

Estudos e Avaliações Pós-Ocupação da Iluminação no Espaço Construído através de Imagens HDR e Câmeras Digitais Compactas

Lighting Studies and Post-Occupancy Evaluation With HDR Images and Compact Digital Cameras

Dennis Flores de Souza

Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, SP, Brasil.
dennis.souza@gmail.com

Paulo Sérgio Scarazzato

Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, SP, Brasil.
paulosca@fec.unicamp.br

Abstract. Nowadays HDR images are becoming a useful tool in lighting studies and post-occupancy evaluation. However, this technique requires cameras with manual control, and these features are not common on contemporary snapshot cameras, usually labeled as “amateurs”. However, all cameras have some kind of control that allows taking pictures with different exposures. This paper examines the possibility of making HDR images from digital compact cameras, as a way to contribute with a more accessible method for lighting studies. Tests were done in actual spaces and luminances were also measured by luminance meter. The comparison between both measures showed fairly correlative values.

Keywords. HDR images; compact digital cameras; lighting; built environment; evaluation.

Introdução

O uso de técnicas digitais para estudos de iluminação tem experimentado progressos notáveis e, dentre os muitos avanços, tem merecido atenção de pesquisadores a utilização de imagens de grande alcance dinâmico, ou High Dynamic Range (HDR), por permitirem a análise da distribuição de luminâncias (Inancini; Galvin, 2004; Inancini, 2005; Jacobs; 2007).

Diversos estudos (Faria, 2007; Faria et. al., 2007; 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.

Objetivo

Este artigo discute a possibilidade da composição de imagens HDR a partir de câmeras digitais compactas, de forma a contribuir com um método mais acessível a profissionais e estudantes para estudo e compreensão de luminâncias, contrastes e ofuscamentos a partir de uma interpretação visual e gráfica do espaço, mais facilmente compreensíveis do que dados quantitativos obtidos por equipamentos de custo bastante elevado que, apesar de mais precisos, trabalham de forma textual e aritmética.

Materiais e Métodos

O método deste trabalho está dividido em três etapas: 1. Medição das luminâncias e tomada de fotos; 2. Geração das imagens HDR; 3. Análise das imagens HDR para obtenção dos dados para comparação e calibração.

Medição e fotos

Tendo por base o processo de calibração das câmeras (Jacobs, 2007), foi utilizada uma sala do Laboratório de Conforto e Física Aplicada da Universidade Estadual de Campinas (LACAF / UNICAMP), na qual foram afixados três quadros em três paredes da sala, cada um composto por duas folhas de papel Color Plus preto e dois Opaline brancos (Figura 1).

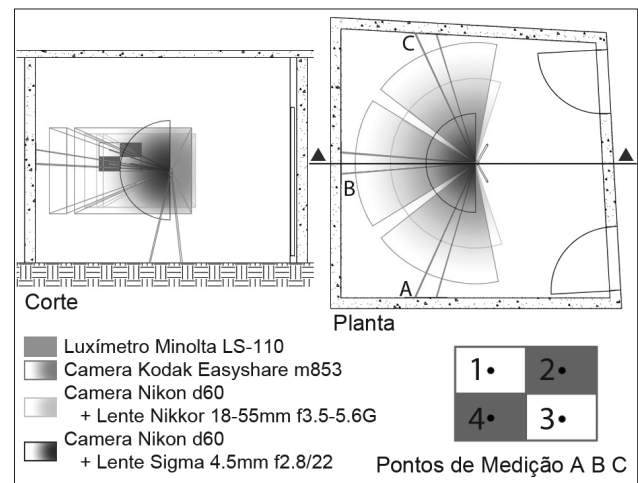


Figura 1. Planta e corte da Sala utilizada.

SIGraDi 2009 sp



Figura 2. Medição com o luminômetro Minolta.



Figura 3. Tomada das fotos para técnica HDR.

As medições foram realizadas com o uso de luminômetro Minolta, modelo LS-110, afixado a um tripé Welbon modelo CX-570 (Figura 2) colocado no centro da sala. Foram medidos o centro de cada folha de papel, totalizando 12 pontos de medição.

