

## ESTUDO DE ILUMINAÇÃO NATURAL PARA O RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO DA UFAL

**Vanine Borges Amaral<sup>1</sup>; Livia de Oliveira Martins<sup>2</sup>; Shirloomar Queiroz do  
Nascimento<sup>3</sup>; Ricardo Carvalho Cabús<sup>4</sup>**

1. Aluna da disciplina de Iluminação Natural no Ambiente Construído - Universidade Federal de Alagoas - UFAL, DEHA – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Campus AC Simões, Cidade Universitária, 57072-970, Maceió-AL, Brasil. 82-3214-1290. – e-mail: vanine.amaral@ctec.ufal.br
2. Aluna da disciplina de Iluminação Natural no Ambiente Construído - Universidade Federal de Alagoas - UFAL, DEHA – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Campus AC Simões, Cidade Universitária, 57072-970, Maceió-AL, Brasil. 82-3214-1290 – e-mail: livinha@ctec.ufal.br
3. Aluno da disciplina de Iluminação Natural no Ambiente Construído - Universidade Federal de Alagoas - UFAL, DEHA – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Campus AC Simões, Cidade Universitária, 57072-970, Maceió-AL, Brasil. 82-3214-1290. – e-mail: shirlomar@yahoo.com.br
4. Professor da disciplina de Iluminação Natural no Ambiente Construído Universidade Federal de Alagoas - UFAL, GRILU – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Campus AC Simões, Cidade Universitária, 57072-970, Maceió-AL, Brasil. 82-3214-1311 – e-mail: r.cabus@gmail.com

### RESUMO

O presente estudo consiste no trabalho de avaliação final da disciplina Iluminação Natural no Ambiente Construído do Programa de Pós-graduação Dinâmicas do Espaço Habitado – DEHA/UFAL. O mesmo pretende avaliar as condições de iluminação natural, tomando como estudo de caso o edifício do Restaurante Universitário da UFAL devido ao uso expressivo de cobogós. Busca também analisar a influência das cores no desempenho dos cobogós para a variação mensal das iluminâncias no interior do edifício. Como métodos foram realizadas análises qualitativas das condições de iluminação no ambiente e quantitativas através de medições com luxímetro e luminômetro e simulações computacionais no software TropLux 2.35. Apesar de os dados obtidos pelos métodos quantitativos apontarem elevadas iluminâncias no ambiente, ao confrontar estes resultados com os dados qualitativos, percebe-se que por se tratar de um espaço com muitas aberturas e assim, integrado ao meio exterior, o contraste de claridade entre o interior e o exterior da edificação é pequeno, não causando, grande sensação de desconforto para o usuário. Constatou-se ainda a eficiência do uso das cores para reduzir as iluminâncias nos ambientes internos.

Palavras-chave: iluminação natural; simulação computacional; cobogós.

### ABSTRACT

This paper consists in the final work of the master's degree discipline Daylighting in the Constructed Environment. It intends to evaluate the daylighting conditions in the University Restaurant building, because its expressive use of cobogós. It also wants to analyse the influence of the colors in the performance of cobogós for the distribution of illuminances in the building interior. Qualitative and quantitative analyses were done using measurements and computer simulations. Although the data from the quantitative methods points high illuminances in the environment, when collating these results with the qualitative data, it was perceived that because of the great number of openings in the building, the contrast of clarity between the interior and the exterior is small, not causing, great sensation of discomfort for the user. The efficiency of using colors was still evidenced to reduce the illuminances inside the building.

Keywords: daylighting; computational simulation; cobogós.

## 1 INTRODUÇÃO

A cidade de Maceió localizada a 9°40' de latitude Sul é caracterizada por elevada temperatura média do ar e alta umidade relativa. Seu clima quente e úmido oferece radiação solar intensa durante todo o ano.

