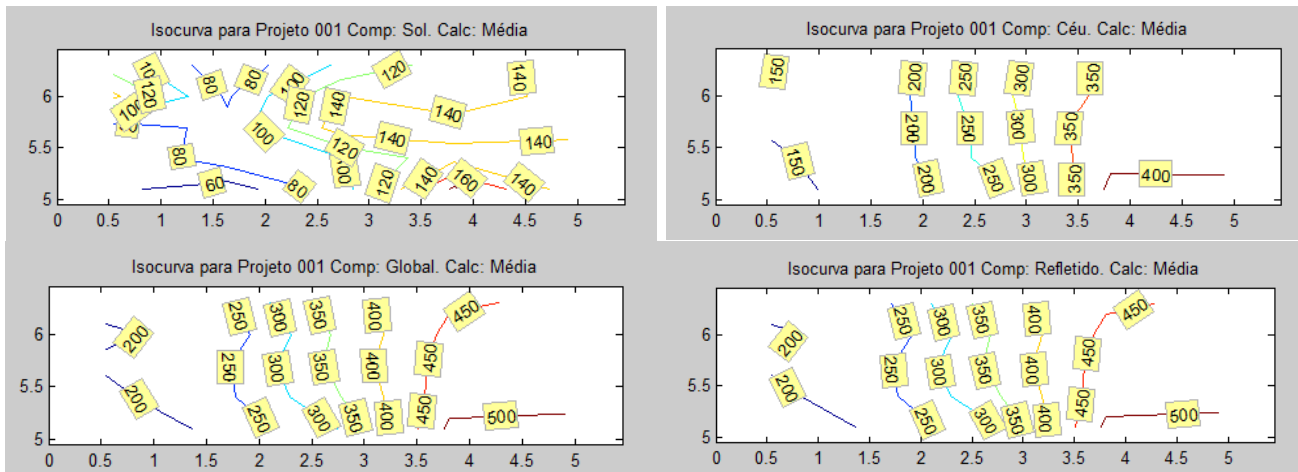


Figura 9 – Simulação 23/04 – 9h30 Céu Dinâmico (16) e Céu parcialmente encoberto (10).

#### 4.2.3. Simulação do apartamento T03-N/L do 1º pavimento no dia 23/04 – 15h30

Apresentou ligeira diferença de resultados para os céus 16 e 10, conforme diagnósticos. O menor valor obtido de curva de isoiluminância global média foi de 200lux na área de serviço e de 300lux na cozinha. Alcançando os valores médios de: mínimo de 112,5lux/125,7lux, médio de 228,2lux/240,7lux e máximo de 379lux/376,9lux, respectivamente (Figura 10).

