

## AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL DE UMA SALA DE DESENHO COM USO DO SOFTWARE SURFER

---

Aislan Cazéli do Calvario<sup>1</sup>, Jhonis Gomes Silva<sup>2</sup>, Nataly Laporte do Nascimento<sup>2</sup>, Samira Poleze Bronetti<sup>2</sup>, Sumáia Caroline Côco<sup>2</sup>, Alfredo Akira Ohnuma Júnior<sup>3</sup>

1. Graduando em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Aracruz (FAACZ) (aislancazeli@gmail.com)
2. Graduandos em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Aracruz (FAACZ)
3. Orientador, Doutor em Ciências da Engenharia Ambiental pela Universidade de São Paulo, Engenheiro Civil e Mestre em Ciências da Engenharia Ambiental.

Data de recebimento: 02/05/2011 - Data de aprovação: 31/05/2011

---

### RESUMO

A Iluminância é a medida de luz incidente numa superfície por unidade de área. A avaliação das condições de iluminação de um ambiente é feita com base nessa grandeza. Este trabalho objetivou avaliar os níveis de Iluminância de uma sala de desenho, a fim de determinar se estes valores atendem ao estabelecido por norma específica da Associação Brasileira de Normas Técnicas para esse tipo de ambiente. Os valores de Iluminância foram coletados em pontos pré-definidos, espalhados por toda a sala de desenho da Faculdade de Aracruz (FAACZ), onde é ministrado o curso de Arquitetura e Urbanismo. Esses valores de Iluminância foram inseridos no Software Surfer gerando assim gráficos 2D e 3D tornando possível visualizar a condição de iluminação por toda a sala. Como resultado tem-se os níveis de Iluminância variando entre 50 e 358lux. Esses valores mostram que as condições de Iluminância dessa sala estão abaixo do previsto pela NBR5413/1992.

**PALAVRAS-CHAVE:** Iluminância, sala de desenho, normas

### THE EVALUATION OF ARTIFICIAL LIGHTING CONDITIONS OF A ROOM WITH THE SOFTWARE DESIGN SURFER

#### ABSTRACT

The Illuminance is a measure of light incident on a surface per unit area. The evaluation of the lighting conditions of an ambience is made based on this magnitude. This study evaluated the levels of illuminance of a drawing room in order to determine whether these values meet the specific standard set by the Brazilian Association of Technical Standards for this type of ambience. The developed study verified Illuminance of a classroom, where it is supplied the course of Architecture and Urbanization. These values were inserted in Software Surfer generating 2D and 3D graphics rendering can view the status of lighting throughout the room. As a result, there is the illuminance levels ranging between 50 and 358lux. These figures show that the conditions of illuminance of this room are below forecast by NBR5413/1992.

**KEYWORDS:** Illuminance, room design, standards

## **INTRODUÇÃO**

Atualmente, na sociedade moderna, as pessoas passam a maior parte do tempo em ambientes iluminados artificialmente. Segundo BRONDANI (2006), a utilização de iluminação artificial permite a realização de tarefas a qualquer hora do dia, o que não poderia ser feito se fosse utilizada apenas a iluminação natural. Para SCARAZZATO (1989), a iluminação adequada de um ambiente fornece o conforto visual, que segundo ele, melhora a percepção visual dos usuários, facilitando assim o desempenho das mais variadas tarefas nesses locais. A iluminação desses ambientes deve atender a padrões de Iluminância, que aqui no Brasil é determinado pela norma NBR 5413/1992, desenvolvida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). A Iluminância (E), que é a medida da quantidade de luz incidente numa superfície por unidade de área (PEREIRA & SOUZA, 2005), deve atender a níveis estabelecidos pela NBR5413/1992, de acordo com o ambiente a que ela irá atender. Para VIANNA & GONÇALVES (2001), um dos fatores a ser considerado na realização de tarefas visuais são os níveis de Iluminância. O estudo desenvolvido verificou justamente esses níveis, coletados em uma sala de aula, onde é ministrado o curso de Arquitetura e Urbanismo. Esse ambiente encontra-se na Faculdade de Aracruz (FAACZ), localizada na cidade de Aracruz – ES, Brasil.

