

## CONTRIBUIÇÃO DA ILUMINAÇÃO NATURAL EM MODELOS REPRESENTATIVOS DE SALAS DE AULA NO CAVG

**VIVIANE MÜLECH RITTER<sup>1</sup>; CORRÊA, CELINA MARIA BRITTO<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas / Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo-  
PROGRAU/UFPel – vivianeritter@yahoo.com.br*

*<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas/ Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo-  
PROGRAU/UFPel – celinab.sul@terra.com.br*

### 1. INTRODUÇÃO

A luz é um importante mecanismo para o desenvolvimento de atividades diárias. Em uma sala de aula, a iluminação é parte integrante do processo de ensino e aprendizagem, capaz de proporcionar o bem estar físico e psíquico tanto do aluno como do professor. Segundo KOWALTOWSKI (2011), pesquisas em ambientes de ensino, revelaram que nas salas com grande contribuição de iluminação natural, os discentes apresentaram maior produtividade.

A preocupação com a importância do aproveitamento da iluminação natural em ambientes de ensino foi o ponto de partida para este trabalho, e também a sua relevância quanto à contribuição para o menor impacto ambiental dado a redução de consumo com a iluminação artificial.

Segundo a NBR 5413 (ABNT, 1992), o nível de iluminância recomendada para salas de aula deve ser de 300 lux. Com base nesta informação, tem-se como objetivo principal desta pesquisa verificar o nível de contribuição de iluminação natural em salas de aula, em situação de inverno, na instituição de Ensino Campus Pelotas Visconde da Graça – IFSUL, localizada na cidade de Pelotas-RS, e se observar se atendem ao nível de iluminação recomendado pela normativa citada. Foram avaliadas quatro salas de aula. Duas dessas, em uma edificação que apresenta características arquitetônicas do ano de 2010, e duas em outro prédio, construído em 1923, objetivando-se também, o estudo sobre os níveis de iluminância proporcionados por aberturas características de cada um dos momentos daquela arquitetura escolar.

### 2. MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia adotada caracterizou-se como uma avaliação quantitativa com medições in loco, no período de inverno. As avaliações ocorreram nas salas de aula no prédio da década atual, denominado Prédio 102 (2010), e o outro mais antigo, Prédio 63 (1923).

As salas de aula avaliadas no Prédio 102 apresentam as mesmas dimensões (7,93 x 6,05 m) e pé-direito 2,80m; paredes em alvenaria rebocada, na cor areia (refletância = 64,3%) e laje rebocada na mesma cor; piso cerâmico cor branca (R=66%); janelas em alumínio, com dimensões: 2,00 x 1,60 /0,90 m na fachada noroeste; 2,00 x 0,80 /1,56 m e 2,80 x 0,80 /1,56 na fachada sudeste, estas somente na sala 02; e porta 0,80 x 2,50 m na cor branca (R=88,9%). Já no Prédio 63, a sala 11 apresenta as dimensões 6,10 x 9,34 m e sala 14 6,19 x 9,34 m, ambas com pé-direito de 4,00 m; paredes em alvenaria rebocada na cor amarelo escuro do piso até 1,24 m (R= 31,4%) e amarelo claro até o teto (R=70,7%); forro em madeira na cor marrom escuro (R=21,9%); piso cimentado cor marrom avermelhado (R=26,7%); janelas de ferro 1,99 x 1,50 /1,48 m, cor marrom (R=29,2%) e porta de madeira na cor azul (R=16,7%). A relação entre as

áreas dos pisos e as áreas de janelas são as seguintes: Prédio 102, sala 01-13%, sala 02 - 21%, e Prédio 63, sala 11 - 21%, e sala 14 -15%.

Nas medições foram utilizados luxímetros LUTRON LX 1108, instrumentos lotados no Laboratório de Conforto e Eficiência Energética da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFPel (LabCEE). De acordo com o cálculo definido pela NBR 15.215-4 (ABNT,2004), em ambas as salas, internamente marcaram-se 25 pontos para a colocação dos aparelhos, conforme figuras 04, 05, 06 e 07.