Estas condições demandam proteções adequadas contra a radiação solar direta. A partir da necessidade de possuir iluminação e ventilação no ambiente interno dos edifícios foi que na Arquitetura Moderna surgiu o brise-soleil, o chamado quebra-sol, elemento vazado de Le Corbusier.

Os elementos vazados já eram utilizados em edificações pelos indianos, árabes e romanos. No Brasil, esses componentes têm sido empregados desde 1930, quando os arquitetos Amadeu Coimbra, Ernest Boekman e Antônio de Góis os utilizaram em uma construção em Olinda-PE, criando a partir de seus sobrenomes os chamados cobogós. Estes foram fabricados inicialmente com argamassa, cimento, areia e moldados em fôrmas de madeira ou de argila, com cozimento em fornos.

Incorporando essa técnica de proteções solares Luís Nunes, na cidade do Recife, tornou popular o cobogó ao usá-lo em seus projetos. Este se tornou um componente construtivo comum nas edificações de todo território nacional, como exemplo Lúcio Costa e os irmãos Roberto, utilizando variadas configurações em material cerâmico, louça e vidro. O cobogó passa então a ser um marco da Arquitetura Moderna Brasileira.



Figura 1 – Fotografia Parque Guinle – RJ, projeto Lúcio Costa. Fonte: [www.vitruvius.com.br](http://www.vitruvius.com.br)



Figura 2 - Croqui Projeto sede do IAB dos irmãos Roberto. Fonte: [www.vitruvius.com.br](http://www.vitruvius.com.br)

A Universidade Federal de Alagoas – UFAL possui cobogós em muitos edifícios, tendo sido projetada na época da Arquitetura Moderna Brasileira. O edifício do Restaurante Universitário (R.U.) é um dos exemplares com uma área significativa ou expressiva de cobogós. Estes delimitam o espaço do refeitório em estudo, conforme a panorâmica da figura 3.

Um ambiente de refeições requer iluminação natural adequada ao consumo, exposição e conservação dos alimentos. Os padrões do nível de iluminamento seguem a NBR 5413/ 1992, de acordo com a tabela 1. O presente trabalho, tomando o R.U. como estudo de caso, analisou o potencial de iluminação natural utilizado, pois este garante a iluminância adequada em seu período de utilização durante o almoço. O estudo foi realizado no espaço do refeitório.



Figura 3 – Panorâmica 1 - Restaurante Universitário da UFAL – vista noroeste.

Tabela 1 – Níveis de iluminamento mínimo, médio e máximo por ambiente. Fonte: Norma Brasileira NBR 5413

RESTAURANTES	
Ambiente	Iluminâncias (lx)
Corredores e escadas	75 - 100 - 150
Exposições e demonstrações	200 - 300 - 500
Restaurantes	100 - 150 - 200
Lanchonetes	150 - 200 - 300
Auto-serviço	150 - 200 - 300
Portaria e recepção	150 - 200 - 300

## 2 OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo avaliar as condições de iluminação natural, adotando como estudo de caso o edifício do Restaurante Universitário (R.U.) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Pretende-se analisar a influência das cores no desempenho dos cobogós para a variação de iluminâncias do interior do edifício.

## 3 METODOLOGIA

Para a realização do presente trabalho, escolheu-se como estudo de caso o Restaurante Universitário da UFAL, devido ao uso expressivo de cobogós, a sua função diferenciada dos demais edifícios do Campus, bem como ao seu uso constante pela comunidade acadêmica. A metodologia adotada para o estudo de iluminação foi a simulação computacional através do software TropLux (CABÚS, 2005). Para tal, foram seguidos os procedimentos metodológicos explicitados a seguir.

### 3.1 Caracterização do objeto de estudo

O Restaurante Universitário do Campus A.C. Simões da UFAL localiza-se na via principal do Campus. A fachada principal do R.U., livre de obstruções, está voltada para o Noroeste a 23° de latitude oeste. É margeado por árvores, principalmente em sua face nordeste e sudeste.

