



XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Avanços no desempenho das construções – pesquisa, inovação e capacitação profissional

12, 13 E 14 DE NOVEMBRO DE 2014 | MACEIÓ | AL

ANÁLISE POR MEIO DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DOS SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO DO EDIFÍCIO SEDE DO TRIBUNAL DE CONTAS DO PARANÁ

Moro, Jeanne (1); Krüger, Eduardo (2); CLARO, Anderson (3)

(1) UTFPR, e-mail: jeannemoro@gmail.com (2) UTFPR, e-mail: ekruger@utfpr.edu.br, (3) UFSC, e-mail: claro.ander@gmail.com

RESUMO

A economia de energia elétrica em edificações pode ser alcançada, dentre outras formas, quando o sistema de iluminação artificial for acionado apenas quando não há quantidade de iluminação natural suficiente para a execução de tarefas. O presente estudo está focado na integração dos sistemas de iluminação artificial e natural em uma edificação emblemática de Curitiba. O Tribunal de Contas do Paraná (TCP) foi construído em 1967, na constituição do Centro Cívico de Curitiba. O edifício foi executado em concreto armado e em pele de vidro, sendo externamente circundado por um espelho d'água e por brises em concreto armado revestidos em mármore. Este trabalho tem como objetivo principal avaliar o aproveitamento da luz natural e a possível integração dos sistemas de iluminação no edifício sede do TCP. Para tal, o programa Apolux, foi utilizado para simulações computacionais quanto aos níveis de autonomia da luz natural resultante nos ambientes gerando assim o potencial de economia energética do edifício. Os resultados obtidos nas simulações demonstram grande potencial de economia a ser alcançado e oportunidades de melhoria dos sistemas de iluminação existentes.

Palavras-chave: sistemas de iluminação, simulação computacional, luz natural.

ABSTRACT

Savings in electricity demand in buildings can be achieved, among other ways, when the artificial lighting system is used only when there is no sufficient daylight for performing tasks indoors. The present study is focused on the coupling of artificial and natural lighting systems in an emblematic building of Curitiba. The Tribunal de Contas do Paraná (TCP) was built in 1967, being part of the implementation of the Civic Center of Curitiba. The building was erected in reinforced concrete and substantial glass surfaces, externally surrounded by a pond and has louvers in reinforced concrete clad in marble. This work aims to evaluate the use of daylight with a possible integration of lighting systems in the TCP. The Apolux software was used for computer simulations of the existing levels of daylight autonomy, which gave us the potential for energy savings in electricity. Results obtained in simulations show a great potential for energy savings and opportunities for improvement of the existing lighting system.

Keywords: lighting systems, daylight, computer simulations.

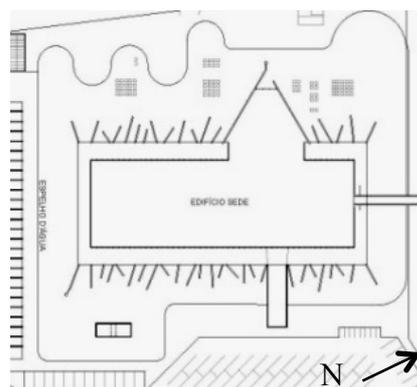
1 INTRODUÇÃO

Geller (2003) considera que tanto as fontes quanto as tendências atuais do uso de energia não são sustentáveis. Ele destaca que o uso mundial de energia aumentou dez vezes desde 1900, e a maior parte desta energia é proveniente de fontes não renováveis. Afirma ainda que o uso total de energia no Brasil cresceu cerca de 250% no período de 1975 a 2000, aumento provocado, principalmente, pela rápida industrialização e pelos crescentes serviços energéticos: residencial e comercial. Segundo o Balanço Energético Nacional (BRASIL, 2012) o consumo final de energia elétrica aumenta a cada ano no

país. Apesar de este aumento refletir o aquecimento econômico, também indica aspectos negativos como o possível esgotamento dos recursos naturais e os impactos causados ao meio ambiente.