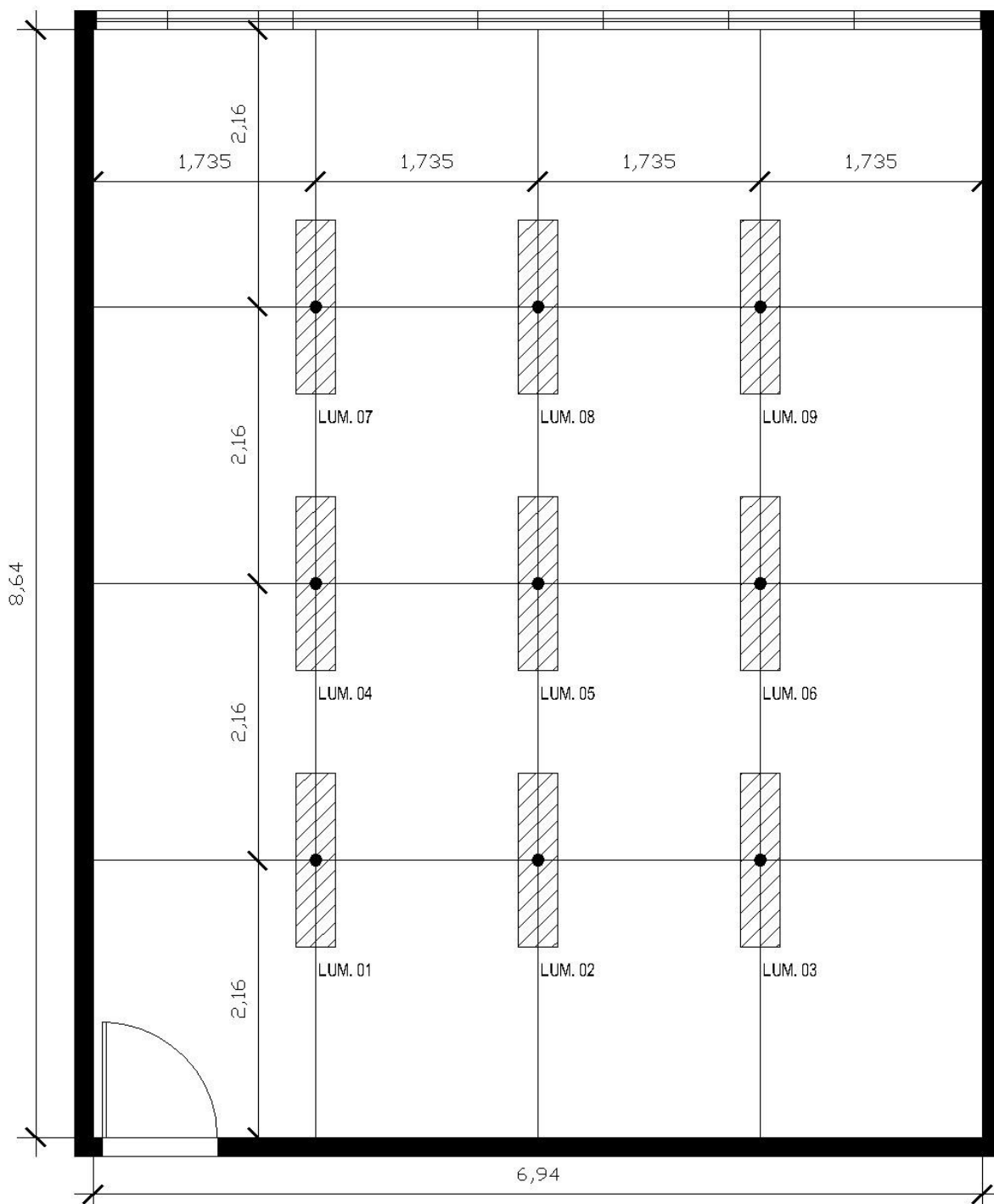
## **OBJETIVOS**

O presente estudo tem como objetivo analisar as condições de iluminação da sala de aula da Faculdade de Aracruz (FAACZ), e a partir de então compará-lo ao previsto pela NBR5413/1992, para assim deduzir se os valores atendem ou não aos padrões exigidos pela norma.

## **CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE**

A sala de aula é classificada como sala de desenho pela Associação Brasileira de Normas Técnicas através da NBR5413/1992, por se tratar de um ambiente destinado ao desenvolvimento de projetos arquitetônicos. Essa sala possui as paredes na cor branca, cor que também se apresenta na lousa onde é passada a matéria para os alunos. O piso é revestido de material cerâmico na cor cinza. O ambiente possui diversas pranchetas usadas para desenvolver os projetos arquitetônicos, cuja altura chega a 0,70m do chão. Há nessa sala de desenho um total de nove luminárias, das quais apenas seis, as luminárias 01, 02, 03, 04, 05 e 06, ficam em funcionamento, sendo que uma dessas seis, a luminária 03, possui uma das duas lâmpadas queimada. O restante, as luminárias 07,08 e 09 não funcionam. Todas as luminárias possuem duas lâmpadas cada, do tipo fluorescente tubular. O levantamento dos dados foi feito no período noturno, sendo assim, as grandes janelas localizadas no fundo da sala não influenciaram na Iluminância do local, pois o período noturno não permite usufruir da iluminação natural que para VERDUSSEN (1978) é a luz ideal.

A Figura 1 mostra a planta baixa da sala de desenho, na escala de 1/50. A área do ambiente é de 59,96m<sup>2</sup>.



**FIGURA 1:** Planta baixa da sala de desenho

**Fonte:** levantamento de campo

## METODOLOGIA

O estudo se apoiou em duas etapas, sendo que a primeira consistiu na coleta dos valores de Iluminância da sala de aula e a segunda no processamento desses dados.

Inicialmente foram levantadas as dimensões da sala de aula (Largura, Comprimento e Área). Além das dimensões já citadas anteriormente, foi preciso determinar a distância entre a superfície de trabalho e as luminárias, sendo essa distância de 2,60m de altura. Todas essas dimensões são essenciais para se determinar os pontos onde será estacionado o Luxímetro (equipamento utilizado para coletar valores de Iluminância).

