

O USO DE CÂMERAS DIGITAIS COMPACTAS NA GERAÇÃO DE IMAGENS HDR PARA ESTUDOS DE ILUMINAÇÃO

Dennis Flores de Souza (1); Paulo Sérgio Scarazzato (2)

(1) Arquiteto, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, dennis.souza@gmail.com

(2) Arquiteto, Dr. Professor do Departamento de Arquitetura e Construção, paulosca@fec.unicamp.br
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo,
Av. Albert Einstein, 951 - Caixa Postal: 6021 - CEP: 13083-852 - Campinas – SP - Tel (19) 3521 2306

1. INTRODUÇÃO

O uso de sistemas digitais para análise de iluminação vem se tornando cada vez mais frequente, e uma técnica bastante promissora parece ser a da utilização de fotografias, mediante a geração de imagens de Grande Alcance Dinâmico, ou High Dynamic Range (HDR), que possibilitam a análise da distribuição de luminâncias nos ambientes (INANICI e GALVIN, 2004 e INANICI, 2005).

Diversos estudos (FARIA, 2007; FARIA et. al., 2007 e NASCIMENTO, 2008) procuraram torná-la mais difundida, ao proporem a utilização de equipamentos tipo “Snapshot”, tidos como “amadores”, de menor custo que as câmeras profissionais tipo Single-Lens Reflex (SLR), devido às diferenças na construção do sistema de lentes: enquanto nas SLRs a imagem vista pelo visor da câmera é a mesma que será capturada pelo sensor digital, nas amadoras o visor é montado à parte, no corpo da máquina. Entretanto, à época das referidas pesquisas, as câmeras amadoras possuíam maiores possibilidades de ajustes manuais do que as comercializadas atualmente. Hoje, recursos como controle de abertura e tempo de exposição estão presentes nas câmeras profissionais, mas são reduzidos nas semi-profissionais e raros nas câmeras compactas.

Apesar dessa técnica ser bastante prática, ela tem ficado restrita à análise das luminâncias dos ambientes pois, diferentemente das simulações realizadas por programas computacionais, a coleta dos dados necessários relativos aos materiais que compõem o ambiente, como a refletância dos mesmos, depende de equipamentos específicos, enquanto que nas simulações esse valor é fornecido pelo usuário (FARIA, 2009). Entretanto, um estudo recente (DORNELLES, 2008) propõe um método para calcular a refletância dos materiais a partir do escaneamento de amostras, transformando-as em imagens digitais que permitem conhecer as suas propriedades e sua resposta à incidência da luz. Esse método sugere que talvez seja possível determinar também valores de refletâncias das superfícies a partir de fotografias, sendo que esta possibilidade está em estágio de investigação. Caso ela se mostre, de fato, viável, será possível também a determinação das iluminâncias a partir das imagens HDR, o que por sua vez abrirá novas possibilidades de avaliação da iluminação em ambientes existentes, através de um procedimento bastante simples.

2. OBJETIVO

O objetivo desta comunicação técnica é apresentar o resultado de um teste feito com imagens HDR na tentativa de verificar a pertinência do uso de câmeras digitais amadoras para a realização da referida técnica e, a partir das luminâncias e refletâncias das diferentes superfícies, verificar também a possibilidade de determinação das iluminâncias do espaço.

3. METODOLOGIA

O método deste trabalho está dividido em três etapas:

1. Medição das condições de iluminação (iluminâncias, luminâncias e refletâncias).
2. Tomada de fotos e geração das imagens HDR.
3. Obtenção dos dados para comparação.

3.1. Medições

As medições foram realizadas com o uso de luxímetros Minolta, modelo TL-1 (Figura 1), calibrados e aferidos pelo LACAF (Laboratório de Conforto Ambiental e Física Aplicada da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP).

Foram medidos 10 pontos numa das salas de professores da FEC-UNICAMP (Figura 2), entre 12:30h e 13:00h, com a iluminação artificial desligada, obtendo-se os valores de iluminância (E), de luminância (L) e refletância (ρ) por comparação, segundo a fórmula:

$$\rho = L/E \text{ (EGAN, 1983).}$$

A escolha do método se deve ao fato de todos os pontos escolhidos estarem em superfícies planas relativamente largas, como paredes e mesas, e com um acabamento fosco, conforme mostrado na Figura 2.