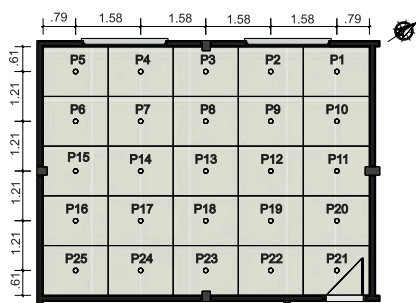


Figura 04 – Sala de aula 01

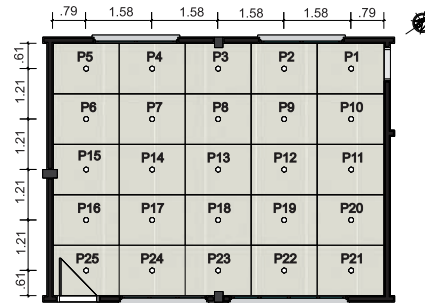


Figura 05 – Sala de aula 02

Figura 04 e 05 – Marcação dos pontos de medição nas salas de aula 01 e 02 do Prédio 102.

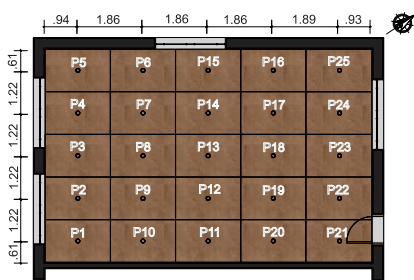


Figura 06 – Sala de aula 11

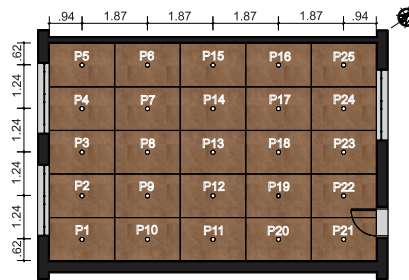


Figura 07 – Sala de aula 14

Figura 06 e 07 – Marcação dos pontos de medição nas salas de aula 11 e 14 do Prédio 63.

Os dados medidos são fornecidos em lux pelo equipamento, e os resultados obtidos são aqui apresentados em FLD (Fator Luz Diurna), ou seja, a relação entre a iluminação natural num determinado ponto num plano horizontal interno devido à luz recebida direta ou indiretamente da abóbada celeste com uma distribuição de luminâncias conhecida, e a iluminação simultânea num plano horizontal externo produzida pela abóbada celeste totalmente desobstruída, expressa como uma porcentagem (NBR 15.215-1/ABNT,2004). Em função da disponibilidade dos equipamentos, utilizaram-se quatro instrumentos simultaneamente, em ciclos onde um aparelho era posicionado externamente e três internamente, na altura do plano de trabalho (76 cm). Para as medições, de leitura instantânea, estabeleceu-se um intervalo de duas horas, iniciado às 8 horas e com término às 18 horas. Quatro pessoas trabalharam no levantamento de dados, tomando dados de três pontos internos e de um ponto de medição externo.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados obtidos nas medições in loco, foram organizados em forma de diagramas e tabelas para facilitar a sua análise e compreensão, com o intuito de

informar o percentual de contribuição de iluminação natural em cada ponto em relação ao ponto externo. Os resultados das medições na sala de aula do Prédio 102 podem ser observados nas figuras 8 e 9, e os resultados relativos ao Prédio 63 podem ser verificados nas figuras 10 e 11.

