



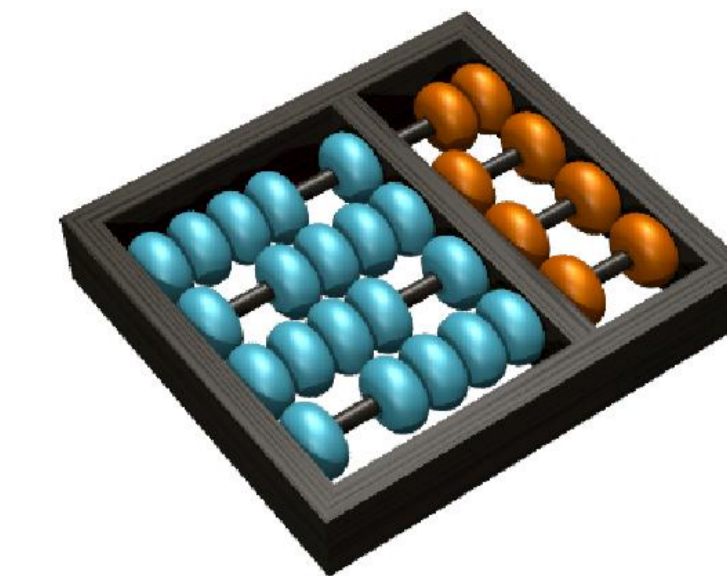
SOMBREAMENTO DE SUPERFÍCIES DE TERRENO BASEADO NO MODELO DE REFLECTÂNCIA DE OREN-NAYAR

Everton Ferreira dos Santos, Talita Ferraz Roberti, Hélio Pedrini

Instituto de Computação – Universidade Estadual de Campinas

Contato: everton.ic08@gmail.com, talitaroberti@gmail.com, helio@ic.unicamp.br

Palavras-chave: mapas de reflectância, imagens de terreno, modelos de iluminação



1. INTRODUÇÃO

Em nosso trabalho utilizamos dois métodos para cálculos de mapas de reflectância de modelos digitais de terrenos. Um mapa de reflectância se dá pela combinação da iluminação da superfície, sua reflectância e a sua orientação em relação à fonte de luz. O brilho de um ponto em uma superfície é definido como a quantidade de energia que incide no ponto e a fração dessa energia que é refletida.

Os dois métodos utilizados foram o de Lambert e o de Oren-Nayar.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

No modelo de Lambert, a quantidade de luz que atinge uma superfície depende do cosseno do ângulo entre os vetores da fonte de luz e do vetor normal ao plano a que pertence o ponto. Lambert observou que uma fonte de luz de área A ilumina uma superfície de área A_1 se o ângulo entre os vetores for 0° . Se a fonte estiver a um ângulo menor do que 90° , a área a ser iluminada será $A_1/\cos\theta$ e, portanto, terá menor irradiação (figura 1a). A reflexão é independente da posição do observador, perpendicular ao vetor normal à superfície e não leva em conta as propriedades físicas do material.

O modelo de Oren-Nayar considera as propriedades físicas do material. Ele descreve superfícies ásperas como um conjunto de cavidades simétricas e com o formato de V (figura 1b). Assumindo a área de cada face da cavidade V como sendo muito menor do que a área da região iluminada, um grande número de faces receberá luz e seu comportamento em conjunto determinará o brilho da superfície.

Oren-Nayar prevê que, se a cavidade for iluminada por uma fonte de luz posicionada à direita, a face esquerda ficará mais clara do que a face oposta, já que a primeira receberá mais luz incidente. Um observador posicionado à esquerda da fonte de luz verá a área superficial da cavidade como uma grande fração escura e uma pequena fração clara. À medida que o observador caminha à direita, a fração de área clara aumenta, enquanto a fração de área escura diminui (figura 1c). Portanto, é dependente da posição do observador.