Destinado a toda a comunidade acadêmica, o restaurante oferece refeições durante o almoço, no período de 11 às 14 horas, e durante o jantar, entre 18 e 20 horas.

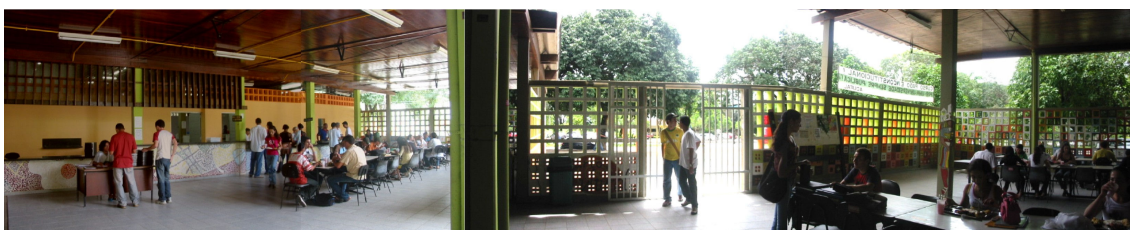




**Figura 4 – panorâmica 2 - Restaurante Universitário da UFAL – vista norte.**

A edificação em estudo é o restaurante universitário da Universidade Federal de Alagoas – UFAL. Trata-se de uma forma em L e é distribuída no terreno assimetricamente. O edifício divide-se em dois blocos volumétricos visíveis, que abrigam funções diferentes, porém complementares. O primeiro, ambiente que será abordado em nosso estudo, abriga a entrada principal possuindo balcões e mesas tendo a função de refeitório, onde é distribuída a alimentação. O segundo ambiente abrange a cozinha, onde são preparados os alimentos, as áreas de despensa, serviços e sanitários, bem como o setor administrativo.

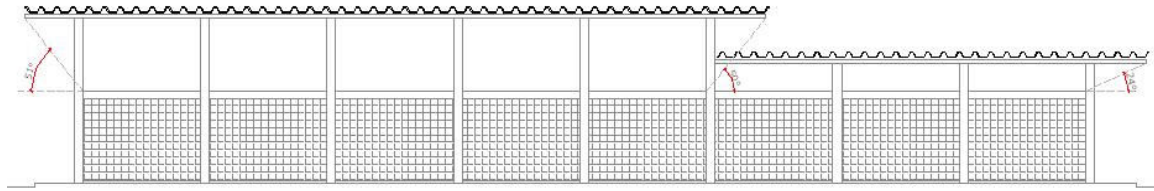
A princípio a área de distribuição e consumo dos alimentos, o refeitório, foi a área escolhida para o estudo devido à grande quantidade existente de cobogós. As paredes de cobogós são em concreto pintadas em cores diversas, sendo o laranja e o verde as cores predominantes. Esta área é composta por materiais de cor relativamente clara, excetuando-se apenas o teto que possui um forro em madeira com um tom escuro. O piso, em granilite, tem uma mescla de cinza com branco e, as poucas paredes totalmente vedadas existentes no local situam-se atrás dos balcões e são pintadas em cores quentes. Há ainda uma parede revestida em azulejo cerâmico na cor branca, no espaço dos lavatórios.



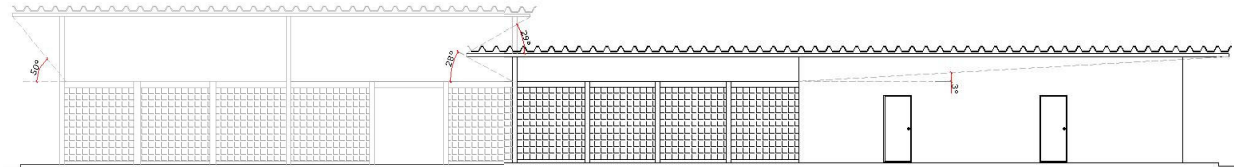
**Figura 5– Panorâmica interna do R.U. Face Noroeste.**