O Tribunal de Contas do Estado do Paraná, edifício público cujo projeto original partiu dos arquitetos Roberto Gandolfi e José Sanchotene, faz parte do conglomerado de edifícios tombados do Centro Cívico, em Curitiba, sendo composto por dois edifícios. O primeiro deles, o Edifício Sede, com arquitetura modernista particular e emblemática, foi construído no ano de 1967, e foi escolhido para ser objeto deste estudo. Executado em concreto armado e com praticamente 100% de área em pele de vidro em todas as orientações, é circundado na parte externa por um espelho d'água e por brises em concreto armado não regulares, com variados tamanhos e variadas direções, que apoiam periféricamente a estrutura de cobertura (Figura 1). Possui uma área total construída de aproximadamente 5.600 m², é composto de garagem, subsolo semi-enterrado, térreo e andar superior. Com as fachadas em pele de vidro comum 6mm na cor bronze, proporcionando 100% de acesso solar se não houvesse brises, possui planta livre e tem seus ambientes internos separados por meio de divisórias do chão ao teto, pé direito de 3,5 m em cada pavimento, com exceção da área de recepção que possui pé direito duplo. O forro do teto, do tipo modular, permite a colocação de luminárias de embutir com lâmpadas fluorescentes (Figura 1).

Figura 1 - Tribunal de Contas do Paraná – Ed. Sede - Foto da Fachada e Implantação



Fonte: Takarada (2013); Tribunal de Contas do Paraná (2012)

Com foco no problema do aumento da demanda por energia em sistemas de iluminação artificial em prédios públicos, este trabalho tem como objetivo principal avaliar possibilidades de aproveitamento da luz natural e a possível integração dos sistemas de iluminação no edifício sede do Tribunal de Contas do Paraná.

2 MÉTODO

O estudo foi realizado via simulação computacional com o *software* Apolux, desenvolvido por Claro (2000), no Laboratório de Conforto Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina. O *software* realiza tanto o cálculo de iluminação natural quanto o de iluminação artificial. Sua principal capacidade é poder processar materiais de diferentes naturezas, tais como: opacos difusos, transmissores difusos e transmissores especulares. Apresenta como resultado imagens semi-realistas, gráficos de iluminância e de luminância e também planilhas numéricas com dados para pós-processamento. O *software* foi escolhido para estimar a disponibilidade anual de luz natural, avaliando complementarmente o sistema de iluminação artificial no mesmo edifício. Adicionalmente, testou-se a introdução de um conjunto alternativo de

luminária e lâmpada a fim de verificar a possibilidade de aumentar o nível de eficiência do sistema de iluminação artificial do edifício.

2.1 SIMULAÇÕES DE ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL

Foram executadas duas séries de simulações de iluminação artificial em cada andar do edifício, conforme a Tabela 1, primeiramente simulando o ambiente com os dados referentes às luminárias tais como quantidade, orientação, fluxo total, obtendo-se assim a iluminância média existente. Posteriormente, utilizando o mesmo padrão de ambiente, foram realizadas simulações com um aumento do nível de eficiência do sistema de iluminação artificial, por meio da utilização de modelo alternativo de luminária e lâmpada.

Tabela 1 – Esquema de simulações de iluminação artificial dos andares

Simulação	Luminária utilizada	Intuito
Simulação 1	Existente	Verificar situação atual de grau de iluminância
Simulação 2	Eficiente	Testar eficiência com o mesmo número de luminárias

Fonte: Autoria própria

Dessas simulações, foi excluído o ambiente plenário, no andar térreo, por fugir da norma encontrada nos ambientes de escritório. Além disso, no plenário estão instaladas atualmente luminárias do tipo refletor com lâmpadas de vapor metálico de 250W cada, as quais não podem ser integradas no Apolux, pois as formas de construção das curvas deste tipo de luminária são diferentes das programadas pelo *software*. Assumiu-se um padrão uniforme de lâmpadas, com mesma potência em todos os ambientes analisados.

A análise foi feita através dos gráficos de iluminância fornecidos pelo Apolux, cujas faixas, num total de cinco, foram determinadas a partir do valor de referência de 500 lux, valor recomendado para escritórios pela NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013) e adotado pelo RTQ-C (BRASIL, 2010).