**LEGENDA**

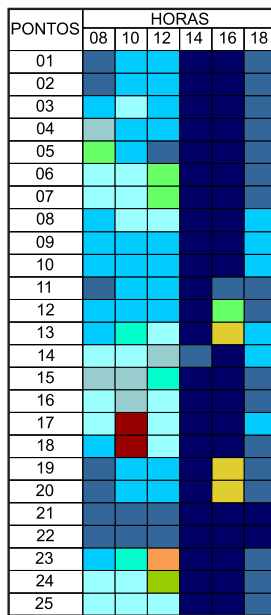
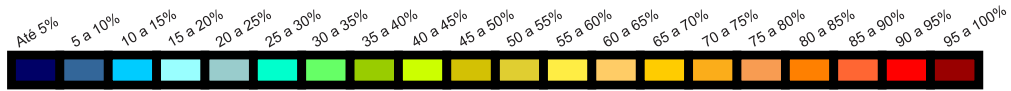


Figura 08

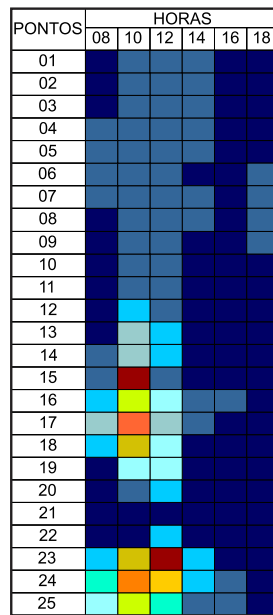


Figura 09

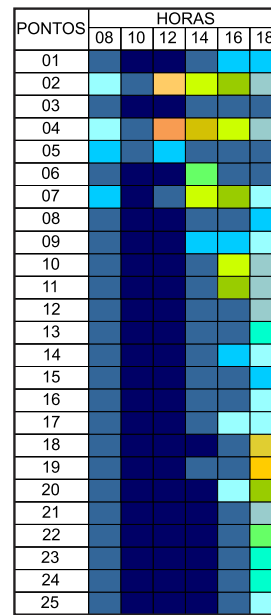


Figura 10

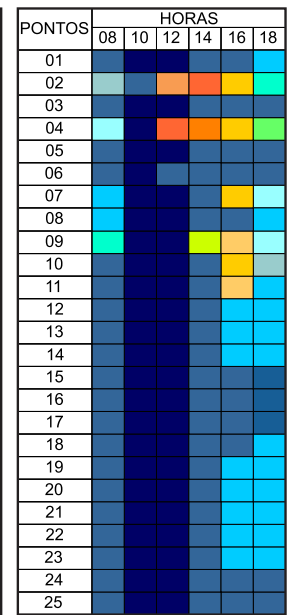


Figura 11

Figuras 08 e 09 – FLD do Prédio 102, salas 01 e 02, respectivamente.

Figuras 10 e 11 – FLD do Prédio 63, salas 11 e 14, respectivamente.

A fim de verificar quais pontos estão de acordo com a NBR 5413, foram montadas tabelas, cujos resultados grifados em cinza, representam os valores inferiores a 300 lux, ou seja, não atendem ao requisito da normativa de iluminância recomendado para salas de aula.

Tabelas 01 e 02 – Resultados das medições das salas 01 e 02 – Prédio 102.