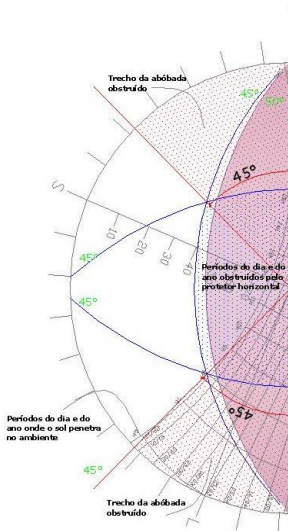
**Figura 6– Panorâmica interna do R.U. Face Sudeste**



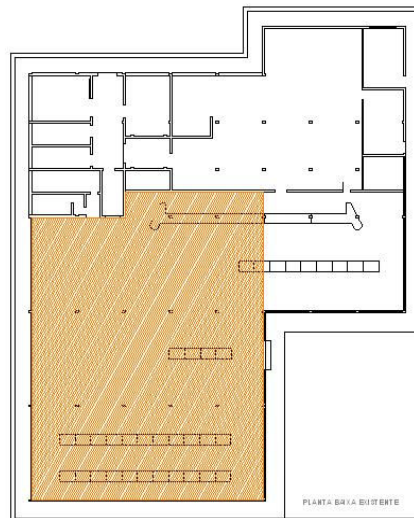
FACHADA NORDESTE



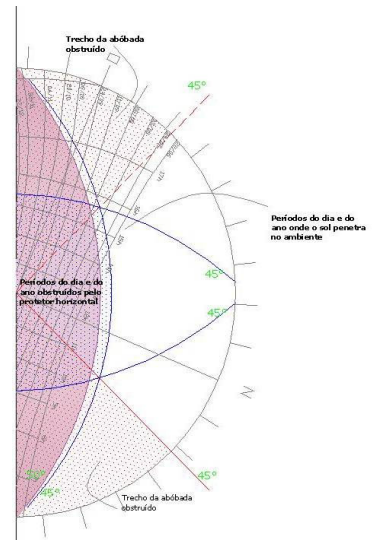
FACHADA NORDESTE  
Avaliação da obstrução proporcionada por protetores horizontais



MÁSCARA DE SOMBRA DA FACHADA SUDESTE  
(Latitude 10° SUL)

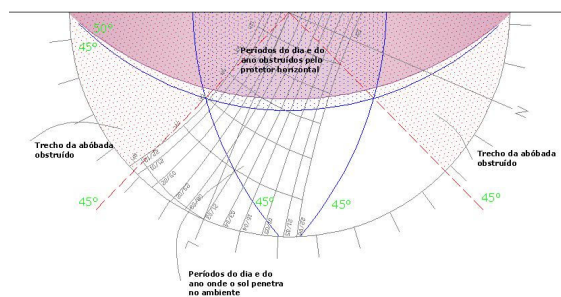


PLANTA BAIXA EXISTENTE



MÁSCARA DE SOMBRA DA FACHADA NOROESTE  
(Latitude 10° SUL)

MÁSCARA DE SOMBRA DA FACHADA NORDESTE  
(Latitude 10° SUL)



-  Máscara de sombra projetada pelo cobogó
-  Máscara de sombra projetada pelo beiral
-  Espessura do cobogó

Figura 7– Insolação das fachadas do R.U.

Todas as paredes externas do refeitório são em cobogós, inclusive duas paredes divisórias internas que separam o espaço de descanso e o acesso aos lavatórios e sanitários da área de refeições. Salienta-se

ainda que as paredes externas têm uma altura de 2,57m, enquanto o pé-direito do edifício é de 4,6m no bloco mais alto e de 3,35m no bloco mais baixo. Dessa forma, uma grande área entre as paredes e o teto é completamente aberta para o exterior. Este espaço, sem qualquer tipo de vedação, permite uma intensa entrada de luz, contrastando com a proteção dos cobogós. Nos horários em que o Sol não incide perpendicularmente à cobertura, um desconfortável ofuscamento é notado pelos usuários que permanecem sentados voltados às paredes externas.