Foram utilizados os modelos de luminárias existentes, assim como modelos mais eficientes. Na verificação da eficiência do sistema existente foi adotada a luminária CAN01 – E232 para lâmpada T8, sendo esta uma luminária de embutir em chapa de aço sem aletas, com refletor em alumínio e capacidade para duas lâmpadas tubulares fluorescentes de 32W, a qual mais se aproxima dos modelos instalados no Edifício Sede do Tribunal de Contas do Paraná. Para propor a melhoria da eficiência do sistema de iluminação, foi adotada a luminária FAC06-E228, para lâmpadas T5, uma luminária de embutir com corpo em chapa de aço fosfatizada e pintada eletrostaticamente, refletor facetado em alumínio anodizado de alta pureza e refletância e aletas planas em chapa pintada, com capacidade para duas lâmpadas tubulares fluorescentes de 28W (LUMICENTER, 2013).

2.1.1 AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE ECONOMIA IDEAL

Para avaliar a estimativa de economia, foi criado um indicador denominado “Potencial de economia ideal” que se baseia na relação entre o fluxo necessário para atingir a iluminância alvo de 500 lux com o fluxo efetivamente distribuído pela área do ambiente. Consideram-se, no caso, as iluminâncias alcançadas nos diferentes pontos do ambiente (malha de pontos), como representando segmentos de área do ambiente, e o fluxo efetivamente distribuído como a somatória dos produtos da iluminância de cada ponto por cada parcela da área total do ambiente (Equação 2).

A partir da iluminância alvo de 500 lux, foi calculado o fluxo ideal (em lúmen) através da Equação 1

$$Fluxo\ ideal = E\ alvo * A \quad \text{(Equação 1)}$$

Sendo:

E_{alvo} – Iluminância alvo (sendo 500 lux)

A – Área pavimento (m^2)

$$Fluxo\ efetivo = \Sigma(E * A) \quad \text{(Equação 2)}$$

Como a área nos dois cálculos é a mesma, a relação para se obter o potencial pode ser feito pelas Iluminâncias. Desta forma o “Potencial ideal de economia”(P_{ideal}) foi obtido através da relação entre a média de iluminância obtida para o pavimento subtraída da meta almejada pela média de iluminância, conforme a Equação 3.

$$P_{ideal} = \left(\frac{E_{média} - E_{alvo}}{E_{média}} \right) * 100 \quad \text{(Equação 3)}$$

Onde:

P_{ideal} – Potencial ideal de economia (em %)

$E_{média}$ – Iluminância média (em lux)

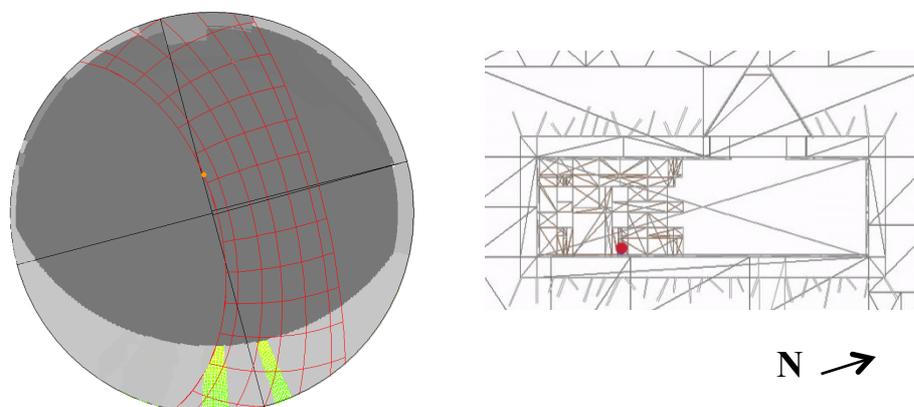
E_{alvo} – Iluminância alvo (sendo 500 lux)

2.2 SIMULAÇÕES DE ILUMINAÇÃO NATURAL

O objetivo da simulação de iluminação natural foi analisar a disponibilidade estimada de luz natural difusa no interior dos ambientes ao longo de um ano, de acordo com a disponibilidade estimada global de luz difusa no exterior através de um método simplificado. Foi escolhido o padrão de céu CIE tipo 1 - encoberto, avaliando-se as piores condições de iluminação que poderiam ser encontradas nos ambientes estudados.

Para a verificação da estimativa de incidência de luz natural direta nos ambientes do edifício, foram geradas máscaras através do *software* Apolux de alguns pontos do edifício, para averiguar qualitativamente as áreas, hachuradas em amarelo, que recebem iluminação natural no decorrer do tempo (Figura 2). O critério para a escolha dos pontos foi o posicionamento do ambiente em relação ao Norte, obtendo resultados nas 04 direções, Norte, Sul, Leste e Oeste.