As dimensões obtidas constam no quadro abaixo:

**QUADRO 1:** Dimensões da sala de desenho

DIMENSÕES			
LARGURA (m)	COMPRIMENTO (m)	ÁREA (m <sup>2</sup> )	ALTURA (m)
6,94	8,64	59,96	*2,60

**Fonte:** levantamento de campo

Para determinar o número mínimo de pontos necessários para verificação do nível de iluminação deve-se determinar o Índice do Local (K) pela expressão abaixo e recorrer ao Quadro 2, conforme normatizado pela NBR15215-4 (ABNT, 2004).

$K = \frac{C \cdot L}{H_m \cdot (C + L)}$	Onde: L é a largura do ambiente, em metros [m]; C é o comprimento do ambiente, em metros [m]; H <sub>m</sub> é a distância vertical entre a superfície de trabalho e o topo da janela ou do plano das luminárias, em metros [m].
---	--

Desse modo obtivemos o seguinte resultado:

$$K = 8,64 \times 6,94 / 2,60 \times (8,64 + 6,94)$$

$$K = 1,48$$

O valor de “K” encontrado na fórmula acima foi inserido no quadro abaixo, para enfim se determinar os pontos de estacionamento do Luxímetro.

**QUADRO 2:** Quantidade mínima de pontos a serem medidos

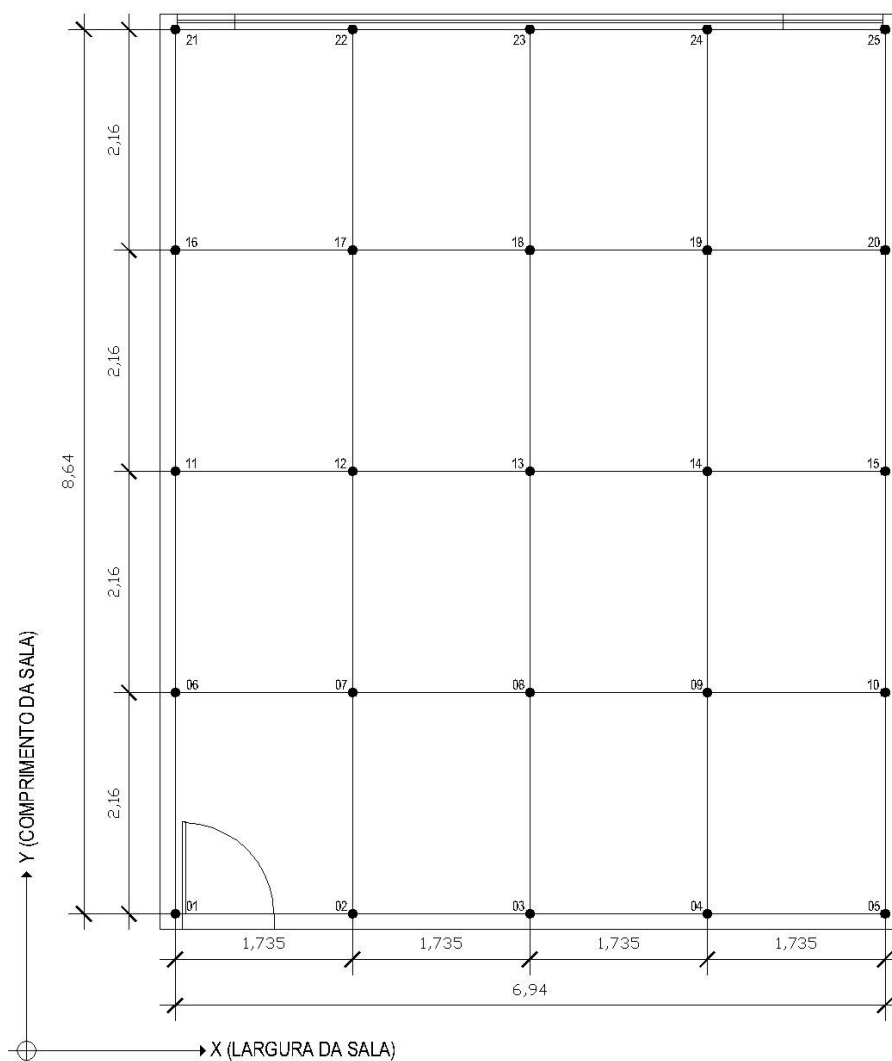
K	NÚMERO DE PONTOS
<1	9
1 ≤ K ≤ 2	16
2 ≤ K ≤ 3	25
K ≥ 3	36

**Fonte:** NBR15215-4/2004

O valor de “K” encontrado foi o de 1,48, ficando, portanto entre 1 e 2, que corresponde a 16 figuras geométricas. Essas figuras geométricas, representadas por retângulos, foram espalhadas de forma uniforme pela sala de aula. Foi determinado que o comprimento da sala (8,64m) seria seccionado de forma a obter 4 segmentos

de 2,16m cada e, que a largura da sala (6,94m) seria seccionado de forma a obter 4 segmentos de 1,735m cada, obtendo assim os 16 retângulos necessários ao estudo. Com esses 16 retângulos chegou-se a 25 pontos onde foi estacionado o Luxímetro.