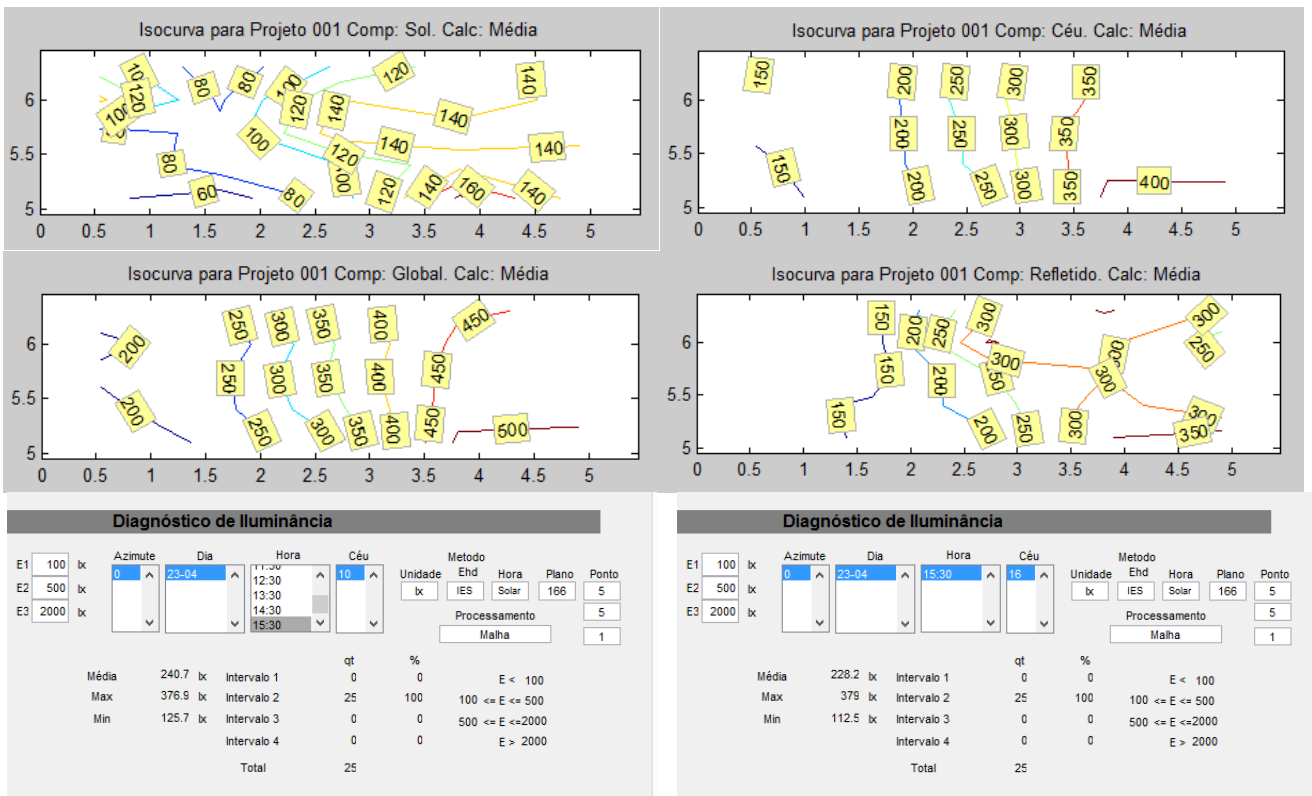


Figura 10 – Simulação e Diagnóstico 23/04 – 15h30 Céu Dinâmico (16) e Céu parcialmente encoberto (10).

#### 4.2.4. Simulação do apartamento T03-N/L do 1º pavimento no dia 23/10 – 9h30

Não apresentou nenhuma diferença de resultados entre os céus 16 e 10. O menor valor obtido de curva de isoiluminância global média foi de 250lux na área de serviço e de 350lux na cozinha (Figura 11). Alcançando os valores médios de: mínimo de 208,9lux, médio de 404,1lux e máximo de 623,2lux.

