

## O uso de imagens HDR para ambientar cenas de renderização de produtos em software tridimensionais.

Rhaíssa Schwinden Gehrke, Walter Dutra da Silveira Neto

### INTRODUÇÃO

A renderização digital é uma etapa fundamental na criação de imagens tridimensionais, permitindo a reprodução realista de luz, materiais e texturas em ambientes virtuais. Apesar de sua relevância, a fidelidade visual obtida depende diretamente da técnica de iluminação utilizada, sendo um desafio representar adequadamente a ampla faixa de luminosidade presente em cenas complexas.

Neste contexto, as imagens HDR (High Dynamic Range) surgem como uma ferramenta eficiente para melhorar o realismo das renderizações, capturando detalhes tanto nas áreas claras quanto nas mais escuras de uma cena, aproximando-se da percepção humana. O uso inadequado ou limitado dessas imagens pode comprometer a qualidade visual de produtos, cenários ou objetos simulados digitalmente, especialmente em áreas como design de produtos, animação, arquitetura e fotografia.

O presente trabalho teve como objetivo investigar a aplicação de imagens HDR em renderizações digitais, avaliando como diferentes níveis de luminosidade influenciam a percepção de materiais e superfícies, e demonstrando a contribuição dessas imagens para a obtenção de resultados mais realistas em ambientes tridimensionais.

### DESENVOLVIMENTO

A pesquisa foi conduzida por meio de experimentos práticos em ambientes tridimensionais, com foco na análise da contribuição de imagens HDR (High Dynamic Range) para a renderização de cenas e produtos digitais. Para tanto, utilizou-se o software **Autodesk 3ds Max 2022** em conjunto com seu renderizador nativo **Arnold**, em um computador com especificações adequadas ao processamento gráfico avançado (processador Intel i7-4770K, 16 GB de RAM e GPU Nvidia GeForce RTX 2060 Super).

O estudo foi realizado em duas etapas principais:

#### 1. Preparação das cenas:

- Primeiramente, foram criadas cenas simples utilizando objetos pré-existentes do software, com diferentes propriedades ópticas (reflexivas, refrativas e foscas), a fim de avaliar o comportamento da luz aplicada através de imagens HDR.
- Em seguida, foi modelado um ambiente mais complexo, representando uma sala interna com vista externa, permitindo a realização de testes comparativos entre iluminação nativa do software e iluminação gerada por imagens HDR.

#### 2. Aplicação e análise das imagens HDR:

- Foram selecionadas imagens HDR em resolução 4K, utilizadas tanto como **maps de ambiente** quanto como **backplates**, projetando luz e reflexos sobre os objetos da cena.
- As imagens HDR foram aplicadas sem fontes de luz auxiliares, simulando iluminação realista baseada na captura da luz natural da cena original.
- Comparou-se o resultado da renderização usando iluminação nativa do software e iluminação HDR, observando efeitos de reflexão, refração, absorção da luz, contraste, cores e detalhamento das superfícies.

#### 3. Processos técnicos de geração HDR:

- As imagens HDR foram obtidas a partir de combinações de múltiplas exposições de uma mesma cena, alinhadas e calibradas por software, combinadas em um único arquivo HDR e posteriormente ajustadas por tonemapping para exibição em monitores convencionais.

#### 4. Avaliação dos resultados:

- Os renders obtidos foram analisados quanto à qualidade da iluminação, realismo visual, distribuição de luz e sombras, bem como à eficiência do processo em termos de tempo e recursos comparado à iluminação nativa do software.

Dessa forma, a metodologia adotada permitiu observar, de maneira prática, a eficácia das imagens HDR para aumentar o realismo em renderizações digitais, demonstrando suas vantagens em relação à iluminação convencional utilizada em softwares 3D.

## RESULTADOS

Os resultados obtidos neste estudo evidenciam a contribuição significativa das imagens HDR (High Dynamic Range) na renderização digital de produtos e ambientes tridimensionais. Ao comparar cenas iluminadas com fontes nativas do software 3D e aquelas iluminadas por imagens HDR, observou-se que estas últimas proporcionam uma representação mais fiel da luz, sombra e reflexão, aproximando-se da percepção visual humana. De acordo com Debevec (1997) e Reinhard et al. (2010), as imagens HDR capturam uma ampla faixa de luminosidade, permitindo a preservação de detalhes em áreas claras e escuras que seriam perdidos em imagens LDR convencionais.