Para a técnica das imagens HDR, foram utilizadas duas câmeras fotográficas, uma "Snapshot" Kodak Easyshare m853 e uma profissional Single-Lens Reflex (SLR) Nikon d60, esta equipada com duas lentes, uma olho-de-peixe Sigma 4.5mm f2.8/22 e uma Nikkor 18-55mm f3.5-5.6G. Ambas foram posicionadas no mesmo local e tripé utilizados com o luminômetro Minolta (Figura 3).

Ambas as câmeras as fotografias foram configuradas para a resolução média (5,2MP) e tiveram os ajustes de ISO e foco travados no setup. Na Kodak, a regulagem manual ficou a cargo do Valor de Exposição (EV), de -2 a +2, com intervalos de 0,3, enquanto na Nikon foi utilizado o tempo de exposição da imagem de 2" até 1/2000", na razão de 1 EV (fator de multiplicação/divisão do tempo = 2), estando a abertura da objetiva travada em f4.

Geração das imagens HDR

Após a obtenção das imagens, foi realizada uma bateria de testes computacionais, em na plataforma Windows e outro na plataforma Mac OS, no intuito de testar os dois algoritmos disponíveis para a compilação de imagens HDR. A escolha desses programas, todos gratuitos, deveu-se à disponibilidade, facilidade de uso e possibilidade de se obter os dados relativos à sensibilidade das câmeras.

	Kodak m853				
	Medição	D&M-C	D&M-L	D&M-G	M&N-C
Ponto A1	103,6	70,77	33,6	221,9	89,14
Ponto A2	5,18	5,46	3,19	13,38	8,25
Ponto A3	88,91	62,18	29,9	187,39	76,1
Ponto A4	5,35	5,42	3,25	12,69	7,92
Ponto B1	107,8	69,66	34,08	231,68	88,49
Ponto B2	6,67	6,59	3,59	15,42	8,57
Ponto B3	102,1	68,32	35,08	222,66	85,26
Ponto B4	6,17	6,12	3,51	14	7,82
Ponto C1	98,25	69,6	32,41	209,19	85,6
Ponto C2	6,05	6,24	3,44	14,21	7,44
Ponto C3	101,3	71,97	33,34	214,47	90,6
Ponto C4	4,99	5,09	3,12	11,05	6,22

Tabela 1. Valores da Kodak m853.

	Nikon d60 + Nikkor				
	Medição	D&M-C	D&M-L	D&M-G	M&N-C
Ponto A1	103,6	74,84	16,23	77,84	88,76
Ponto A2	5,18	3,35	0,75	3,46	4,1
Ponto A3	88,91	57,08	13,95	65,56	76,75
Ponto A4	5,35	3,46	0,81	3,65	4,24
Ponto B1	107,8	60,73	14,73	75,92	96,62
Ponto B2	6,67	3,73	0,99	4,87	5,98
Ponto B3	102,1	58,81	14,07	71,82	90,63
Ponto B4	6,17	3,54	0,95	4,68	5,57
Ponto C1	98,25	29,37	15,19	72,54	81,73
Ponto C2	6,05	1,83	0,94	4,6	5,17
Ponto C3	101,3	31,3	15,49	80,09	84,69
Ponto C4	4,99	1,8	0,8	3,58	4,27

Tabela 2. Valores da Nikon d60 lente Nikkor.

	Nikon d60 + Sigma				
	Medição	D&M-C	D&M-L	D&M-G	M&N-C
Ponto A1	103,6	28,78	15,54	75,89	65,37
Ponto A2	5,18	1,54	0,87	3,48	3,27
Ponto A3	88,91	27,15	13,89	65,74	57,12
Ponto A4	5,35	1,6	0,89	3,74	3,43
Ponto B1	107,8	29,66	15,99	77,38	67,53
Ponto B2	6,67	1,97	1,11	4,94	4,44
Ponto B3	102,1	28,55	15,32	73,38	63,82
Ponto B4	6,17	1,88	1,06	4,6	4,18
Ponto C1	98,25	27,88	14,53	69,47	60,59
Ponto C2	6,05	1,75	0,94	4,07	3,65
Ponto C3	101,3	27,97	14,89	70,87	61,3
Ponto C4	4,99	1,37	0,8	3,36	3,03

Tabela 3. Valores da Nikon d60 lente Sigma.