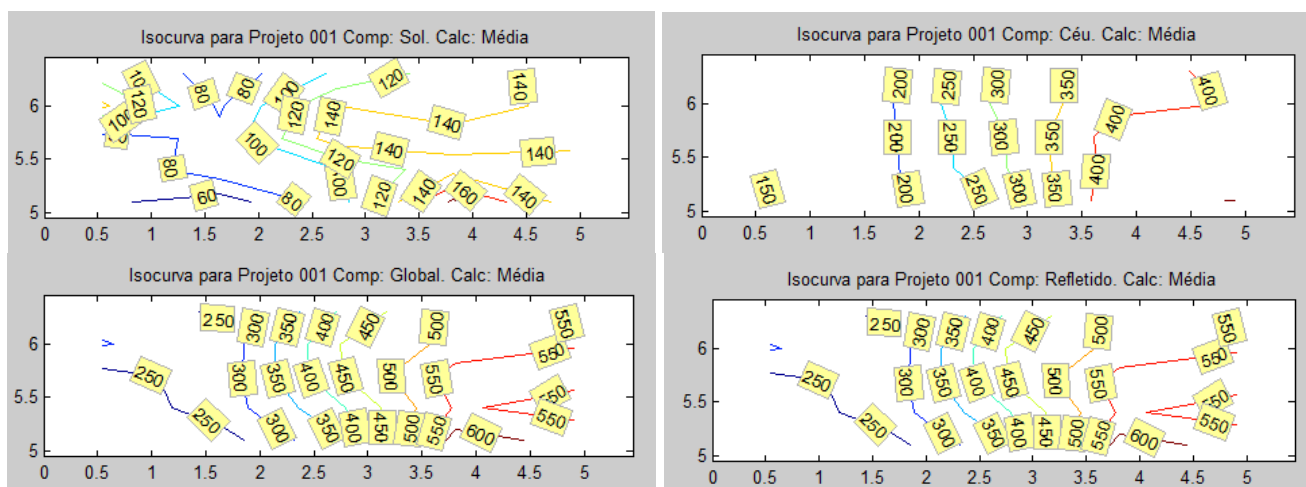


Figura 11 – Simulação 23/10 – 9h30 Céu Dinâmico (16) e Céu parcialmente encoberto (10).

#### 4.2.5. Simulação do apartamento T03-N/L do 1º pavimento no dia 23/10 – 15h30

Não apresentou nenhuma diferença de resultados entre os céus 16 e 10. O menor valor obtido de curva de isoiluminância global média foi de 200lux na área de serviço e de 300lux na cozinha (Figura 12). Alcançando os valores médios de: mínimo 152,1lux, médio de 303,5lux e máximo de 487,5lux.

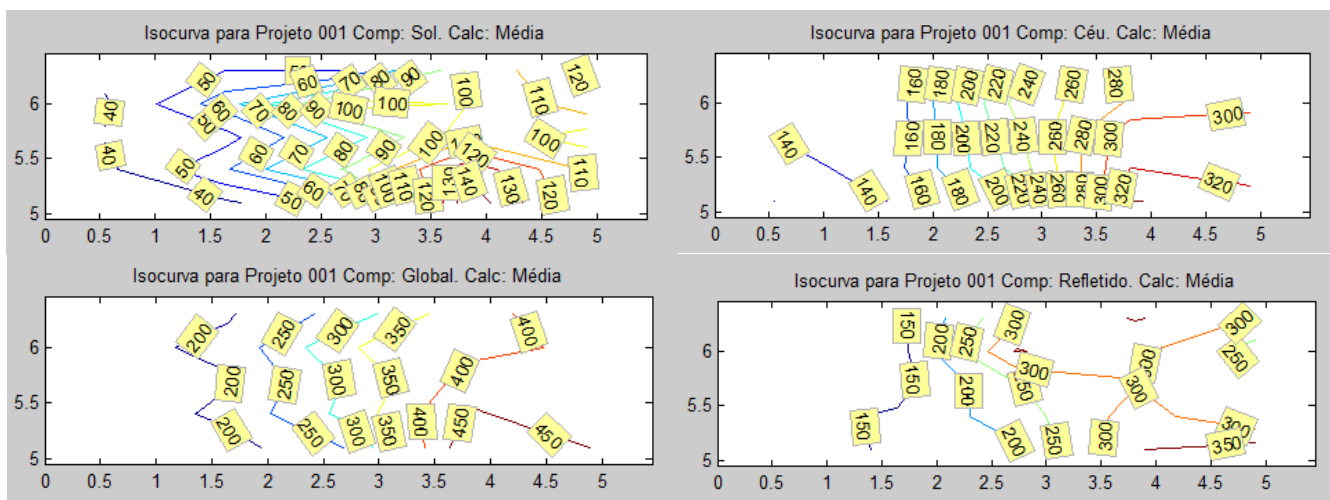


Figura 12 – Simulação 23/10 – 15h30 Céu Dinâmico (16) e Céu parcialmente encoberto (10).

