FLUXO DE TRABALHO PBR: DO DESENVOLVIMENTO À VALIDAÇÃO

Maria Joana dos Santos Pereira, Natália de Melo Bueno, Walter Dutra da Silveira Neto.

INTRODUÇÃO

A criação de materiais *PBR* (*Physically Based Rendering*) visa representar com precisão a interação luminosa com as propriedades físicas de uma superfície, baseando-se em dados reais. Este estudo tem como problema central a necessidade de métodos ágeis e consistentes para a geração de mapas de textura *PBR*, evitando a necessidade de reconfiguração do material para cada nova cena. Assim, o trabalho objetiva compreender a composição, a criação e a calibração dessas texturas, além de analisar a integração de seus mapas e avaliar o comportamento visual das superfícies após a renderização tridimensional.

DESENVOLVIMENTO

Esta pesquisa, de caráter exploratório, foi desenvolvida por meio de uma etapa bibliográfica e outra prática. O estudo iniciou-se com a análise detalhada dos mapas que compõem uma textura *PBR* (*Basecolor, Metallic, Smoothness, Normal, Height, Ambient Occlusion* e *Emissive*), com foco em suas particularidades no processo de calibração e em seu comportamento físico. Em seguida, realizou-se um teste prático no *software Materialize* para gerar os mapas de uma textura a partir de uma única imagem bidimensional neutra, sem a influência de sombras ou luzes pré-computadas. O procedimento derivou os canais físicos e de relevo de maneira otimizada, permitindo criar o material de modo simples e rápido. Posteriormente, as texturas foram validadas no software sob variadas condições de iluminação baseada em imagem (*HDRI*), o que comprovou o seu comportamento adequado em diversos cenários. Na etapa final, selecionaram-se três modelos tridimensionais com propriedades físicas distintas (uma cama antiga, uma caixa de ferramentas e uma luminária), cujos materiais foram configurados e avaliados com base nos estudos teóricos sobre os mapas e no teste prático realizado.

RESULTADOS

Os resultados obtidos nesta pesquisa demonstraram a eficácia da integração entre o referencial teórico apresentado e a sua respectiva aplicação prática. A partir do embasamento estabelecido sobre o comportamento óptico e a calibração de cada mapa compositivo, executou-se a etapa de validação prática, a qual permitiu avaliar o desempenho dos materiais gerados sob diferentes condições de iluminação. Ao serem submetidos a variadas simulações de iluminação baseada em imagem (*HDRI*), incluindo cenários de luz diurna direta, ambientes internos e céus nublados, os materiais preservaram um comportamento óptico previsível e realista. Essa consistência estrutural evidenciou a correta adequação ao princípio da conservação de energia.

Por fim, a configuração voltada aos objetos tridimensionais resultou no desenvolvimento de 12 texturas, destinadas a materiais com propriedades físicas distintas, tais como tecidos, madeira, plástico, vidro e metais oxidados ou pintados. Constatou-se que a extração de um conjunto completo de mapas a partir de uma única fotografia bidimensional neutra otimiza o processo de texturização, resguardando a precisão das propriedades físicas e geométricas das superfícies. A análise dessas texturas, testadas mediante a aplicação em três modelos tridimensionais, atestou que o rigor metodológico na calibração culmina em imagens de qualidade visual superior.

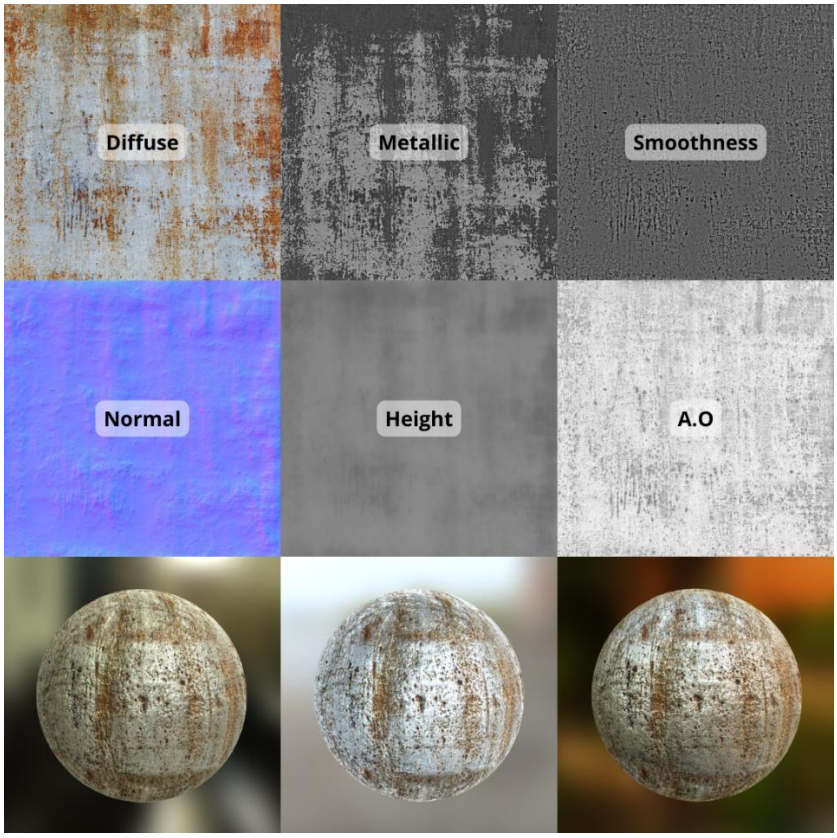
CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa atingiu seus objetivos ao documentar e testar um fluxo de trabalho funcional e simplificado para a confecção de materiais *PBR* com alta precisão física. A aplicação do método na texturização dos objetos variados comprovou que a geração de múltiplos mapas a partir de uma única imagem bidimensional otimiza expressivamente o tempo de produção, além de preservar a exatidão estrutural, óptica e geométrica dos modelos. Conclui-se, portanto, que as ferramentas de geração de mapas e os conceitos físicos abordados fornecem resultados visualmente consistentes, viabilizando a integração direta, rápida e eficaz de elementos foto realistas em sistemas computacionais de renderização tridimensional, independentemente das condições luminosas do ambiente.