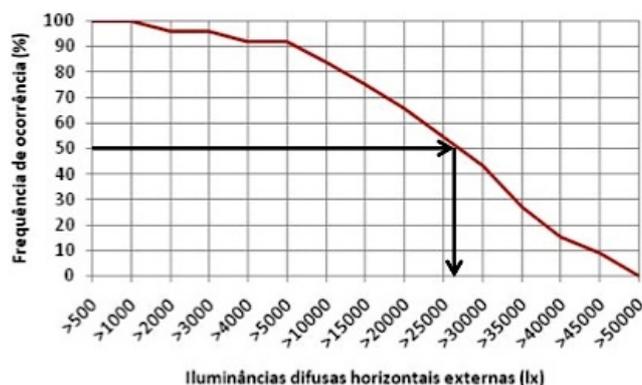
Figura 2 – Máscara gerada do pavimento subsolo



Fonte: Adaptado do *Software* Apolux – Versão 3 beta

Já para a verificação da estimativa de disponibilidade de luz natural difusa baseou-se no estudo de Moraes e Pereira (2011), o qual trata da relação entre a iluminância interna e externa, denominada *Daylight Factor* (DLF), e nos conceitos de autonomia de luz natural ou *Daylight Autonomy* (DA), definida como a porcentagem de horas anuais, nas quais determinado nível de iluminação pode ser mantido apenas com contribuição natural (MORAES, 2013). Tem-se como base o gráfico de iluminâncias difusas para a cidade de Curitiba (Figura 3) elaborado por Moraes e Pereira (2011), cujos dados são retirados de arquivos climáticos, através do qual é possível estimar a porcentagem do ano, durante o período de trabalho diurno, no qual um determinado nível de iluminação é alcançado.

Figura 3 - Gráfico de frequência de ocorrência de iluminâncias difusas na cidade de Curitiba



Fonte: Moraes, Pereira (2011)

Partiu-se da premissa que o ambiente deveria ter uma frequência de tempo com iluminação difusa de pelo menos 50%, e em 50% da área interna. O valor da iluminância externa foi extraído do gráfico da Figura 2, sendo de 27.000 lux para uma frequência de ocorrência de 50%, mantendo-se o valor de iluminância alvo para escritórios de 500 lux. O procedimento consistiu em primeiramente calcular o *Daylight Factor* (DLF) de cada ambiente para um céu encoberto padrão CIE. Para a estimativa de iluminação natural, o Apolux forneceu 5 faixas de resultados, definidas a partir das variações percentuais de 0-25%, 25-50%, 50-65%, 65-80% e 80-100%. A primeira faixa engloba a metade da meta (25%), a segunda a própria meta (50%) e as duas outras faixas foram definidas a partir da consideração de ambientes com maior acesso solar. As faixas propostas podem gerar configurações ideais caso se pretenda, numa etapa posterior, realizar uma análise mais detalhada.

A partir do valor obtido do DLF, e assumindo-se este constante, calcularam-se os valores de iluminância para cada uma das faixas, através da equação do *Daylight Factor*, utilizando os valores de iluminância externa da Figura 3. Por fim, pode-se obter uma relação percentual (Equação 4), entre o valor de referência de iluminância interna para cada faixa e o valor de referência de iluminância da faixa correspondente à DA de 50% (meta do estudo), com o objetivo de se obter os valores percentuais correspondentes ao limite inferior, limite de tolerância e limite superior a serem inseridos no *software* Apolux¹.

$$R = \frac{E_{int}}{E_{meta}} * 100 \quad \text{(Equação 4)}$$

¹ Limite Inferior = 355lux, limite de tolerância = 608 lux, limite superior = 1059 lux.

Onde:

R – Relação percentual (%)

E_{int} – Iluminância interna de cada faixa em lux (valor de referência)

E_{meta} – Iluminância meta do zoneamento com DA de 50%

2.2.1 ZONEAMENTOS

A integração de iluminação natural e artificial é um dos fatores primordiais para o aumento da eficiência no sistema de iluminação. Segundo Rocha (2012), uma das formas de otimizar o uso das estratégias de controle de iluminação, focando na integração dos sistemas de iluminação natural e artificial, se dá pela definição prévia das zonas de iluminação natural.