Pela manhã, a distribuição de iluminâncias na cozinha e na área de serviço assume valores mais elevados que pela tarde. Em todos os casos, a cozinha e área de serviço alcançam níveis de iluminâncias superiores ao padrão mínimo (60lux), previsto pela norma; com maior faixa no intervalo 2 (entre 100 e 500 lux), para as quatro datas simuladas (Quadro 2).

Quadro 2 - Diagnóstico Geral - Céus 10 e 16

Intervalo	23/04		23/10	
	9h30	15h30	9h30	15h30
1 E < 100	0 - 0%	0 - 0%	0 - 0%	0 - 0%
2 100 < E < 500	23 - 92%	25 - 100%	15 - 60%	25 - 100%
3 500 < E < 2000	2 - 8%	0 - 0%	10 - 40%	0 - 0%
4 E > 2000	0 - 0%	0 - 0%	0 - 0%	0 - 0%



#### 4.2.6. Simulação da janela indireta do apartamento T03-N/L do 1º pavimento no dia 23/04 – 9h30 e 15h30

Os níveis de iluminância global são idênticos aos níveis de iluminância refletido, o que significa que não houve contribuição das componentes céu e sol, em nenhuma das duas horas simuladas. No período da manhã, os níveis de iluminância obtidos se aproximam do desempenho médio, na área de serviço (80 a 100lux) e não atendem no ponto médio da cozinha (20 a 40lux). No período da tarde, os níveis de iluminância obtidos não atendem ao desempenho mínimo em ambos os ambientes (40 a 45lux no serviço e 10 a 20lux, no ponto médio da cozinha). (Figura 13)

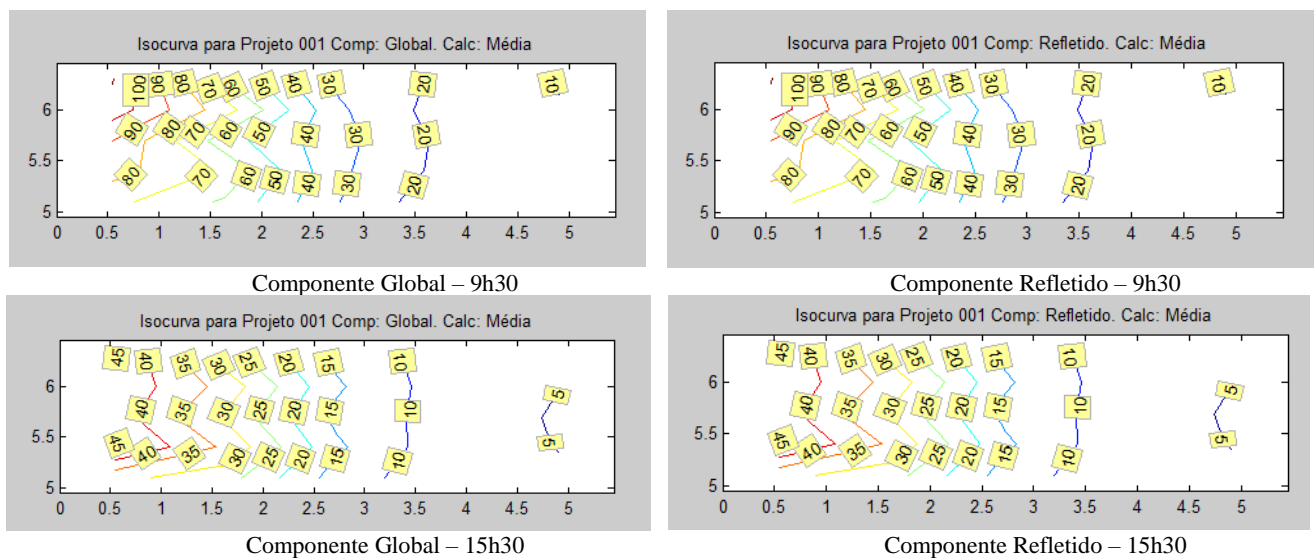


Figura 13 – Simulação da janela indireta 23/04 – 9h30 e 15h30 Céu Dinâmico (16).