Figura 1 – Luxímetros Minolta TL-1.

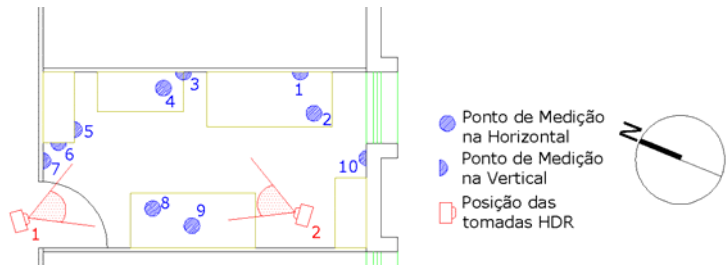


Figura 2 – Layout do espaço estudado.

3.2. Imagens HDR



Figura 3 – Câmera Kodak M853 montada sobre tripé.

As imagens HDR foram obtidas no mesmo intervalo de tempo das medições a partir de uma câmera digital Kodak, modelo EasyShare M853, acoplada a um tripé Velbon, modelo CX-570 (Figura 3). As fotografias foram tiradas na resolução de 1,2 MP (1280 x 960), e tiveram os ajustes de ISO (200) e foco (central) travados no setup da câmera. Por ser uma câmera compacta, a única opção de regulagem manual é a do Valor de Exposição (EV), de -2 a +2, com intervalos de 0,3. O EV se relaciona com a abertura (N) e o tempo do obturador (t), segundo a seguinte fórmula:

$$EV = \log_2 \frac{t}{N^2} \text{ (KERR, 2007)}$$

Com este ajuste, a câmera reconhece automaticamente a relação necessária para compensar as fotos. Sendo assim, foram utilizadas 13 fotos normais para a composição de uma única imagem HDR. No total, foram utilizadas 26 fotos, compondo duas imagens.

A geração da imagem HDR foi processada pelo software Qtpfsgui v1.8.12 <<http://qtpfsgui.sourceforge.net/>> (Figura 4), que permite a exportação tanto para o formato .hdr (formato de imagem Radiance RGBE) quanto para o .jpg para a realização das análises do item 3.3.

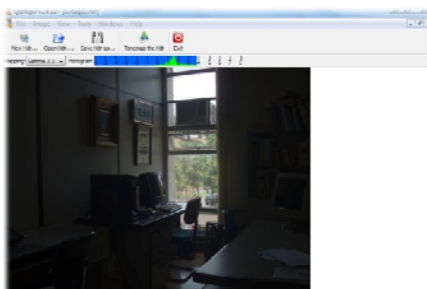


Figura 4 – Programa Qtpfsgui – Tomada 1.

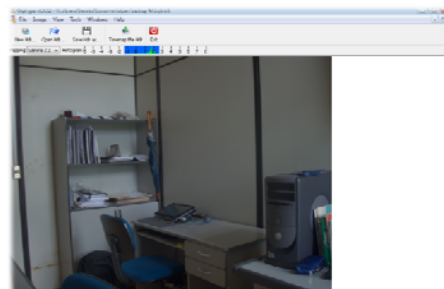


Figura 5 – Programa Qtpfsgui – Tomada 2.

3.3. Análises digitais

3.3.1. Análise das Luminâncias

As imagens em extensão .hdr foram abertas no programa Winimage (Figura 6), parte do pacote Desktop Radiance Beta 2 <<http://radsite.lbl.gov/deskrad/>>, que gerou os gráficos de cores falsas (Figura 7). Considerando-se a necessidade do trabalho, a escala utilizada, em candelas/m², compreende as faixas entre 25 cd/m² (azul-escuro) e 600 cd/m² (vermelho). Os valores de luminâncias foram obtidos por comparação entre os pontos na imagem e a escala que aparece no canto inferior esquerdo da imagem de cores falsas.



Figura 6 – Imagem .hdr pronta para análise no Winimage.



Figura 7 – Imagem de cores falsas.