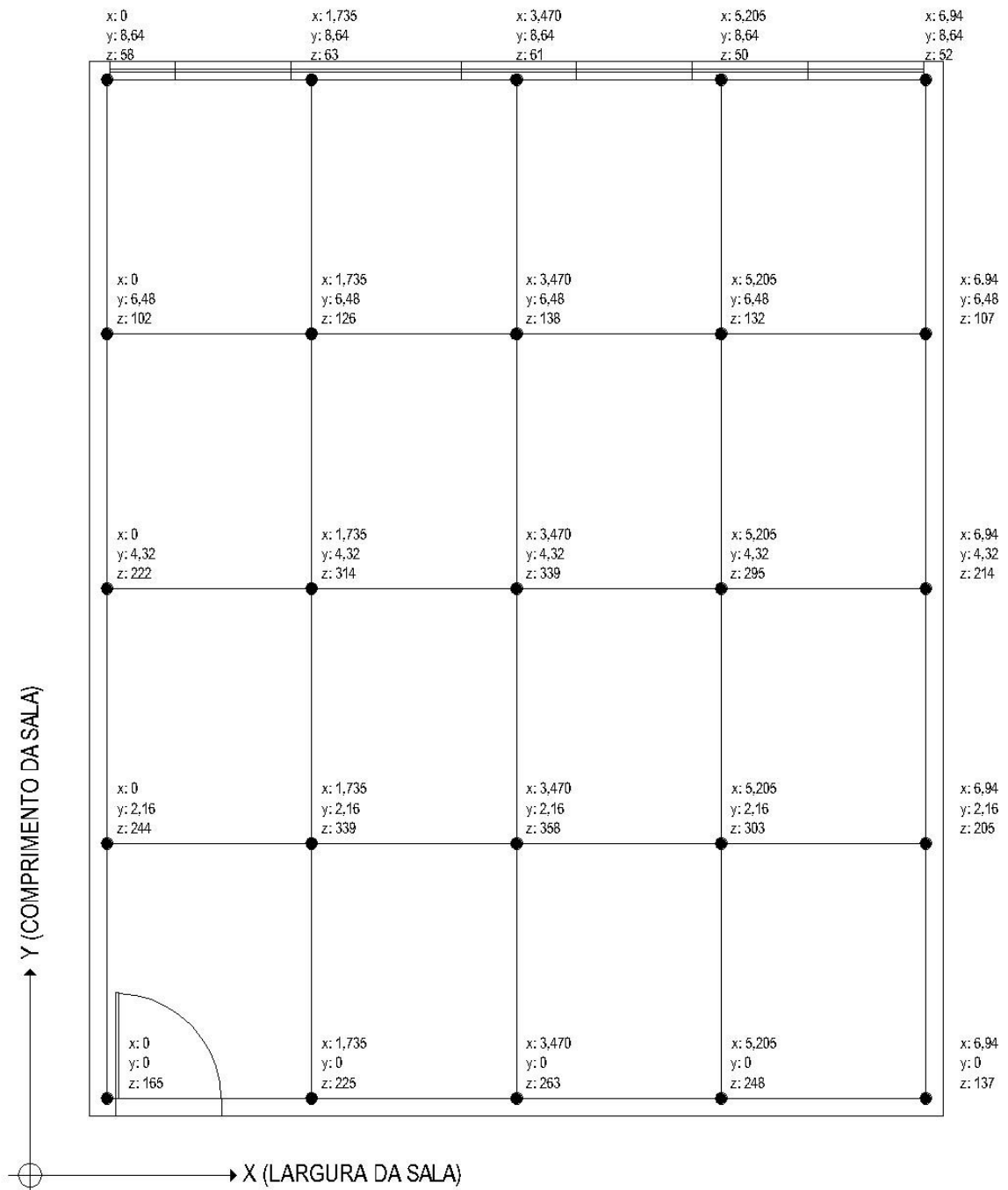
Segundo a NBR15215-4 (ABNT, 2004), o ambiente interno deve ser dividido em áreas iguais, com formato próximo ou igual a um quadrado, e no centro de cada área deve-se fazer a medida da Iluminância (E). Essa mesma norma recomenda que ao planejar a malha, deve-se evitar pontos muito próximos às paredes, recomendando um afastamento mínimo de 0,50m. No caso desse estudo, de caráter didático, foi definido que os pontos escolhidos seriam os extremos das figuras geométricas e não o centro destas, seguindo orientação do software Surfer, que traz no tutorial, a coleta de valores de Iluminância nos extremos das figuras, conforme adotado neste estudo.



**FIGURA 2:** Localização dos pontos de coleta das Iluminâncias  
**Fonte:** levantamento de campo

A Figura 2 mostra os 25 pontos onde foi estacionado o Luxímetro usado nas leituras de luminância, cujos resultados obtidos foram inseridos no software Surfer desenvolvido pela Universidade Federal de Santa Catarina.