A utilização de zoneamentos para a divisão da iluminação natural em ambientes vem sendo estudada e aperfeiçoada desde meados da década de 1980 com o método proposto por Robbins (1986). Com base neste método no estudo foram definidas no estudo duas faixas de zoneamento. O critério para definição do limite entre cada zona foi o valor da iluminância meta (500 lux), a partir da qual foram estabelecidos os valores de *Daylight Factor* (DLF). A primeira zona interna é composta pela área onde seria necessária a utilização de iluminação artificial por um período maior que 50% do turno de atividades diário, neste caso 10 horas diárias (DA<50%). A segunda zona interna é composta pela área com maior autonomia de iluminação natural (DA>50%), consequentemente, com menor necessidade de complementação pelo sistema de iluminação artificial.

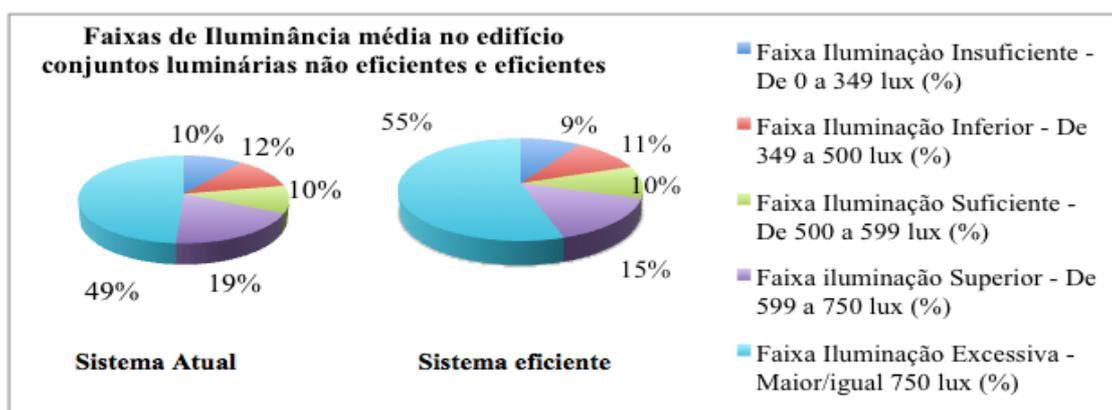
3 RESULTADOS

Foram executadas simulações com o Apolux em cada um dos três pavimentos do edifício separadamente, de modo a analisar cada pavimento como um todo, e não cada ambiente separadamente. Posteriormente foram calculadas as médias dos resultados para o edifício como um todo.

3.1 SIMULAÇÕES DE ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL

As simulações foram executadas com a finalidade de averiguar as iluminâncias alcançadas em cada pavimento. Foram realizadas simulações com o sistema de iluminação atual e com o modelo de luminária e lâmpada eficiente FAC06-E228. Nos três pavimentos e nas duas séries de simulações, atual e eficiente, foi possível verificar que em grande parte da área analisada do edifício a faixa de iluminância predominante excede 750 lux (Figura 4)

Figura 4 - Imagem distribuição de iluminâncias médias no edifício



Fonte: Autoria própria

Foi observado um grande potencial de economia nos dois casos. Os resultados apresentados pelo *software* Apolux com as luminárias eficientes apresentam um maior potencial para economia energética, confirmando a possibilidade de diminuição no número de luminárias eficientes com consequente aumento do nível de eficiência pelo RTQ-C. Para isto, seria necessário ser feito novo estudo luminotécnico com redistribuição de luminárias e adequação da iluminância gerada conforme a meta de 500 lux.

3.1.1 POTENCIAL DE ECONOMIA DE ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL

Através do indicador “Potencial de economia ideal” (P_{ideal} , conf. Equação 2) para a situação de luminárias atual chegou-se aos resultados da Tabela 2, onde é possível observar que a economia em energia elétrica para o sistema de iluminação artificial pode chegar a 33% no edifício como um todo. Note-se que, embora a média de iluminância interna possa ser inferior à iluminância alvo de 500 lux, há grande variação nos valores de iluminância auferidos internamente, conforme a Figura 4, para ambos os casos.