3.3.2. Análise das Refletâncias

As imagens em extensão .jpg foram abertas no programa Paint.net v3.36 <<http://www.getpaint.net/>> para obtenção dos valores RGB (Red, Green, Blue) HSL (Hue, Saturation, Luminosity) (Figura 8). Estes valores são utilizados para calcular a refletância dos materiais, segundo as seguintes fórmulas:

$$\alpha = 146,9258 - 0,2085 * R - 0,2050 * B - 0,0772 * G - 0,1912 * S$$

$$\rho = 1 - \alpha \text{ (DORNELLES, 2008)}$$

refletância

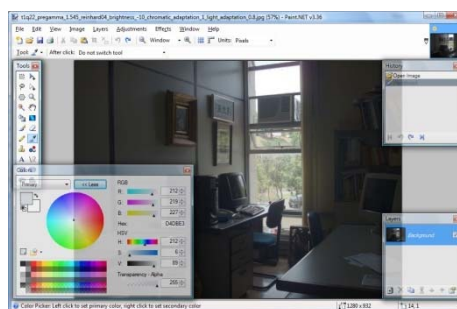


Figura 8 – Coleta dos Dados RGB HSL no programa Paint.net.

3.3.3. Análise das Iluminâncias

A partir dos dados obtidos em 3.3.1 e 3.3.2, foi possível calcular os valores de Iluminâncias para os pontos selecionados, a partir da fórmula descrita por EGAN, como descrito no item 3.1.

4. RESULTADOS PARCIAIS

A partir das medições in loco, foram escolhidos os pontos na imagem HDR para comparar os valores obtidos pelos dois métodos de análise, conforme descritos nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1– Comparação entre Medidas Físicas e Imagem HDR 1.

Pontos de Medição	Medições Físicas			Análise Imagem HDR - Tomada 1			Diferenças física X HDR		
	Luminância (cd/m ²)	Refletância (%)	Iluminância (lux)	Luminância (cd/m ²)	Refletância (%)	Iluminância (lux)	Luminância	Refletância	Iluminância
1	200	55,56%	360	250	54,91	455,32	25,00%	-1,17%	26,48%
2	590	36,88%	1600	600	39,81	1507,20	1,69%	7,96%	-5,80%
3	136	28,33%	480	175	30,11	581,15	28,68%	6,28%	21,07%
4	26	37,14%	70	25	35,26	70,90	-3,85%	-5,07%	1,29%
5	81	52,26%	155	*	*	*	*	*	*
6	120	40,00%	300	*	*	*	*	*	*
7	95	27,54%	345	*	*	*	*	*	*
8	79	29,70%	266	125	37,13	336,66	58,23%	25,02%	26,56%
9	75	30,36%	247	100	33,80	295,86	33,33%	11,31%	19,78%
10	80	94,12%	85	70	47,64	146,94	-12,50%	-49,38%	72,86%
			* Não disponível na Tomada			Média	18,66%	-0,72%	23,18%

Tabela 2- Comparação entre Medidas Físicas e Imagem HDR 2.

Pontos de Medição	Medições Físicas			Análise Imagem HDR - Tomada 2			Diferenças física X HDR		
	Luminância (cd/m ²)	Refletância (%)	Iluminância (lux)	Luminância (cd/m ²)	Refletância (%)	Iluminância (lux)	Luminância	Refletância	Iluminância
1	200	55,56%	360	*	*	*	*	*	*
2	590	36,88%	1600	*	*	*	*	*	*
3	136	28,33%	480	120	30,11	398,51	-11,76%	6,28%	-16,98%
4	26	37,14%	70	25	35,26	70,90	-3,85%	-5,07%	1,29%
5	81	52,26%	155	75	39,81	188,40	-7,41%	-23,82%	21,55%
6	120	40,00%	300	150	43,27	346,66	25,00%	8,17%	15,55%
7	95	27,54%	345	100	29,58	338,07	5,26%	7,42%	-2,01%
8	79	29,70%	266	*	*	*	*	*	*
9	75	30,36%	247	*	*	*	*	*	*
10	80	94,12%	85	*	*	*	*	*	*
* Não disponível na Tomada						Média	1,45%	-1,40%	3,88%

4.1. Das possibilidades.

A análise dos resultados expostos permite entender alguns aspectos que podem ser melhorados para testes posteriores:

1. É possível a obtenção de imagens HDR, com resultados satisfatórios, mesmo em câmeras compactas com poucos ajustes manuais, o que pode ser de grande auxílio para estudantes e profissionais da área, ao menos em análises preliminares.