A contribuição da janela da sala é mais significativa que a contribuição da janela da área de serviço para iluminar esses ambientes.

#### Recomendações:

7. Ampliação da área da abertura do poço, visando maior contribuição de luz do céu e de luz refletida das paredes do poço para as janelas das áreas de serviço dos apartamentos de terminação 3, mediante avaliação mais específica da contribuição do poço na iluminação dessas áreas.

## 5. CONCLUSÕES

Neste artigo, discutiram-se alternativas para o sistema de aberturas, ainda na fase de projeto, para o melhor desempenho da iluminação natural em um edifício de apartamentos da tipologia de 1 dormitório, a ser construído na cidade de Maceió/AL.

Após diagnóstico inicial, realizaram-se simulações com o programa TropLux 7 para a cozinha e área de serviço do apartamento central, considerada a situação mais crítica. Verificou-se também a contribuição da janela indireta da área de serviço, voltada para a circulação comum e poço aberto, na iluminação natural desses dois ambientes.

Verificou-se, mediante diagnóstico inicial, que os apartamentos das terminações laterais 1 (S/O e N/O) e 2 (S/L e N/L) apresentavam sistema de aberturas que favoreceriam a iluminação natural dos ambientes: ambos com quatro janelas externas, inclusive os banheiros; contudo, os apartamentos centrais de terminação 3 (L/O), só apresentavam janelas externas nas salas de estar e nos quartos, os banheiros apresentavam janelas voltadas para as áreas de serviço, com janelas indiretas voltadas para a circulação comum do pavimento tipo do edifício, a qual se abrem para poço aberto.

O diagnóstico na fase de estudo preliminar, apontou para a situação crítica das cozinhas e áreas de serviços dos apartamentos centrais; cujas sugestões de aperfeiçoamento não puderam ser acatadas, devido ao impacto no custo da obra. Destaca-se a adoção de elementos verticais de sombreamento nas faces Norte e Sul e a inclusão de mais uma janela nos dormitórios dos apartamentos de terminação 2 e na sala de jantar dos apartamentos de terminação 1, soluções adotadas em conjunto com o desempenho térmico.

Os resultados das simulações apontam para o atendimento da faixa de iluminância máxima (entre 100 e 500lux, com nenhum resultado abaixo de 100lux), previsto pela norma de desempenho, nos quatro horários

simulados, tanto para o céu parcialmente nublado 10 quanto para o céu dinâmico 16. Constata-se a contribuição maior da janela da sala de estar do que da janela indireta, na iluminação da cozinha e da área de serviço.

A janela indireta, isoladamente, contribuiu com iluminância abaixo da faixa mínima, no período da tarde, e abaixo da faixa superior, no período da manhã; ambas resultantes apenas da componente refletida; deixando claro que essa solução, apesar de favorecer a ventilação natural dos apartamentos centrais, não é uma boa solução para a iluminação das áreas de serviço.