Nesse software foi gerado um gráfico 2D e 3D, a partir da inserção de dados coletados na sala de aula, onde foi possível enxergar a luminância espalhada pelo ambiente estudado. Esses dados constam na Figura 3.



**FIGURA 3:** Demonstração dos valores coletados em sala de aula  
**Fonte:** levantamento de campo

Com base no tutorial Dicas para Utilização do Programa SURFER elaborado por PEREIRA & CLARO (2011), a inserção dos dados no Software se deu através de uma planilha, que trabalha com coordenadas “x”, “y” e “z”, onde:

Eixo x: largura da sala (m)

Eixo y: comprimento da sala (m)

Eixo z: valores de Iluminância (lux) lida pelo equipamento Luxímetro

No Quadro 3 constam os dados coletados em sala de aula.

**QUADRO 3:** Dados coletados em sala de aula

EIXO X	EIXO Y	EIXO Z
Largura da Sala (m)	Comprimento da Sala (m)	Iluminância (lux)
0.000	0.000	165
1.735	0.000	225
3.470	0.000	263
5.205	0.000	248
6.940	0.000	137
0.000	2.160	244
1.735	2.160	339
3.470	2.160	358
5.205	2.160	303
6.940	2.160	205
0.000	4.320	222
1.735	4.320	314
3.470	4.320	339
5.205	4.320	295
6.940	4.320	214
0.000	6.480	102
1.735	6.480	126
3.470	6.480	138
5.205	6.480	132
6.940	6.480	107
0.000	8.640	58
1.735	8.640	63
3.470	8.640	61
5.205	8.640	50
6.940	8.640	52

**Fonte:** levantamento de campo

Após a inserção dos dados na planilha deve-se trabalhar a configuração desse software a fim de obter uma melhor visualização do gráfico. Vale lembrar que ao entrar com os dados no Surfer devem-se separar as casas decimais com pontos e não com vírgulas, conforme mostrado no Quadro3.

## RESULTADOS

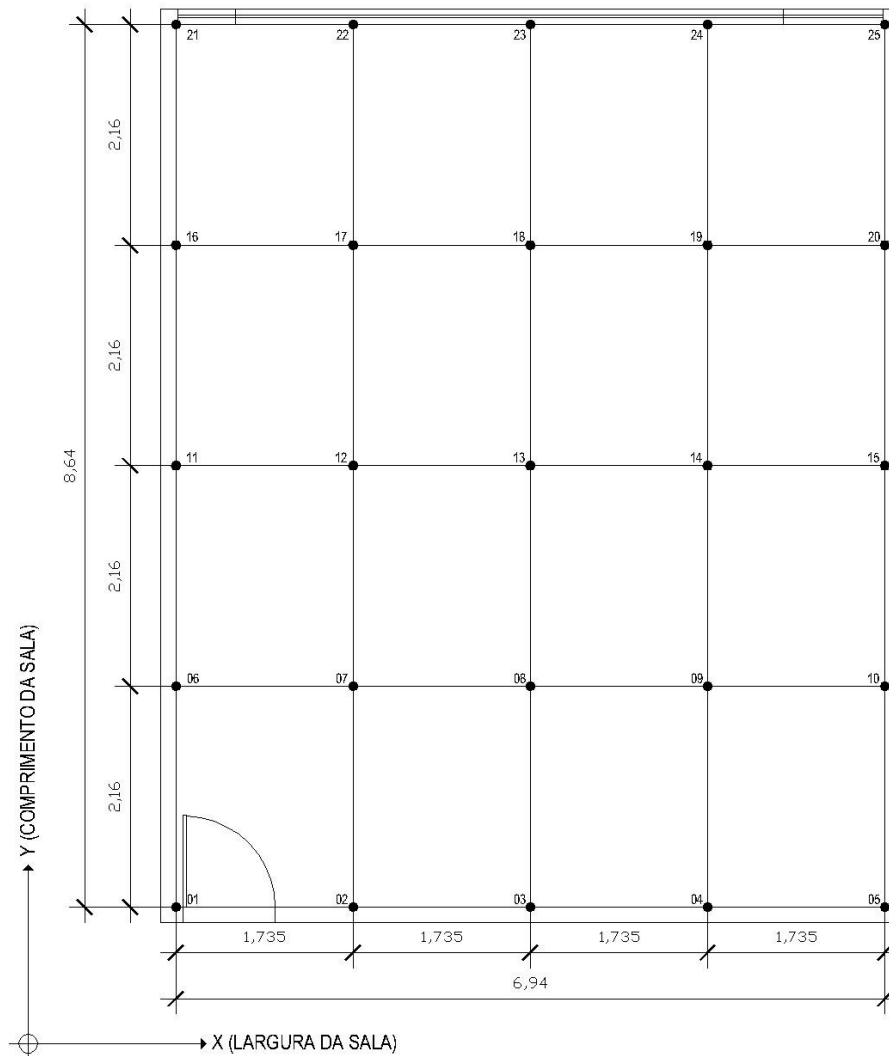
Os valores de Iluminância constam no próximo quadro (Quadro 4), e abaixo, a Figura 4 mostra a locação dos pontos onde foram coletadas as Iluminâncias. Esses valores encontram-se abaixo do previsto pela NBR5413/992, que prevê 500lux como valor mínimo para esse tipo de ambiente.