| Horas \ Pontos | TABELA 01 - RESULTADOS EM LUX – SALA 01 |        |       |       |       |       |
|----------------|---|--------|-------|-------|-------|-------|
|                | 08                                      | 10     | 12    | 14    | 16    | 18    |
| 01             | 233,2                                   | 793    | 2114  | 3680  | 3402  | 25,79 |
| 02             | 778                                     | 2045,6 | 49800 | 55100 | 26480 | 50,4  |
| 03             | 175,7                                   | 1363   | 2898  | 3658  | 2996  | 13,77 |
| 04             | 601                                     | 1383   | 4000  | 51400 | 26410 | 39,4  |
| 05             | 328,7                                   | 1498   | 55800 | 4060  | 3032  | 9,02  |
| 06             | 263,4                                   | 941    | 3360  | 5070  | 3004  | 11,57 |
| 07             | 324                                     | 911    | 3078  | 5440  | 25510 | 22,44 |
| 08             | 270,9                                   | 858    | 3424  | 3860  | 3623  | 14,17 |
| 09             | 373,9                                   | 965    | 3037  | 26300 | 23590 | 19,48 |
| 10             | 288,9                                   | 712    | 2264  | 4330  | 24550 | 17,79 |
| 11             | 219,5                                   | 620    | 2152  | 3746  | 23850 | 12,57 |
| 12             | 262,9                                   | 621    | 2316  | 4030  | 3890  | 11,11 |
| 13             | 242,5                                   | 603    | 2477  | 4500  | 3694  | 9,66  |
| 14             | 232,3                                   | 694    | 2953  | 4090  | 4760  | 8,93  |
| 15             | 245,2                                   | 638    | 2758  | 4100  | 2716  | 5,57  |
| 16             | 193,7                                   | 497    | 2022  | 4080  | 2646  | 4,53  |
| 17             | 194,5                                   | 520    | 2410  | 3620  | 2289  | 5,09  |
| 18             | 226,2                                   | 575    | 2149  | 3699  | 3451  | 5,92  |
| 19             | 214,3                                   | 492    | 1838  | 4030  | 3644  | 6,32  |
| 20             | 210,7                                   | 460    | 1804  | 3348  | 4480  | 6,3   |
| 21             | 229,6                                   | 384    | 1483  | 2785  | 3648  | 5,7   |
| 22             | 201,2                                   | 458    | 1678  | 3830  | 3740  | 4,96  |
| 23             | 188,4                                   | 481    | 2089  | 3720  | 4360  | 4,14  |
| 24             | 214,6                                   | 555    | 2047  | 3489  | 3175  | 3,4   |
| 25             | 191,3                                   | 157    | 1943  | 3445  | 2725  | 2,55  |

| Horas \ Pontos | TABELA 02 - RESULTADOS EM LUX – SALA 02 |      |       |       |       |       |
|----------------|---|------|-------|-------|-------|-------|
|                | 08                                      | 10   | 12    | 14    | 16    | 18    |
| 01             | 374                                     | 1252 | 2975  | 3313  | 2654  | 12,53 |
| 02             | 833                                     | 2554 | 45900 | 19850 | 9280  | 22,31 |
| 03             | 250,4                                   | 1409 | 2839  | 2354  | 1510  | 5,92  |
| 04             | 874                                     | 2713 | 54100 | 22910 | 12390 | 15,57 |
| 05             | 488                                     | 2478 | 10200 | 3940  | 2241  | 4,44  |
| 06             | 424                                     | 1393 | 3523  | 15930 | 2231  | 4,47  |
| 07             | 468                                     | 1452 | 3770  | 23640 | 10520 | 9,54  |
| 08             | 395                                     | 1192 | 3143  | 3435  | 2229  | 7,18  |
| 09             | 435                                     | 1356 | 3235  | 6050  | 3343  | 9,32  |
| 10             | 397                                     | 1168 | 2859  | 3771  | 14270 | 8,11  |
| 11             | 300,8                                   | 861  | 2240  | 2646  | 12630 | 7,84  |
| 12             | 305,8                                   | 446  | 2412  | 2956  | 2705  | 8,17  |
| 13             | 352,8                                   | 1000 | 2774  | 3045  | 2646  | 8,24  |
| 14             | 388,2                                   | 1000 | 2745  | 3226  | 3237  | 6,25  |
| 15             | 315,5                                   | 1013 | 2840  | 3012  | 1907  | 4,59  |
| 16             | 322,7                                   | 891  | 2518  | 2766  | 1136  | 4,47  |
| 17             | 329,7                                   | 872  | 2439  | 2684  | 3246  | 3,75  |
| 18             | 317,2                                   | 856  | 2254  | 2520  | 1173  | 11,88 |
| 19             | 350,2                                   | 854  | 2270  | 2590  | 1536  | 12,86 |
| 20             | 301,9                                   | 761  | 1943  | 2076  | 4000  | 8,52  |
| 21             | 268,8                                   | 627  | 1593  | 1804  | 1362  | 3,95  |
| 22             | 367                                     | 791  | 1944  | 2802  | 1142  | 4,26  |
| 23             | 363                                     | 783  | 1935  | 2672  | 1180  | 3,66  |
| 24             | 346,2                                   | 804  | 2138  | 2561  | 997   | 3,29  |
| 25             | 298,4                                   | 793  | 1981  | 2600  | 1097  | 2,73  |