Tabela 2 – Estimativa de economia ideal – sistema de iluminação atual

Descrição	Subsolo	Térreo	Superior	Edifício
Iluminância alvo (lux)	500	500	500	500
Alvo * área = fluxo ideal (lúmen)	325855	345795	34405	1015055
Média de iluminância atual - alvo (lux)	300	224	232	249
Potencial de economia ideal (%)	37	31	31	33

Fonte: Autoria própria

No caso das luminárias eficientes, a economia poderia chegar a aproximadamente 64% (Tabela 3).

Tabela 3 – Estimativa de economia ideal – sistema de iluminação eficiente

Descrição	Subsolo	Térreo	Superior	Edifício
Iluminância alvo (lux)	500	500	500	500
Alvo * área = fluxo ideal (lúmen)	325855	345795	343405	1015055
Média de iluminância eficiente - alvo (lux)	991	862	863	902
Potencial de economia ideal (%)	66	63	63	64

Fonte: Autoria própria

3.2 SIMULAÇÕES DE ILUMINAÇÃO NATURAL

Como mostrado no item 3, o cálculo da autonomia de luz natural ou *Daylight Autonomy* (DA) foi feito a partir do gráfico de iluminâncias difusas para a cidade de Curitiba (Figura 2). Os valores foram calculados para as metas de *Daylight Autonomy* (DA) de 25%, 50%, 65% e 80% de frequência de incidência (Tabela 4). As metas de DLF e de iluminância interna alvo foram adotadas nas simulações para a geração do gráfico de iluminâncias de iluminação natural.

Tabela 4 – Dados autonomia de luz natural

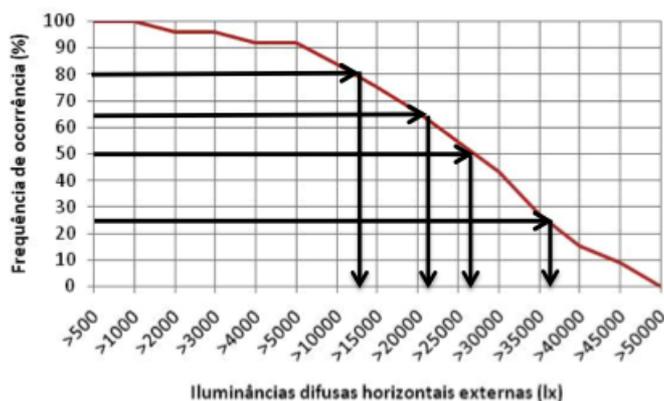
Descrição Dados	DA 25%	DA 50%	DA 65%	DA 80%
Iluminância Externa - E_{ext} (lux)	36000	27000	21000	12000
Iluminância Interna - E_{int} (lux)	500	500	500	500
DLF - <i>Daylight Factor</i> (%)	1,39	1,82	2,38	4,17
Iluminância externa global difusa retirada da simulação (lux)	25391	25391	25391	25391
Valor de Referência (lux)	355	462	608	1059

Fonte: Autoria própria

Na Tabela 4 são informados os dados aplicados no software Apolux para gerar os resultados de simulação de iluminação natural. Os valores de Iluminância Externa (E_{ext}) retirados do Gráfico de frequência de ocorrência de iluminâncias difusas na cidade de Curitiba para cada faixa de frequência de ocorrência (Figura 5). A Iluminância Interna (E_{int}) considerada em todas as faixas foi a meta de 500 lux. A partir destes dados, foi calculado o valor do DLF utilizando-se o modelo de Céu encoberto (Céu CIE tipo 1), conforme o método clássico, e estabelecido os limites de referência do *Daylight Factor* (DLF) nos gráficos conforme os valores limites obtidos correspondentes a cada faixa de autonomia de luz natural – *Daylight Autonomy* (DA) – 25%, 50%, 65% e 80%, conforme o método adotado (MORAES, 2011). A determinação dos valores de referência das faixas de resultado foram obtidos através da relação entre a iluminância externa global difusa calculada pelo programa sob céu nublado e o valor do DLF para cada faixa de autonomia conforme a iluminância em cada ponto.

Assim, a aplicação da Equação 3 tornou possível obter como resultado os valores percentuais correspondentes ao limite inferior, limite de tolerância, e limite superior que foram inseridos no *software* Apolux para a realização das simulações de iluminação natural.