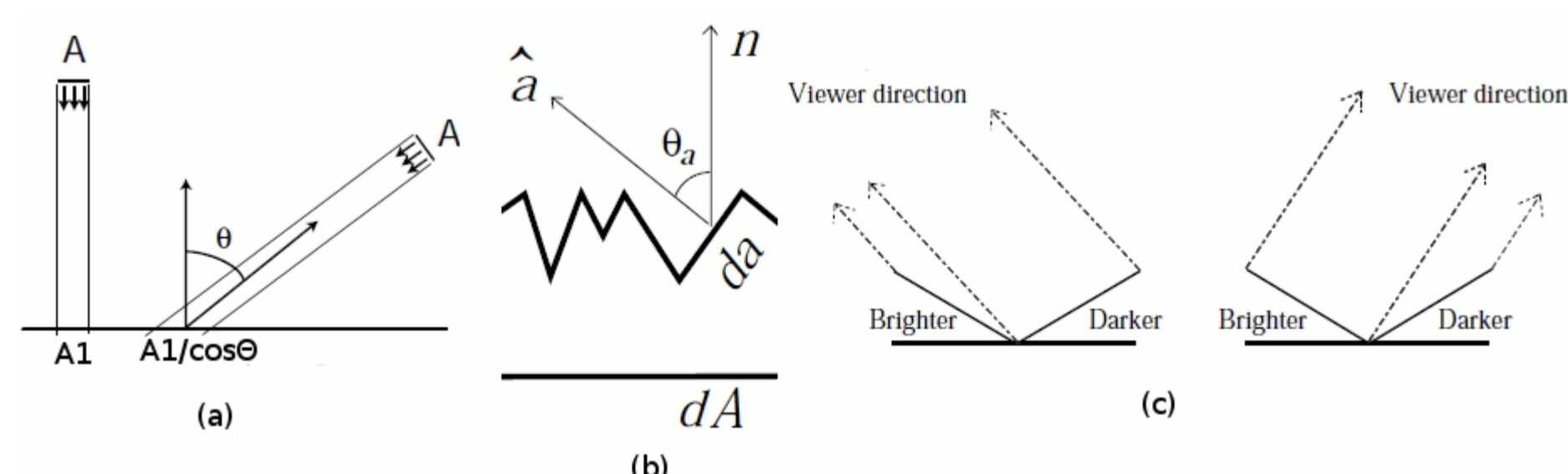


Figura 1 - (a) Representação do modelo de Lambert (b) Cavidade V (c) reflexão em uma cavidade V

5. CONCLUSÃO

A imagem gerada pelo modelo de Oren-Nayar possui cores com tonalidades mais claras e uma quantidade menor de manchas, o que indica melhor representação da transição de elevações vizinhas.

Conclui-se que o modelo de Oren-Nayar é mais adequado para a geração de mapas hipsométricos.

3. METODOLOGIA

A entrada do programa é uma imagem digital no formato PGM. Seu conteúdo é copiado para uma matriz de alturas com as dimensões da imagem. Uma tabela de cores inicial, com 13 valores, é então gerada de acordo com as elevações representadas pelos pixels da imagem. Posteriormente, calcula-se uma transformação para essa tabela de cores obtendo 30 intervalos para cada valor da tabela de cores gerada inicialmente. (figura 2).