Conclui-se pela importância da participação do especialista em desempenho ambiental na fase de projeto, visando à otimização do desempenho da iluminação natural nos ambientes dos apartamentos previstos pela normativa brasileira.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.575-1**: Edificações habitacionais - Desempenho - Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013a.
- \_\_\_\_\_. **NBR 15575-4**: Edificações habitacionais - Desempenho - Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE. Rio de Janeiro, 2013b.
- \_\_\_\_\_. **NBR ISO/CIE 8995-1**: Iluminação de ambientes de trabalho, Parte 1: Interior. Rio de Janeiro, 2013c.
- \_\_\_\_\_. **NBR15215-1**. Iluminação natural - Parte 1: Conceitos básicos e definições. Rio de Janeiro, 2005a.
- \_\_\_\_\_. **NBR15215-2**. Iluminação natural - Parte 2: Procedimentos de cálculo para a estimativa da disponibilidade de luz natural. Rio de Janeiro, 2005b.
- \_\_\_\_\_. **NBR 15215-3**: Iluminação natural – Parte 3: procedimento de cálculo para a determinação da iluminação natural em ambientes internos. Rio de Janeiro, 2005c.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO. **Portaria n.º 18, de 16 de janeiro de 2012**. Rio de Janeiro, 2012.
- CBIC – CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013**. Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013.
- CABÚS, Ricardo C.; RIBEIRO, P. V. S. **TropLux 7: Guia do Usuário**. Maceió: Instituto Lumeeiro, 2015. v. 1. 116p.
- FONSECA, Raphaela Walger da; PEREIRA, Fernando Oscar Ruttkay. Sequência metodológica para a estimativa da iluminação natural e suas implicações em sistemas de avaliação de desempenho de edificações. **Ambiente Construído** (Online), v. 17, p. 55-68, 2017.
- FONSECA, Raphaela Wagner da; PEREIRA, F. O. R.; CLARO, Anderson . Iluminação Natural: A contribuição de suas reflexões no interior do ambiente construído. **Pós. Revista do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAUUSP**, v. 17, p. 198-217, 2010.
- GUEDES, A. F. ; SOUZA, R. V. G. . Análise da iluminação natural a partir do Regulamento Técnico da Qualidade para Eficiência Energética de Edifícios Residenciais. In: ENTAC 2012 - XIV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2012, Juiz de Fora. **Anais ENTAC...** São Paulo: Tec Art Editora Ltda., 2012. v. 1. p. 1-10.
- LARANJA, A. C.; CABÚS, Ricardo C.; ALVAREZ, C. E.; CORREIA, L. G. Análise das relações entre a geometria urbana e a orientação das aberturas na disponibilidade de iluminação natural no ambiente interno. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo** (PUCMG), v. 20, p. 151-167, 2013.
- LARANJA, Andréa C.; GAZZANEO, Luiz Manoel C.; CABÚS, Ricardo C. Interferências da Altura das Obstruções na Disponibilidade de Iluminação Natural do Ambiente Interno. **Cadernos do PROARQ (UFRJ)**, v. 13, p. 94-112, 2010.
- LARANJA, Andréa C. ; MERKLE, Luiz Ernesto; CABÚS, Ricardo C. Interferências da largura das vias na disponibilidade de iluminação natural do ambiente interno. **Labor & engenho** (Centro de Memória Unicamp), v. 1, p. 55-69, 2009.
- LIMA, Renata Camelo; CABÚS, Ricardo. Disponibilidade de luz natural no interior do ambiente no litoral norte de Maceió - AL. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2014, Maceió. **Anais...** São Paulo: ANTAC, 2014, p. 419.
- MEREB, Marcia Pellegrini (Coord.). **Guia para arquitetos na aplicação da norma de desempenho ABNT NBR 15.575**. ASBEA: São Paulo, 2015.
- NASCIMENTO, Thássia Catherine Costa. **Avaliação da NBR 15575 quanto ao desempenho térmico e luminoso: estudo de caso em Maceió-AL**. 2016. 182 f. Dissertação (Mestrado em Dinâmicas do Espaço Habitado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2016.
- RIBEIRO, Pedro Vítor Sousa; CABÚS, Ricardo Carvalho. Comparação do desempenho de parâmetros de avaliação da distribuição de iluminâncias em ambientes através do Troplux. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2014, Maceió. **Anais...** São Paulo: ANTAC, 2014, p. 94.
- SOUZA, Roberta Vieira Gonçalves de. **Desenvolvimento de modelos matemáticos empíricos para a descrição dos fenômenos de iluminação natural externa e interna**. 2004. 292 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Centro Tecnológico, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

## AGRADECIMENTOS

Ao prof. Ricardo Cabús, do CTEC/UFAL, pela disponibilização do programa Troplux, que viabilizou a realização das simulações de iluminação natural; ao arquiteto Edalmo Lobo e ao engenheiro civil Marco Antonio Rodrigues da Silva, coordenador de projeto da Construtora Toledo Cabral, pela autorização em divulgar os resultados do trabalho de consultoria.