Nos testes realizados, as imagens HDR permitiram simular de forma realista diferentes propriedades ópticas dos materiais, como reflexão no vidro e metal, difusão em superfícies foscas e transparência na água. Além disso, o uso das HDRs como environment maps e backplates simplificou o processo de iluminação, eliminando a necessidade de posicionamento detalhado de múltiplas fontes de luz no software, economizando tempo e reduzindo a complexidade do workflow de renderização. Comparativamente, cenas iluminadas apenas com o renderizador nativo exigiram ajustes minuciosos de luzes direcionais, multidirecionais e solares, com resultados inferiores em termos de realismo, especialmente na integração de elementos internos e externos da cena.

A análise dos renders também evidenciou que a aplicação de imagens HDR melhora a percepção de contraste, cores e detalhamento de texturas, fornecendo resultados visualmente mais ricos e realistas, como demonstrado nos testes com esferas de vidro, plástico e metal, e em ambientes internos com iluminação natural simulada. Esta constatação está alinhada com os princípios de renderização descritos por Cardoso (2023), segundo os quais a qualidade final depende da correta simulação da luz e da interação desta com os materiais da cena.

No entanto, apesar das vantagens, algumas limitações foram identificadas. Primeiramente, a qualidade da renderização depende da resolução e fidelidade da imagem HDR utilizada; imagens de baixa resolução podem gerar sombras ou reflexos imprecisos. Além disso, embora o tempo de renderização não tenha sido significativamente afetado, o processamento de HDRs complexas em cenas muito detalhadas pode exigir maior capacidade computacional, o que deve ser considerado em projetos de grande escala.

Em síntese, os resultados obtidos reforçam a relevância do uso de imagens HDR em renderizações digitais, destacando sua capacidade de proporcionar realismo, eficiência e maior fidelidade visual, com aplicação relevante em design de produtos, arquitetura, animação e áreas relacionadas à visualização tridimensional.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo demonstrou que a utilização de imagens HDR em renderizações digitais oferece benefícios significativos para o desenvolvimento de cenas e produtos tridimensionais, atingindo níveis superiores de realismo e fidelidade visual em comparação com a iluminação convencional dos softwares 3D. Os testes realizados evidenciaram que as imagens HDR permitem representar de forma mais precisa a distribuição de luz, sombra e reflexão em diferentes tipos de materiais, além de facilitar a integração de elementos internos e externos em uma mesma cena.

Observou-se que o uso de HDR simplifica o processo de iluminação, reduzindo o tempo e a complexidade do workflow, dispensando a necessidade de múltiplas fontes de luz artificiais. Além disso, contribui para resultados visuais mais ricos, com maior detalhamento de texturas, cores e contrastes, aproximando-se da percepção natural da luz pelo observador.

Embora existam limitações relacionadas à resolução das imagens HDR e à demanda computacional em cenas de alta complexidade, os resultados indicam que essa técnica representa uma ferramenta eficiente e prática para profissionais de design de produtos, arquitetura, animação e outras áreas que dependem de renderizações realistas.

Portanto, conclui-se que a aplicação de imagens HDR cumpre os objetivos deste trabalho, mostrando-se uma abordagem valiosa para a obtenção de renderizações mais precisas, realistas e visualmente impactantes, contribuindo para a melhoria da qualidade e eficiência no processo de criação digital.

### Palavras-chave:

Design de Produtos; Imagens HDR; Render; Software 3D.