Tabelas 03 e 04 – Resultados das medições das salas 11 e 14 – Prédio 63.

| Horas | TABELA 03 - RESULTADOS EM LUX – SALA 11 |       |       |       |       |      |
|-------|---|-------|-------|-------|-------|------|
|       | Pontos                                  | 08    | 10    | 12    | 14    | 16   |
| 01    | 126,8                                   | 438   | 455   | 510   | 716   | 8,46 |
| 02    | 122,7                                   | 511   | 487   | 506   | 519   | 7,39 |
| 03    | 149,1                                   | 598   | 558   | 531   | 483   | 8,57 |
| 04    | 306,1                                   | 533   | 515   | 502   | 471   | 7,02 |
| 05    | 465                                     | 404   | 379   | 376   | 362,9 | 4,04 |
| 06    | 248,3                                   | 583   | 1326  | 556   | 417   | 5,43 |
| 07    | 267,5                                   | 695   | 1649  | 910   | 630   | 6,26 |
| 08    | 217,6                                   | 591   | 641   | 917   | 696   | 7,77 |
| 09    | 199,2                                   | 554   | 579   | 727   | 610   | 8,17 |
| 10    | 167,2                                   | 489   | 520   | 812   | 545   | 7,5  |
| 11    | 138,4                                   | 433   | 489   | 598   | 1030  | 5,89 |
| 12    | 167,3                                   | 477   | 490   | 599   | 6050  | 6,02 |
| 13    | 219,8                                   | 920   | 666   | 1475  | 8600  | 5,45 |
| 14    | 306,4                                   | 1047  | 953   | 3776  | 467   | 7,44 |
| 15    | 339,1                                   | 863   | 1208  | 1000  | 617   | 4,68 |
| 16    | 322,2                                   | 788   | 707   | 482   | 461   | 2,39 |
| 17    | 330                                     | 25530 | 761   | 604   | 621   | 5,01 |
| 18    | 217,1                                   | 30500 | 644   | 508   | 859   | 4,35 |
| 19    | 143                                     | 482   | 537   | 434   | 7290  | 2,29 |
| 20    | 135,6                                   | 406   | 463   | 402   | 6.850 | 2,02 |
| 21    | 90,2                                    | 271,1 | 343,3 | 227,6 | 225,3 | 0,79 |
| 22    | 101,7                                   | 316,5 | 426   | 294,8 | 310,2 | 1,18 |
| 23    | 180,2                                   | 610   | 3233  | 469   | 376   | 1,4  |
| 24    | 321,3                                   | 1053  | 1702  | 512   | 442   | 1,51 |
| 25    | 280,7                                   | 751   | 766   | 420   | 345,3 | 1,56 |