A orientação das fachadas permite a entrada de luz direta no ambiente favorecendo o aquecimento interno durante seu período de utilização. Como podem ser vistos em todos os esquemas de insolação de fachadas, os cobogós influenciam muito na proteção do ambiente contra a radiação direta, contribuindo para um melhor conforto do usuário.

A proteção do beiral é relativamente pequena comparada ao pé-direito do ambiente, pois forma uma sombra insuficiente durante todo o ano (Ver máscara de sombra na figura 7). Se o beiral fosse maior ou o pé-direito menor, o ofuscamento provocado pela abertura superior diminuiria, visto que na parte em que o pé-direito é mais baixo, nota-se uma melhor distribuição da luz.

Por sua vez, o sombreamento resultante dos cobogós engloba em todas as fachadas o maior período de utilização diurno do restaurante pelos usuários em todas as épocas do ano.

### 3.2 Análises quantitativas

Inicialmente, realizou-se um levantamento do espaço físico do edifício e das características dos materiais das superfícies. Através de medições simultâneas de iluminâncias e luminâncias com o uso de um luxímetro e um luminômetro, calcularam-se as refletâncias de cada superfície, considerando as variações provocadas pela textura e cor do material. Para tal, utilizou-se a seguinte equação:

$$E = \frac{L \times \pi}{\rho} \quad [\text{Eq. 01}]$$

Onde: E - Iluminância (lx)

L- Luminância (cd/m<sup>2</sup>)

ρ – Refletância do material

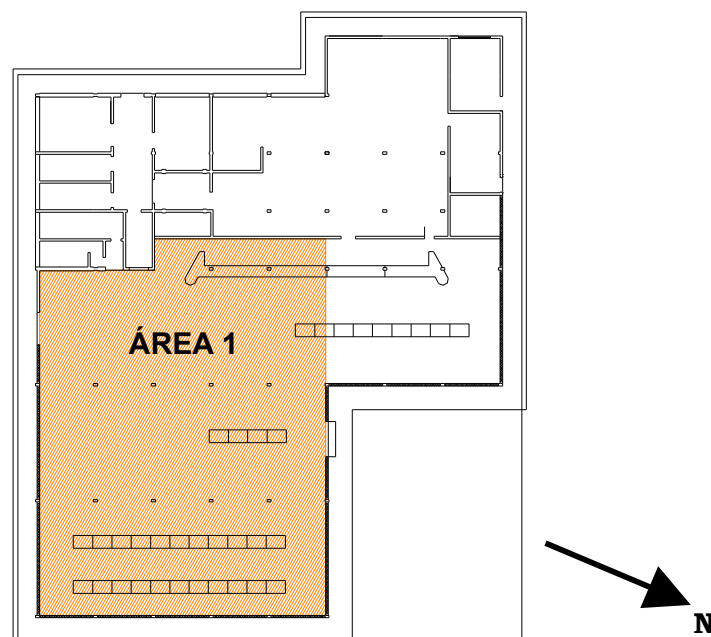
Os valores das refletâncias dos materiais estão descritos na tabela 1 a seguir:

**Tabela 2 – Refletância dos materiais**

	<b>Superfície/ material</b>	<b>Refletância</b>
1	Piso em granilite	0,3
2	Teto com forro em madeira	0,12
3	Parede revestida com azulejo cerâmico na cor branca	0,8
4	Parede de cobogós em concreto pintado na cor branca	0,8
5	Parede de cobogós em concreto pintado em cores diversas	0,4
6	Mesas para refeições revestidas com laminado melamínico na cor branca fosca	0,8

De posse de tais informações, realizou-se a modelagem do protótipo virtual no software TropLux 2.35. A construção do modelo é feita a partir do cadastro de planos devidamente localizados no espaço, além do registro das refletâncias referentes ao tipo de material que os compõem.