O Qtpfsgui <<http://qtpfsgui.sourceforge.net>> utiliza os algoritmos de mapa de pontos propostos por Debevec & Malik. O WebHDR <<http://luxal.dachary.org/webhdr/index.shtml>>, versão online do compilador hdrngen/Photosphere <<http://www.anywhere.com>> desenvolvido por Gregory Ward para plataforma MAC OS, utiliza os algoritmos de ajuste de histograma das imagens por equação polinomial propostos por Mitsunaga & Nayar.

Análise das imagens HDR

Após a compilação das imagens HDR, foi realizada uma nova bateria de testes computacionais, um na plataforma Windows e outro na plataforma Mac OS, para testar os programas de análise disponíveis. A escolha dos programas, todos gratuitos, deveu-se à possibilidade de controle sobre a imagem HDR, com análise em cores falsas e ponto-a-ponto.

O Photosphere, já referido, possui como diferencial em sua interface um sistema de geração de cores falsas e análise ponto-a-ponto, o que na plataforma Windows depende de programas específicos, como o RadDisplay <<http://www.deluminaelab.com>>, também utilizado nos testes. Nos programas, utilizou-se a análise ponto-a-ponto da imagem no centro de cada folha, da mesma maneira como realizado na medição com luminômetro.

Análise dos resultados

As Tabelas 1 a 3 apresentam os resultados das medições físicas e a análise das HDR nos diferentes algoritmos: Debevec & Malik a partir da curva de resposta da Câmera (D&M-C); acerto padrão Linear (D&M-L); acerto padrão Gamma (D&M-G); e Mitsunaga & Nayar a partir da curva de resposta da Câmera (M&N-C).

Apesar dos desvios similares em relação à média das medições, a diferença entre a imagem HDR e o valor registrado do luminômetro é menor no algoritmo de Mitsunaga & Nayar do que em Debevec & Malik, além de resultar em um comportamento mais equilibrado no gradiente das cores. Entre as câmeras, a combinação Nikon D60 e lente Sigma 4.5mm é mais estável na diferença entre pontos brancos e pretos.

A Kodak m853 não possui valores confiáveis em pixels pretos, em parte por sua limitação de alcance dinâmico, o que torna inválidos os valores próximos à 0 cd/m². Ainda assim, os valores obtidos nos outros pontos, bem como seu desvio em relação à média, é muito próxima à obtida com a d60 e sua lente original, demonstrando a possibilidade de seu uso para estudos e entendimento da distribuição da luz no espaço.

Conclusão

O uso das imagens HDR para o estudo da iluminação é uma possibilidade promissora de análise gráfica do ambiente construído.

Os programas que utilizam o algoritmo de Mitsunaga & Nayar parecem ser mais adequados ao uso nos estudos de iluminação, pois possuem como principal vantagem a possibilidade de derivar a curva de resposta de forma exata, mesmo nas câmeras onde o domínio sobre a exposição da foto não é exato, e sim relativo à luminosidade calculada pelo equipamento.

Quanto às câmeras, percebe-se que, mesmo nas compactas, é possível o uso da técnica de geração de imagens HDR, de forma que esta se torna adequada para estudos de iluminação nas situações comuns do dia-a-dia. Os valores são próximo aos encontrados nas câmeras profissionais, quanto ao desvio médio entre os pontos e à distância dos mesmos em relação ao luminômetro.

Créditos

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, e à Universidade São Paulo, Campus de São Carlos (USP-SC) pelo empréstimo do luminômetro.

Referências

- 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.
- Jacobs, Axel. High Dynamic Range Imaging and its Application in Building Research. Advances in Building Energy Research, James & James, London, Vol.1, No.1, 2007, pgs. 177-202. Disponível em: <http://www.learn.londonmet.ac.uk/about/doc/jacobs_aber2007.pdf> 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.