2. A obtenção das luminâncias por comparação da imagem com a escala, uma limitação do programa que não permitia outra forma de coleta desses dados, mostrou ser uma atividade complexa e imprecisa. Outros programas, como o RadDisplay v1.0 <<http://deluminaelab.com/>>, permitem análise ponto-a-ponto da imagem. Esta possibilidade será melhor avaliada nas próximas etapas da pesquisa.

3. Valores de refletância a partir de imagens HDR são de difícil obtenção, em parte pela necessidade de reconversão para o formato .jpg. Por outro lado, a utilização de método comprovado para a determinação de refletâncias a partir de imagens analisadas em programa gráfico (DORNELLES, 2008), parece ser uma alternativa viável desde que se valha da utilização de fotos de referência, para as quais se estipula o seguinte procedimento: as superfícies de interesse são fotografadas com a câmera posicionada perpendicularmente às mesmas, a uma curta distância, com flash, para uniformização com relação à quantidade e ao ângulo de incidência da luz. Com esta foto, que se assemelharia ao processo de escaneamento, a refletância pode ser obtida em programas gráficos, a partir do método acima referido. O grau de precisão desta técnica fotográfica ainda está em fase de análise, mas os resultados preliminares parecem ser promissores.

4. Apesar da diferença entre os dados obtidos pelas medições e as fotos, descritos acima, deve-se levar em conta o fato de que neste teste a iluminação obtida era totalmente dependente da luz natural, e no momento da realização do mesmo, o padrão de céu se alterou diversas vezes. Por isso, diferenças na quantidade da luz no ambiente podem ser resultado desta alteração do padrão de céu, o que exige continuidade dos estudos para o estabelecimento de possíveis fatores de correção.

5. Os próximos testes, para a comprovação dos métodos propostos nesta comunicação técnica, serão realizados sob condições controladas de iluminação artificial, preferencialmente no período noturno.

5. REFERÊNCIAS

- DORNELLES, Kelen Almeida. *Absortância solar de superfícies opacas: métodos de determinação e base de dados para tintas látex acrílica e PVA*. Campinas, SP: [s.n.], 2008.
- EGAN, M. David. *Concepts in Architectural Lighting*. New York: McGraw-Hill, 1983
- FARIA, João Roberto Gomes de. *Análises de distribuição de luminâncias através de imagens hdr compostas por fotos de câmeras snapshot*. Ouro Preto: IX Encontro Nacional e V Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, 2007.
- _____. (et.al.) *Aplicações de imagens hdr compostas por fotos digitais em análises de distribuição de luminâncias*. Ouro Preto: IX Encontro Nacional e V Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, 2007.
- _____. 2009. comunicação pessoal.
- INANICI, M. N. (2005) *Per-pixel data analysis*. Paper LBNL-58659. Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley (CA). Disponível em <<http://dmg.caup.washington.edu/mehlika/mi-CIE05.pdf>>. Acesso em: 19 set. 2005.
- INANICI, M. N.; GALVIN, J. (2004) *Evaluation of High Dynamic Range photography as a luminance mapping technique*. Paper LBNL-57545. Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley (CA). Disponível em: <<http://www.osti.gov/bridge/servlets/purl/841925-QBBn0i/native/841925.pdf>> e em: <<http://repositories.cdlib.org/lbnl/LBNL-57545>>. Acesso em: 04/03/2009.
- KERR, Douglas A. *APEX—The Additive System of Photographic Exposure*. Issue 7, 2007.08.04 Disponível em: <http://doug.kerr.home.att.net/pumpkin/#APEX> Acesso em: 04/03/2009
- NASCIMENTO, Daniela Neves do. *Avaliação do uso de imagens HDR no estudo de iluminação*. Bauru, SP: [s.n.], 2008.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP pelos recursos financeiros aplicados no financiamento do projeto através do Programa de Mestrado, processo no. 2008/01668-7.