O TropLux, para otimização da modelagem, cria automaticamente uma geometria básica da sala, tornando-a retangular. Para a modelagem de geometrias com formas diversas, como é o caso do Restaurante Universitário, em formato de “L”, seria preciso tornar transparentes as paredes da geometria inicial retangular (considerando-as como planos imaginários), para em seguida criar os demais planos necessários para compor sua geometria real. Para fins de simplificação adotou-se a geometria retangular, a fim de admitir cobogós nas paredes da entrada principal do edifício. Pelo mesmo motivo, desconsideraram-se as paredes de cobogós internas existentes. As demais características do edifício foram preservadas. As dimensões utilizadas para o modelo são referentes à área 1 do R.U. visualizada na figura 8.



**Figura 8 – Área 1 – área utilizada para a modelagem e simulações no software TropLux.**

A fim de analisar a influência do uso das cores em cobogós nos níveis de iluminação no interior do edifício foram gerados dois modelos: o primeiro com os cobogós coloridos, de acordo com a situação atual do restaurante, e o segundo com os cobogós brancos. Para a modelagem do primeiro modelo, fez-se a média das refletâncias das cores, obtendo-se um valor de 0,4. Já no segundo modelo, foi adotado o valor de 0,8 para os planos referentes aos cobogós.

As simulações foram efetuadas para o dia 22 dos 12 meses do ano, do período de 11h às 14h (hora solar), na orientação real e céu parcialmente nublado (Céu CIE Tipo 10), segundo método proposto por CABÚS (2002). Este horário foi escolhido por ser o período de uso diurno do refeitório, enquanto o tipo de céu parcialmente nublado é o mais frequente na cidade de Maceió.

Para o cálculo das iluminâncias, selecionou-se no TropLux 2.35 a opção de cálculo de seu valor médio no plano das mesas de refeições, a 0,78m do piso. Dessa forma, obteve-se as iluminâncias médias mensais para cada hora considerada.



## 4 ANÁLISE DE RESULTADOS

### 4.1 Simulações computacionais

O programa Tropix calcula a iluminância usando o método do raio traçado (ray tracing) em conjunto com o método Monte Carlo. A partir dos coeficientes de luz natural (CLD), são processadas as componentes diretas e as componentes refletidas. Foram realizados ambos os processamentos no plano de trabalho a 0,78m do piso, correspondente a altura das mesas de refeições. Em seguida efetuou-se a simulação das iluminâncias nas condições já descritas no item 3.2. Abaixo, na figura 9, visualiza-se o modelo tridimensional do R.U. gerado pelo Tropix 2.35 a partir do cadastro dos dados mencionados no item 3.2.