Figura 5 - Gráfico de frequência de ocorrência de iluminâncias difusas na cidade de Curitiba para cada faixa de DA



Fonte: Adaptado de Moraes, Pereira (2011)

Na Tabela 5 são apresentados os valores de autonomia de iluminação natural em cada pavimento. Salientando que o valor de 462 lux representa o valor de referência da faixa de autonomia meta, de 50% (Tabela 4). Como no subsolo do edifício, a área de acesso à iluminação natural é muito pequena, resulta uma autonomia de iluminação natural abaixo de 25% (Tabela 5). O pavimento térreo é o que recebe maior quantidade de iluminação natural dos três andares, num total de 41,22% da área interna, ainda que os brises do edifício dificultem a entrada da luz. Mesmo assim, a área do pavimento térreo com DA menor que 50% corresponde a mais da metade do total, ou seja, 59%. No pavimento superior quase todos os ambientes tem acesso à luz natural, mas pôde-se observar que a faixa de DA entre 0 e 25% é extensa, e as demais acumulam-se na proximidade das aberturas (Tabela 5).

Tabela 5 - Resumo Faixas Autonomia de iluminação natural

Discriminativo	Média subsolo	Média Térreo	Média Superior
Área total (m²)	652	692	687
Porcentagem iluminância < 462 lux (faixas DA de 0 a 50%) (%)	100	59	80
Área iluminância <462 lux (m²)	652	407	550
Porcentagem iluminância > 462 lux (faixas DA igual ou maior que 50%) (%)	0	41	20
Área iluminância >462 lux (m²)	0	285	137

Fonte: Autoria própria

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através das simulações de iluminação artificial, nos sistemas atual e eficiente, destaca-se que a faixa predominante de iluminância, em quase 50% do edifício, é a excessiva, a partir de 750 lux, o que caracteriza um grande potencial de economia. Há possibilidades de diminuição da potência das lâmpadas com uma nova distribuição das luminárias, e também de readequação das faixas de iluminância inferiores e excessivas através de novo layout.

Quanto à análise de iluminação natural, o estudo de máscaras mostrou que a incidência direta de sol no interior do edifício é bastante bloqueada pelos brises existentes no edifício. Mesmo com este bloqueio foi observado que os ambientes do pavimento térreo e superior recebem algum grau de iluminação natural durante o dia. O que permite concluir que mesmo quando entra mais do que o desejado, as iluminâncias não chegam a valores excessivos porque as janelas estão bem protegidas. Tendo isto em vista, no subsolo o potencial de economia proveniente da integração da iluminação natural e artificial seria nulo, devido ao acesso mínimo de iluminação natural. Nos outros pavimentos pode-se observar que a economia maior, mas que devido à inexistência deste potencial no pavimento subsolo, a média giraria em torno de 10%.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira De Normas Técnicas. ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013. Iluminação de ambientes de trabalho Parte 1: Interior. Rio De Janeiro. ABNT, 2013.

BRASIL. Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos. 2010.

BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética (EPE)/Ministério Minas e Energia - **Balanço Energético Nacional - BEN 2012: Ano base 2012**. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em <https://ben.epe.gov.br/>. Acessado em: abril/2014.

CLARO, A. **Modelo Vetorial Esférico Para Radiosidade Aplicado à Iluminação Natural**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis. 2000.

GELLER, H. S. **Revolução Energética: Políticas para um futuro sustentável**. Rio de Janeiro: Relume Dumará: USAid, 2003.

LUMICENTER LIGHTING. **Site de empresa de iluminação**. Disponível em: <http://www.lumicenteriluminacao.com.br>. Acessado em Janeiro/2013.

MORAES, L.N; PEREIRA F.O.R. **Um método simplificado para avaliação do desempenho dinâmico da iluminação natural**. XI Encontro Nacional de Conforto do Ambiente Construído – ENCAC – Búzios, RJ. 2011.

MORAES, L.N. **Estudo comparativo de sistemas de iluminação artificial com diferentes luminárias considerando a disponibilidade de luz natural**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. 2012.

ROBBINS, C.L. *Daylight: design and analysis*. Van Nostrand Reinhold Company. New York, United States of America, 1986.

ROCHA, A.P.A. **Caracterização do zoneamento da iluminação natural e sua influência no controle da iluminação artificial**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. 2012.

TAKARADA, P.Y. **Imagem Panorâmica do Tribunal de Contas do Estado do Paraná**. Disponível em: <http://www.panoramio.com/photo/47682575> Acessado em: Maio/2013.