**QUADRO 4:** Valores de Iluminância

Pontos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Iluminância (lux)	165	225	263	248	137	244	339	358	303	205	222	314	339

Pontos	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Iluminância (lux)	295	214	102	126	138	132	107	58	63	61	50	52

**Fonte:** levantamento de campo



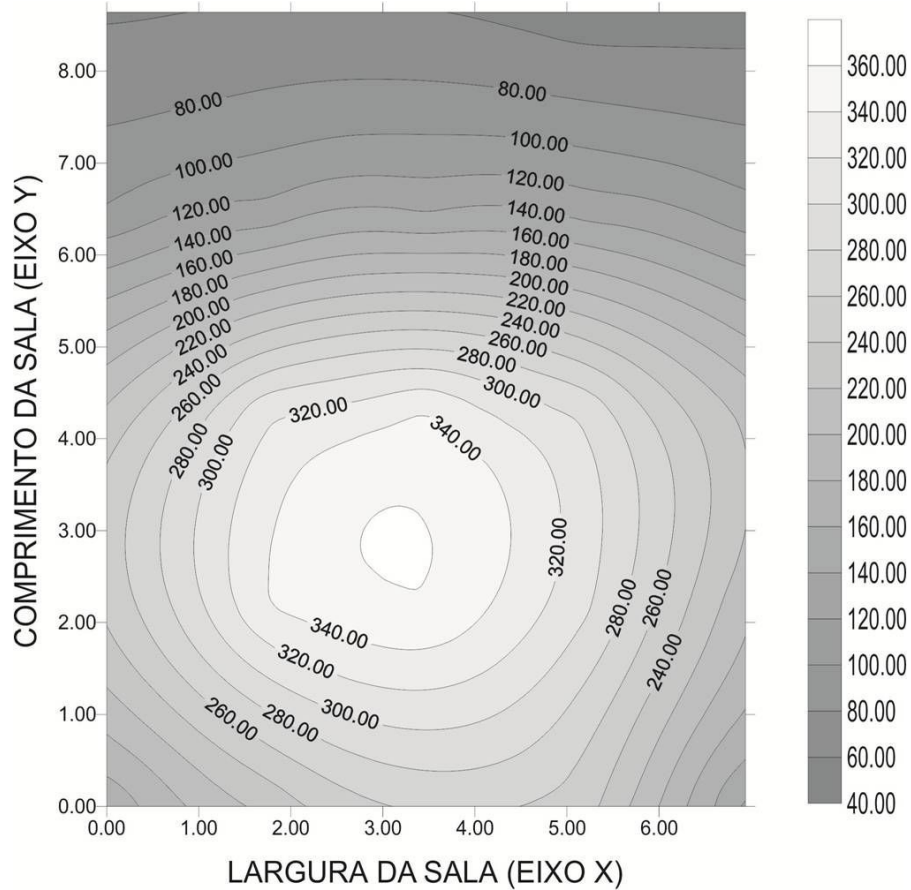
**FIGURA 4:** Locação dos pontos de coleta das Iluminâncias

**Fonte:** levantamento de campo

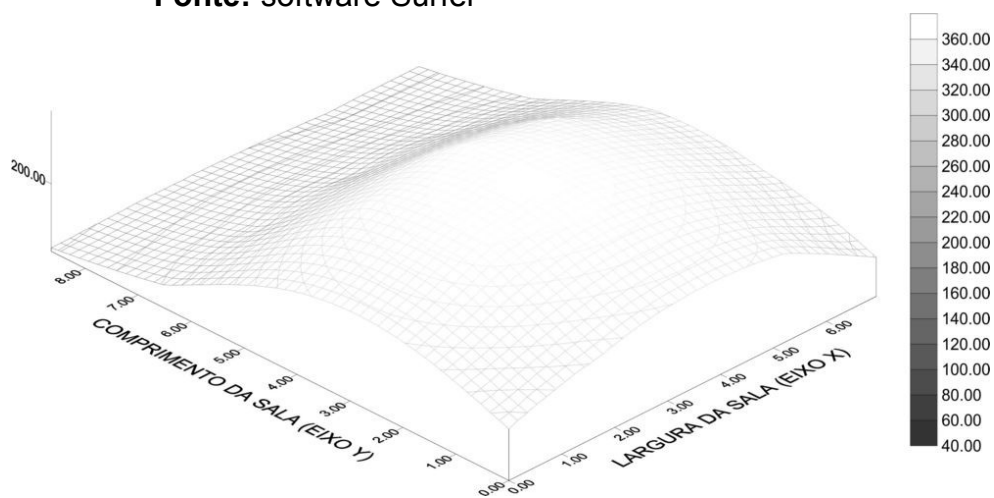
O gráfico abaixo demonstra os valores de Iluminância encontrados na sala de aula. A escala de cor ao lado do gráfico mostra que a cor cinza claro simboliza a



