

3 Comportamento da Luz na Pele Humana

É muito difícil reproduzir a pele humana de forma realista em aplicações computacionais, principalmente àquelas em tempo real, devido à quantidade de detalhes que a compõem, como poros, rugas, cicatrizes, etc. Porém, para obter resultados satisfatórios, todos esses aspectos devem ser considerados na modelagem e texturização da mesma. Embora as atuais tecnologias de *scanning* 3D permitam obter esse nível de detalhes na geração das malhas tridimensionais, dos mapas de cor e mapas de normal, se não forem considerados os aspectos translúcidos, o espalhamento e a absorção interna da luz na pele (*subsurface scattering*), assim como o brilho, resultados realistas dificilmente são obtidos. A Figura 1 demonstra isso.



Figura 1 – Na imagem da esquerda (a), a renderização da pele foi realizada sem considerar o espalhamento e absorção interna da luz. Nota-se que a pele fica seca e com uma aparência não natural. A imagem da direita (b) considera o *subsurface scattering*, criando assim uma pele com traços mais suaves e naturais.

Com base nos fatos supracitados, torna-se assim importante entender como a pele se comporta ao receber a luz externa antes de modelar ou estudar qualquer técnica de renderização.

Os raios de luz ao entrarem em contato com a pele interagem com a mesma basicamente em duas formas: ou são refletidos diretamente (reflexão especular) ou são absorvidos e espalhados.

A camada mais externa da pele é oleosa e rugosa. Devido à reflexão e a refração de Fresnel com essa camada (há uma mudança do índice de refração entre o ar e a pele), uma parte da luz incidente (aproximadamente 6% (Tuchin 2000 citado por d'Eon e Luebke 2007)) reflete diretamente sem receber nenhuma coloração da pele. Essa reflexão não se dá como um espelho perfeito, visto que, devido à rugosidade dessa camada, a luz incidente reflete em uma série de ângulos diferentes ao ângulo de entrada. A Figura 2 ilustra esse processo. Esse fenômeno é responsável pelo brilho observado na pele humana.

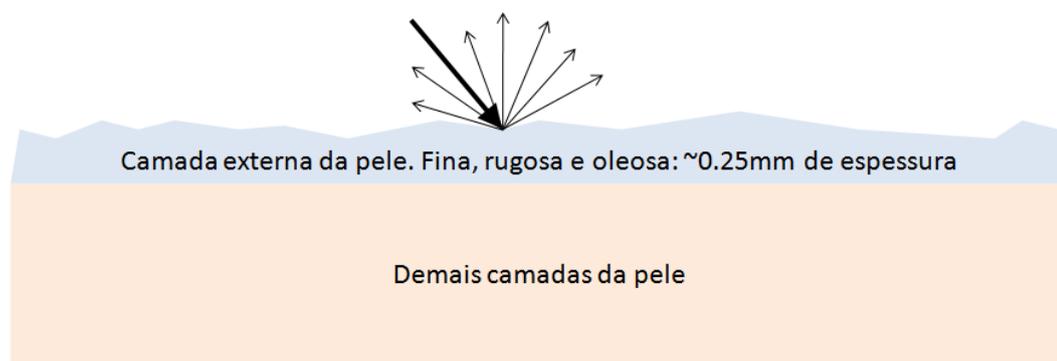


Figura 2 – A imagem mostra a luz incidente chegando à camada mais externa da pele e sendo refletida em diversos ângulos. A parte não refletida está omitida.

A luz que não é refletida pela camada externa da pele entra nas camadas mais internas e é absorvida e espalhada de forma aleatória. Ao ser espalhada, a luz ganha cor e acaba saindo da pele pela vizinhança do ponto de entrada. Esse fenômeno é responsável pela cor e aparência suave da pele. A Figura 3 ilustra exatamente esse processo. Em regiões muito finas, como orelhas e nariz, a luz pode atravessar de um lado ao outro, criando um efeito avermelhado. Esse efeito pode ser visto, por exemplo, na orelha quando não iluminada diretamente.

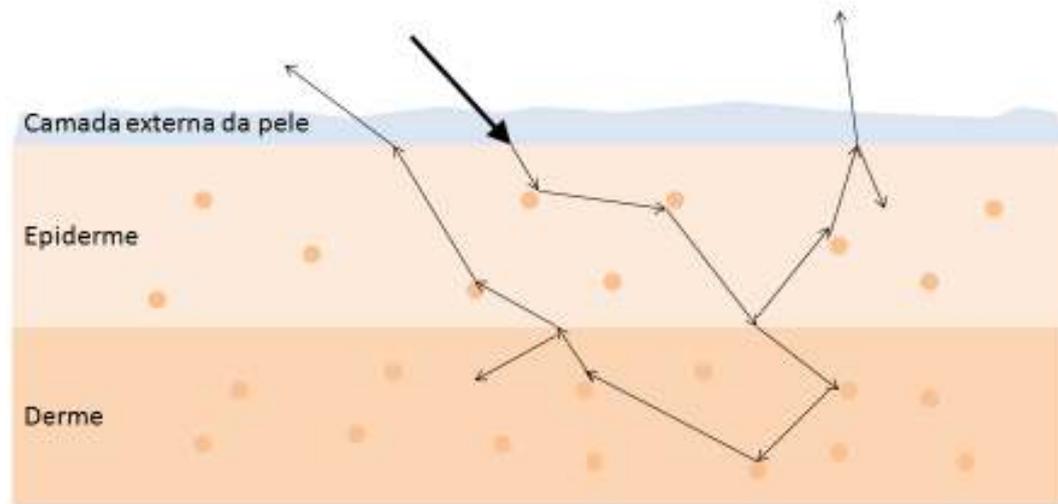


Figura 3 – Espalhamento da luz através das camadas internas da pele. Um único raio de luz pode entrar em um ponto e sair por vários.

A luz é absorvida e refletida de forma diferente para cada camada da pele. Quanto mais próximo da superfície, o espalhamento é mais estreito e quanto mais interno, mais espalhado. De fato, para cada comprimento de onda, o espalhamento ocorre de forma diferenciada. Embora existam muitas camadas, o uso de duas (além da camada externa) para renderização da pele humana é suficiente para obter resultados satisfatórios (Donner e Jensen 2005 citado por d'Eon e Luebke 2007).