| Horas | TABELA 04 - RESULTADOS EM LUX – SALA 14 |       |       |       |       |      |
|-------|---|-------|-------|-------|-------|------|
|       | Pontos                                  | 08    | 10    | 12    | 14    | 16   |
| 01    | 23,52                                   | 140,5 | 165,5 | 170,8 | 83    | 1,95 |
| 02    | 30,06                                   | 185,3 | 196,5 | 182,2 | 94,6  | 2,01 |
| 03    | 20,88                                   | 140,5 | 150,7 | 111,8 | 75,7  | 1,87 |
| 04    | 40                                      | 189   | 194,1 | 256,2 | 104,2 | 1,3  |
| 05    | 37,8                                    | 187,4 | 193,4 | 209,9 | 94    | 0,93 |
| 06    | 31,68                                   | 199,8 | 215,7 | 138,8 | 95,6  | 1,43 |
| 07    | 38,6                                    | 244,2 | 223,5 | 189   | 113,4 | 1,63 |
| 08    | 34,45                                   | 234,7 | 203,5 | 181,5 | 110,3 | 1,31 |
| 09    | 26,08                                   | 180,2 | 180,9 | 133,1 | 91,9  | 1,39 |
| 10    | 26,1                                    | 157,9 | 184,5 | 145   | 91,9  | 0,56 |
| 11    | 22,5                                    | 175,3 | 224,1 | 127,5 | 82    | 0,2  |
| 12    | 25,31                                   | 271,7 | 212,2 | 109,3 | 70,7  | 0,51 |
| 13    | 35,37                                   | 495   | 252,1 | 148,1 | 83,1  | 0,1  |
| 14    | 44,9                                    | 537   | 270,2 | 191,9 | 98    | 0,01 |
| 15    | 45,5                                    | 3389  | 217,5 | 121,3 | 84,8  | 0,24 |
| 16    | 123,8                                   | 915   | 407   | 254,1 | 129   | 0,01 |
| 17    | 192,4                                   | 1910  | 512   | 261,6 | 124,8 | 0    |
| 18    | 62,7                                    | 1055  | 425   | 119,1 | 87,4  | 0,13 |
| 19    | 37,9                                    | 398   | 360   | 178,9 | 86,4  | 0,01 |
| 20    | 27,36                                   | 218,1 | 277,8 | 154,6 | 78,5  | 0,03 |
| 21    | 12,64                                   | 87,9  | 136,8 | 82,4  | 39    | 0,13 |
| 22    | 23,16                                   | 161,3 | 228,1 | 154,5 | 64,2  | 0    |
| 23    | 122,1                                   | 1154  | 3930  | 388   | 138,7 | 0    |
| 24    | 253,4                                   | 2011  | 1492  | 401   | 172,9 | 0,13 |
| 25    | 169,7                                   | 997   | 620   | 2582  | 150,6 | 0,13 |

#### 4. CONCLUSÕES

Os resultados apresentados demonstraram que a sala 01, do Prédio 102 (2010), apresentou melhor aproveitamento de iluminação natural, com 66,67 % dos pontos avaliados acima de 5% de Fator de Luz Diurna (FDL), considerando-se as seguintes classificações: abaixo de 1%, FDL muito baixo; 1 a 2%, FDL baixo; 2 a 4%, FDL moderado; 4 a 7% FDL médio; 7 a 12% FDL elevado; e acima de 12%, FDL muito elevado. Com relação ao atendimento da normativa, verificou-se que a sala 02 do Prédio 102 (2010), apresentou mais pontos com valores acima de 300 lux, totalizando 83,33%. De modo geral, percebe-se uma maior preocupação com as questões ambientais nos projetos contemporâneos, além disso, na medida em que se potencializa o uso da iluminação natural se reduz o consumo de energia contribuindo com a conservação dos recursos naturais e diminuindo-se também os gastos de dinheiro público, como no caso em questão, por tratar-se de edifício educacional público. Priorizar o uso da iluminação natural demonstra ser o melhor recurso a ser seguido para se alcançar o conforto lumínico do usuário, propiciado pela necessária e adequada iluminância requerida para a acuidade visual no desenvolvimento das atividades diárias, que consequentemente aumentam o bem estar e a produtividade dos espaços de ensino destinados à aprendizagem.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5413**: Iluminância de Interiores. Rio de Janeiro: 1992.

\_\_\_\_\_. **NBR 15.215-4**: Iluminação natural – Parte 4: Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações – Método de medição. Rio de Janeiro, 2004.

KOWALTOWSKI, Doris. **Arquitetura Escolar**: o projeto do ambiente de ensino. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.