Palavras-chave: renderização fisicamente baseada; materiais *PBR*; mapeamento de textura; *software Materialize*; simulação luminosa.

ANEXOS

Figura 1 - Mapas PBR e avaliações da textura.



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Figura 2 - Textura aplicada em uma parte da Caixa de Ferramentas



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BURLEY, Brent. **Physically Based Shading at Disney**. **Walt Disney Animation Studios**, 2012. Disponível em: https://media.disneyanimation.com/uploads/production/publication_asset/48/asset/s2012_pbs_disney_brdf_notes_v3.pdf. Acesso em: 5 de maio de 2026

EPIC GAMES. **Physically Based Materials**. Unreal Engine 5.8 Documentation. Epic Developer Community, 2026. Disponível em: https://dev.epicgames.com/documentation/unreal-engine/physically-based-materials-in-unreal-engine. Acesso em: 20 de maio de 2026

GRAZIANO, Gael. "**Night Lamp**", Modelo 3D, 3DExport, 2023. [Online]. Disponível em: https://3dexport.com/3d-model-night-lamp-444904. Acesso em: 23 de julho de 2026

HERNAN. **The road to PBR (I): HDR and bloom**. Disponível em: https://crimild.wordpress.com/2020/10/11/the-road-to-pbr-i-hdr-and-bloom/. Acesso em: 3 ago. 2026. Acesso em: 5 de maio de 2026

LOXFEAR, "**Hospital Bed**", Modelo 3D, Sketchfab, 2015. [Online]. Disponível em: https://sketchfab.com/3d-models/hospital-bed-f8c13a19e84343e7b644c19f7b9488d3. Acesso em: 23 de julho de 2026

MAIA, Frederico Monteiro Mendes. **PBR Materials Made Easy with Materialize: A Comprehensive Guide**. **medium**, 12 Primavera 2021. Disponível em: https://medium.com/@fredericomonteiromendesmaia/pbr-materials-made-easy-with-materialize-a-comprehensive-guide-48581e10ce1f. Acesso em: 20 de maio de 2026

MCDERMOTT, Wes. **The PBR Guide**: Part 1: The Theory of Physically Based Rendering and Shading; Part 2: Practical Guidelines for Creating PBR Textures. 3. ed. Clermont-Ferrand: Allegorithmic, 2018. E-book. ISBN 978-2-490071-00-5. Acesso em: 16 de maio de 2026

MESQUITA, Luis. **Everything About PBR Textures And A Little More - PART 1**. **ArtStation**, 2020. Disponível em: https://www.artstation.com/blogs/luismesquita/PwEm/everything-about-pbr-textures-and-a-little-more-part-1. Acesso em: 28 de maio de 2026

PHARR, Matt; JAKOB, Wenzel; HUMPHREYS, Greg. **Physically Based Rendering**: From Theory to Implementation. 3. ed. Cambridge, MA: Morgan Kaufmann, 2017. E-book. ISBN 978-0-12-800645-0. Acesso em: 5 de maio de 2026

PLANEJATIVO. **Dioptro plano, Ângulo limite e Reflexão total**. 2026. Disponível em: https://app.planejativo.com/estudar/285/resumo/fisica-dioptro-plano-angulo-limite-e-reflexao-total. Acesso em: 13 ago. 2026.

WILSON, Joe. **Physically-Based Rendering, And You Can Too! Marmoset**, 2015. Disponível em: https://marmoset.co/posts/physically-based-rendering-and-you-can-too/. Acesso em: 20 de maio de 2026