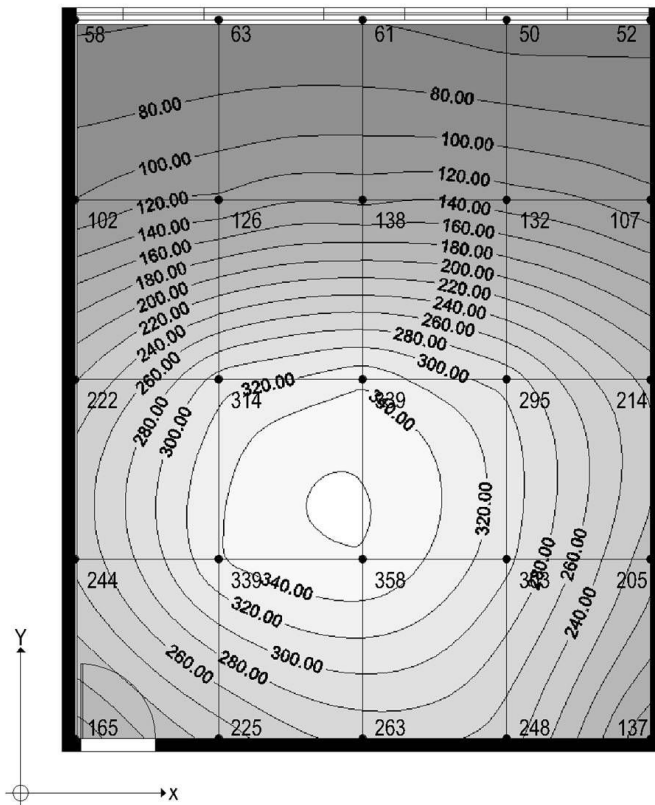
máxima iluminância encontrada enquanto que a cor grafite demonstra valores mínimos encontrados. Na parte superior do gráfico tem-se os menores valores de iluminância, e já mais ao centro encontram-se os valores mais altos, notado pela cor mais clara e pelos valores da curva que chegam a variar de 200 a 360 lux.



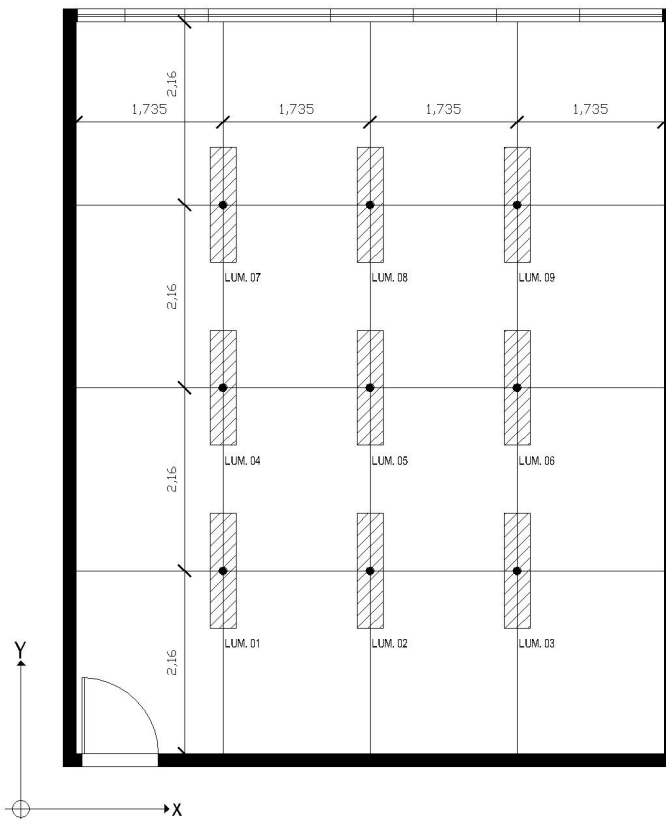
**FIGURA 5:** Gráfico 2D gerado pelo programa Surfer  
**Fonte:** software Surfer



**FIGURA 6:** Gráfico 3D gerado pelo programa Surfer  
**Fonte:** software Surfer



**FIGURA 7:** Curva e planta baixa constando as Iluminâncias  
**Fonte:** levantamento de campo e software Surfer



**FIGURA 8:** Locação das Luminárias  
**Fonte:** levantamento de campo

Os três gráficos anteriores (Figuras 5, 6 e 7) demonstraram a variação de valores de Iluminância encontrados na sala de aula. Como dito anteriormente, o centro da sala apresenta os valores mais altos de Iluminância (cor cinza claro), enquanto o fundo (cor grafite) apresenta os menores índices de Iluminância. Alguns fatores foram importantes na definição dos valores de Iluminância, como o fato da ausência de Iluminação no fundo da sala, onde as luminárias 07,08, e 09 encontravam-se inoperantes e o fato da luminária 03 possuir uma de suas lâmpadas fluorescentes queimadas (Figura 8).