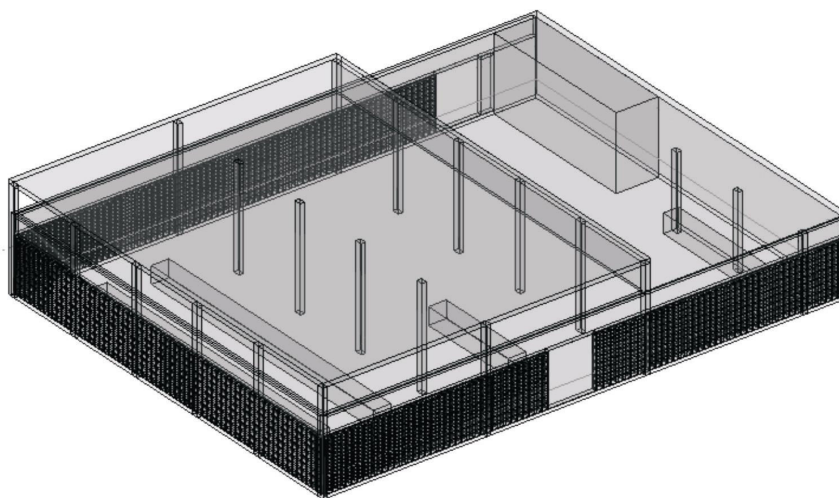


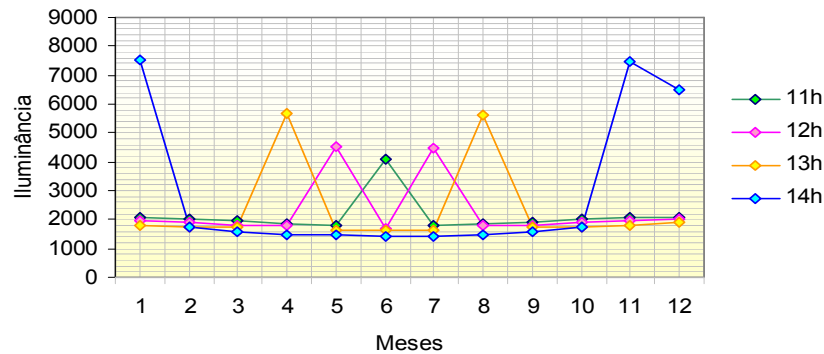
Figura 9 – Modelo Tridimensional do Restaurante Universitário da UFAL pelo Software Tropix 2.35.

A simulação para o modelo com cobogós coloridos (Gráfico 1), realizada para o plano das mesas de refeições a 0,78m do piso, para os dias 22 de cada mês do ano, apontou no período entre 11 e 14 horas uma iluminância média mensal variando entre 1409 lx e 2052 lx, com picos em horários variados. Observando o gráfico 1, percebe-se que há um acréscimo contínuo destes picos, aumentando com o passar das horas, em um sentido divergente a partir do centro do gráfico. Dessa forma, a linha referente às 11 horas possui um pico no mês de junho de 4090 lx; às 12 horas os picos são de cerca de 4500 lx nos meses de maio e julho; às 13 horas a iluminância atinge valores máximos de cerca de 5600 lx nos meses de abril e agosto, enquanto às 14 horas os picos são nos meses de janeiro e novembro com cerca de 7500 lx.

A simulação para os cobogós brancos, realizada sob as mesmas condições, apresentou resultados com variações semelhantes. Entretanto os valores das iluminâncias médias mensais são acrescidos em até 700 lx (Gráfico 2). Nos meses anteriormente citados, a iluminância atinge os valores de 4526 lx às 11 horas; cerca de 5000 lx às 12 horas; cerca de 6200 lx às 13h e cerca de 8200 lx às 14 horas.