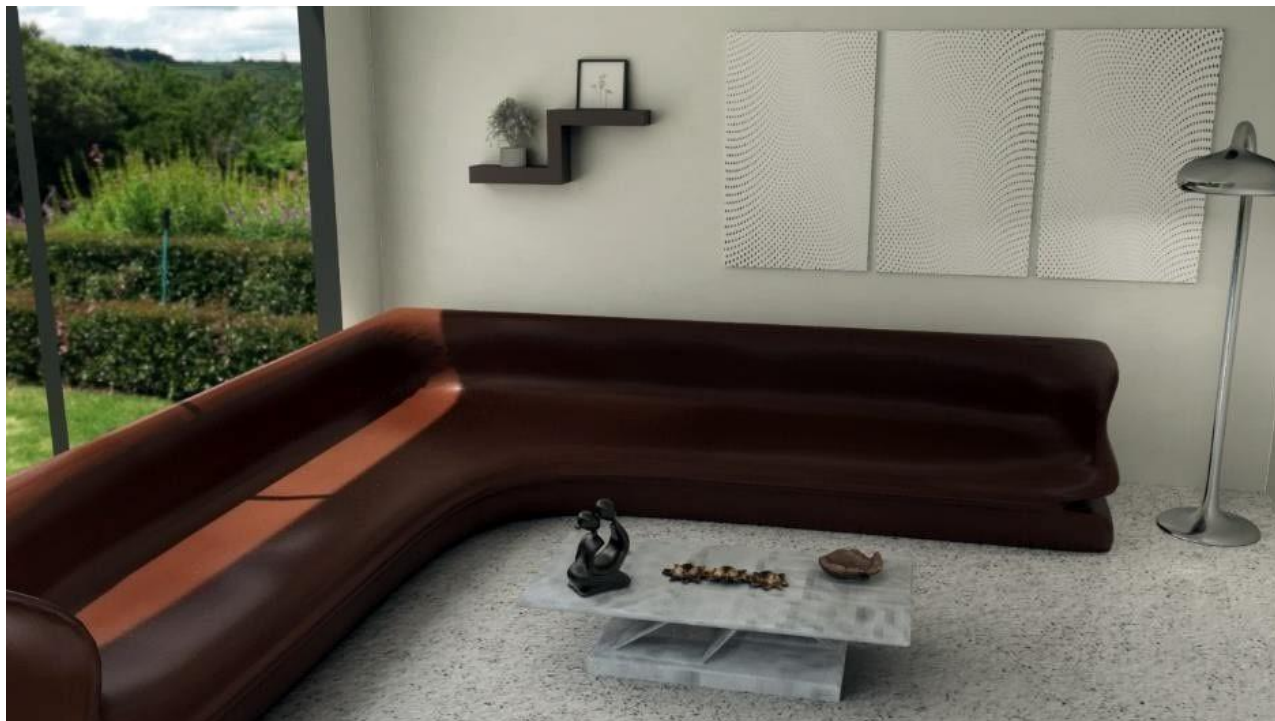
### ILUSTRAÇÕES

Teste de ambientação e iluminação de uma imagem HDR em uma cena 3D



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Simulação de imagem HDR em área interna e background



Elaborado pelos autores (2025)

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ADOBE. **Arquivos HDRI**. Disponível em: <https://www.adobe.com/br/creativecloud/file-types/image/raster/hdri-file.html>. Acesso em: 5 mar. 2024.

ANIMAÇÃO ESQUELÉTICA. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2024. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Anima%C3%A7%C3%A3o\\_esquel%C3%A9tica&oldid=48001895](https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Anima%C3%A7%C3%A3o_esquel%C3%A9tica&oldid=48001895)>. Acesso em: 04 mar. 2024.

CARDOSO, Leandro da Conceição. **Introdução ao processo de renderização**. Curitiba: Intersaberes, 2023.

Carr, Pete. Correll, Robert. **HDR Photography Photo Workshop**. Ed. John Wiley & Sons. Nova Jersey, 2009.

Concepcion, Rafael. **The HDR Book: Unlocking the Pros' Hottest Post-Processing Techniques**. 2<sup>nd</sup> ed. Peachpit Pr, 1984.

DEBEVEC, Paul E.; MALIK, Jitendra. **Recovering High Dynamic Range Radiance Maps from Photographs**. SIGGRAPH 97. Los Angeles, p. 1-10. ago. 1997. Disponível em:

<<https://www.pauldebevec.com/Research/HDR/debevec-siggraph97.pdf>>. Acesso em: 04 mar. 2024.

HIGH DYNAMIC RANGE. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2023. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=High\\_dynamic\\_range&oldid=65082505](https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=High_dynamic_range&oldid=65082505)>. Acesso em: 04 mar. 2024.

REINHARD, Erik; WARD, Greg; DEBEVEC, Paul; PATTANAIK, Sumanta; HEIDRICH, Wolfgang; MYSZKOWSKI, Karol. **High Dynamic Range Imaging: acquisition, display, and image-based lighting**. 2<sup>nd</sup> ed. São Francisco: Morgan Kaufmann, 2010.

Robertson, S. e Bertling, T. **How to render**. Culver, CA: Design Studio Press. 2014.

---

#### DADOS CADASTRAIS

---

**BOLSISTA:** Rhaíssa Schwinden Gehrke

**MODALIDADE DE BOLSA:** PROBIC/UDESC

**VIGÊNCIA:** 09/2024 a 08/2025 – Total: 12 meses

**ORIENTADOR(A):** Walter Dutra da Silveira Neto

**CENTRO DE ENSINO:** CEART

**DEPARTAMENTO:** Departamento de Design

**ÁREAS DE CONHECIMENTO:** Ciências Sociais Aplicadas

**TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA:** Aplicação de texturas 3D em ambientes digitais voltadas à apresentação de Produtos.

**Nº PROTOCOLO DO PROJETO DE PESQUISA:** NPP4263-2023