### COMPARAÇÃO COM A NBR5413/1992

Conforme dito anteriormente os valores encontrados na sala de desenho apresentam-se abaixo do que a norma prevê. Segundo a NBR5413/1992 (ABNT, 1992), para esse tipo de ambiente, os valores de Iluminância não devem ficar abaixo de 500lux (Quadro 5).

**QUADRO 5:** Iluminâncias em lux, por tipo de atividades

Ambiente	Valores de Iluminância (lux)		
Sala de Desenho	300	500	750

**Fonte:** NBR5413/1992

O valor médio adotado foi o de 500lux, justificado por um conjunto de fatores descritos nos parágrafos abaixo.

A NBR5413/1992 diz que das três Iluminâncias citadas na tabela acima deve se adotar o valor do meio para todos os casos. Com base nessa regra o valor aceitável para esse ambiente seria de 500lux. Outro fator que induziu na adoção deste valor de Iluminância foi a somatória dos pesos baseados nos critérios abaixo:

- **IDADE:** No ambiente estudado encontra-se usuários que ocupam a faixa etária entre 40 a 55 anos. Com base nisso, adotou-se o peso 0 (zero);

- **VELOCIDADE E PRECISÃO:** classificado como “Importante”, pelo fato de não se encaixar como sem importância por ser um ambiente necessário ao desenvolvimento de desenhos, e nem crítica, pelo fato desse mesmo ambiente não ser ocupado o tempo todo pelo mesmo grupo de pessoas. Com base nisso, adotou-se o peso 0 (zero);

- **REFLETÂNCIA DO FUNDO DA TAREFA:** Tomando como referência o Manual de Iluminação Eficiente, desenvolvido pelo Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL (RODRIGUES, 2002), conclui-se que esse item se encaixa na superfície Muito Clara, cuja refletância é de 70%. Com base nisso, adotou-se o peso 0 (zero).

A partir de então, foram somados todos os pesos relativos aos itens enumerados anteriormente, cujo resultado foi 0 (zero). Esse resultado, segundo a norma, diz que o valor a ser adotado para esse tipo de ambiente é o de 500lux. O Quadro 6 mostra os pesos determinantes do valor de Iluminância a adotar.

**QUADRO 6:** Fatores determinantes de iluminância adequada

Características da tarefa e do observador	Peso		
	-1	0	+1
Idade	Inferior a 40 anos	40 a 55 anos	Superior a 55 anos
Velocidade e precisão	Sem importância	Importante	Crítica
Refletância do fundo da tarefa	Superior a 70%	30 a 70%	Inferior a 30%

Fonte: NBR5413/1992

### CONCLUSÃO

O estudo levantado serviu para avaliar a Iluminância da sala de aula, que devido a função a que se destina, que é o de desenho arquitetônico, é classificado pela NBR5413/1992 como “sala de desenho”. A análise dos dados levantados serviu para mapear os níveis de Iluminância do ambiente estudado onde se notou que o centro apresenta maior valor de Iluminância, enquanto que os fundos apresentam valores menores. Foi possível verificar nos gráficos gerados que os valores de Iluminância encontram-se abaixo do previsto pela NBR5413/1992.

### REFERÊNCIAS

(ABNT) Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 015215-4 – **Iluminação Natural – Parte 4: Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações – Método de medição**. Novembro, 2004

(ABNT) Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5413 – **Iluminância de interiores**. Abril, 1992.

BRONDANI, S.A. **A percepção da luz artificial no interior de ambientes edificados**. Florianópolis: UFSC, 2006. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.

PEREIRA, F.O.R.; CLARO, A. **Dicas para utilização do programa Surfer**. Laboratório de Conforto Ambiental, 2011. Departamento de Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Santa Catarina. Disciplina Arq5656. Disponível em: <[www.labcon.ufsc.br/anexosg/31.doc](http://www.labcon.ufsc.br/anexosg/31.doc)>. Acesso em 08 abr 2011.

PEREIRA, F.O.R.; SOUZA, M.B.. **Iluminação**. Laboratório de Conforto Ambiental, 2011. Departamento de Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Pós-Graduação de Arquitetura e Urbanismo, Curso de Pós-Graduação em Construção Civil. Disponível em: < <http://www.labcon.ufsc.br/anexosg/140.pdf>>. Acesso em 08 abr 2011.

RODRIGUES, P. **Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. Manual de Iluminação Eficiente - ELETROBRÁS, PROCEL**. 1ª. ed. Julho 2002.

SCARAZZATO, P.S. **Avaliação Pós-Uso: Considerações sobre Conforto Térmico e Iluminação**. In: Seminário Avaliação Pós-Uso, 1989, São Paulo. Seminário Avaliação Pós-Uso. São Paulo : Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 1989. v. único.

VERDUSSEN, R. **Ergonomia: a racionalização humanizada do trabalho.** Rio de Janeiro: Ed. Livros Técnicos e Científicos, 1978.

VIANNA, N.S.; GONÇALVES, J.C.S. (2001). **Iluminação e arquitetura.** São Paulo: Virtus; Universidade do Grande ABC.