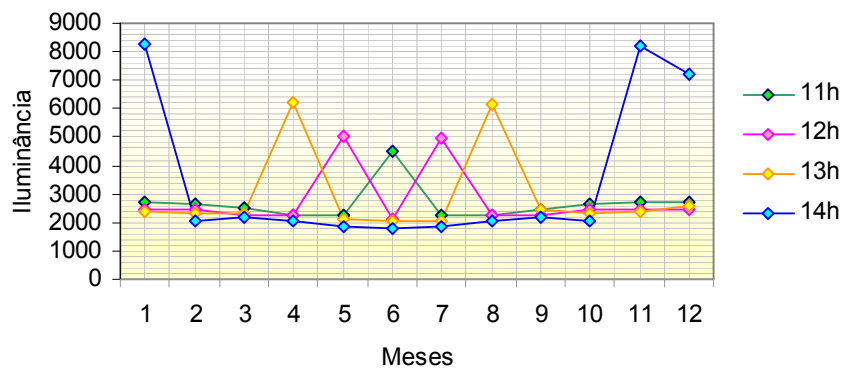


**Cobogós coloridos - R.U.**



**Gráfico 1 – Iluminâncias médias mensais para modelagem com cobogós coloridos.**

**Cobogós brancos - R.U.**



**Gráfico 2 – Iluminâncias médias mensais para modelagem com cobogós brancos.**

Os valores obtidos estão bem acima dos padrões mínimos estabelecidos pela NBR 5413/1992, que varia entre 75 e 500 lx dependendo do uso dos espaços do restaurante (Ver tabela 1). Entretanto, por se tratar de um espaço com muitas aberturas e assim, bem integrado ao meio exterior, o contraste de claridade entre o interior e o exterior da edificação é pequeno, não causando, portanto, grande sensação de desconforto para o usuário. Este incômodo visual é mais claramente percebido dependendo do lugar onde o comensal esteja. Se este estiver sentado voltado para a porta de entrada principal a sensação de ofuscamento é maior. Pois, a porta com vão de 2,5m, é em grade e permanece aberta, totalmente desprotegida da iluminação advinda do exterior. Deve-se considerar ainda que a incidência da luz sobre as mesas brancas também pode contribuir para a sensação de desconforto visual.

## 5 CONCLUSÕES

O estudo das condições de iluminação no edifício do Restaurante Universitário da UFAL demonstra a necessidade de se aliar os dados quantitativos obtidos a uma análise qualitativa do ambiente. Mostrou-se necessário levar em consideração as condições do entorno, da distribuição dos materiais, dos elementos arquitetônicos e mobiliários ao longo do recinto, bem como as necessidades e sensações dos usuários.

É importante perceber que os valores numéricos devem ser examinados dentro do contexto do caso estudado e que a quantidade de luz que incide no ambiente, embora excessiva quantitativamente, pode apresentar iluminâncias adequadas ao uso do ambiente. Embora o excesso de luz traga mais calor, o

que é indesejado no clima local, as aberturas dos cobogós favorecem a ventilação natural e consequentemente ajudam a manter o conforto térmico da edificação

Por outro lado, o uso de mesas com materiais menos especulares e cores com menor refletância também poderiam contribuir para melhorar o conforto visual, reduzindo a luminância excessiva no campo visual dos usuários.

A comparação entre as simulações comprova a eficiência do uso das cores para modificar os níveis de iluminação nos ambientes internos. Sem nenhum tipo de modificação quanto à proteção solar, apenas o uso de cobogós coloridos (com uma menor refletância) provocou uma redução de até 700 lx (9,33%) para o espaço estudado. No entanto, o uso de cores escuras pode intensificar o grau de contraste entre os ambientes interno e externo, provocando desconforto visual. Tal efeito poderia ser amenizado com o uso de artifícios que proporcionassem a incidência indireta dos raios solares com a diminuição da parcela de céu visível e a difusão da luz no ambiente.

## **6 REFERÊNCIAS**

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5413 (NB 57) – Iluminância de interiores**. Rio de Janeiro, 1992.

BITTENCOURT, L. S. **Uso das cartas solares. Diretrizes para arquitetos**. 4ª Edição, EDUFAL, Maceió, 2004. 109 p.

CABÚS, Ricardo C. (2005) **Troplux V 2.06 – Manual do Usuário**. Maceió: Grilu.

\_\_\_\_\_. **Tropical daylighting: predicting sky types and interior illuminance in northeast Brazil**. (PhD). Architecture, University of Sheffield, Sheffield, 2002. 288 p.

ARRUDA, Ângelo Marcos. **A popularização dos elementos da casa moderna em Campo Grande, Mato Grosso do Sul**. In: *Arquitextos* 047, Texto Especial 228, abril, 2004. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq000/esp228.asp>, visitada em 27 de Agosto de 2006

MELENDO, José Manuel Almodóvar. **Da janela horizontal ao brise-soleil de Le Corbusier: análise ambiental da solução proposta para o Ministério da Educação de Rio de Janeiro**. In: *Arquitextos* 051, agosto, 2004. Disponível em: [http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq051/arq051\\_02.asp](http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq051/arq051_02.asp), visitada em 25 de Agosto de 2006.