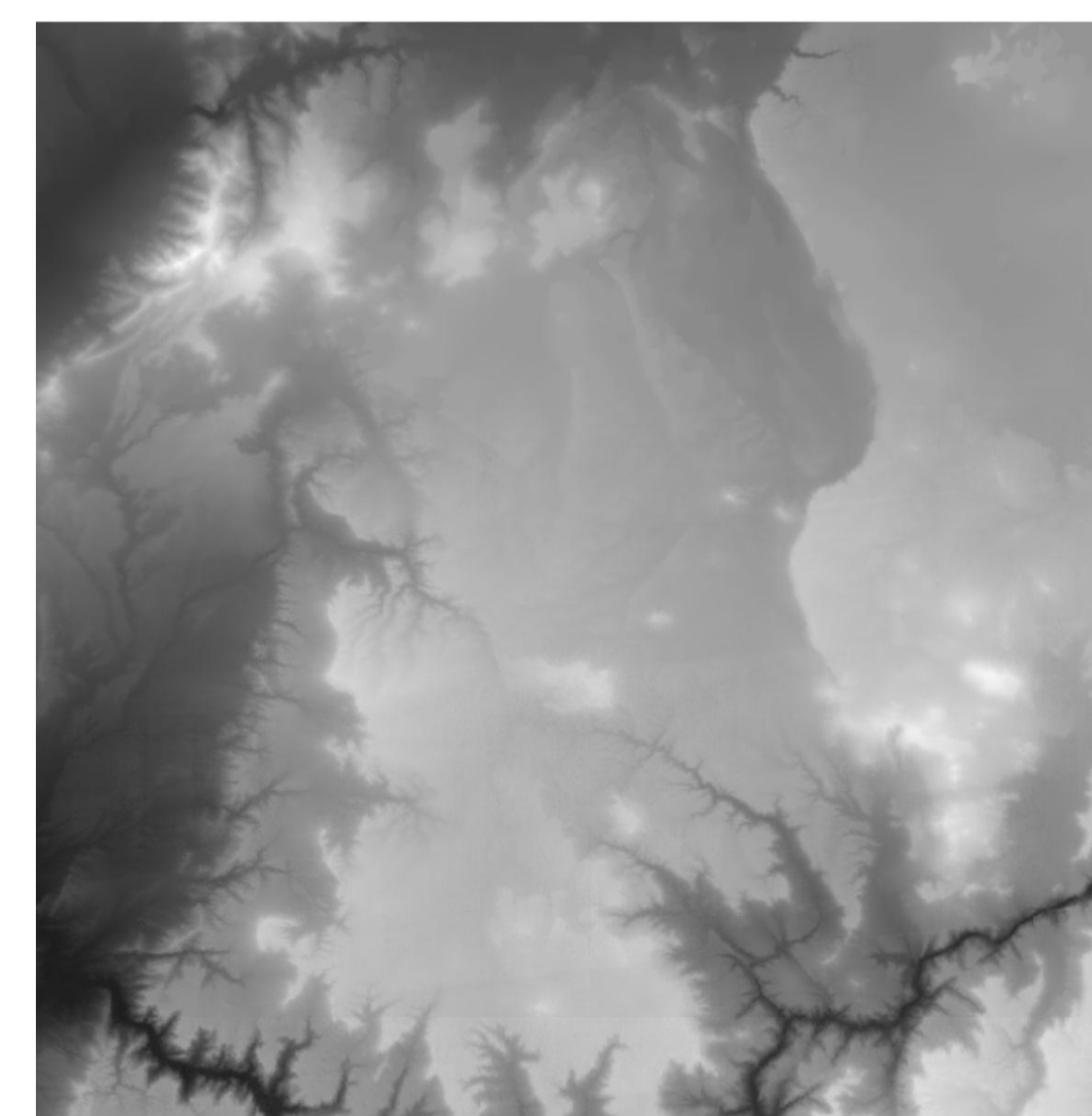
Usando-se o vetor V_o da fonte de luz fixado em $\theta_o = 45^\circ$ e $\phi_o = 135^\circ$ e a posição do observador como 45° em relação ao vetor V_o , calcula-se o cosseno do ângulo entre V_o e o vetor normal ao plano da elevação. Com este cálculo geramos a imagem com sombreamento em tons de cinza da figura 3.

Para gerar a imagem colorida, cada elemento calculado anteriormente é transformado em ângulo. Encontra-se a cor correspondente de acordo com a altura contida no pixel e o ângulo calculado indica qual tonalidade de cor deve ser obtida para a imagem resultante, no formato PPM.

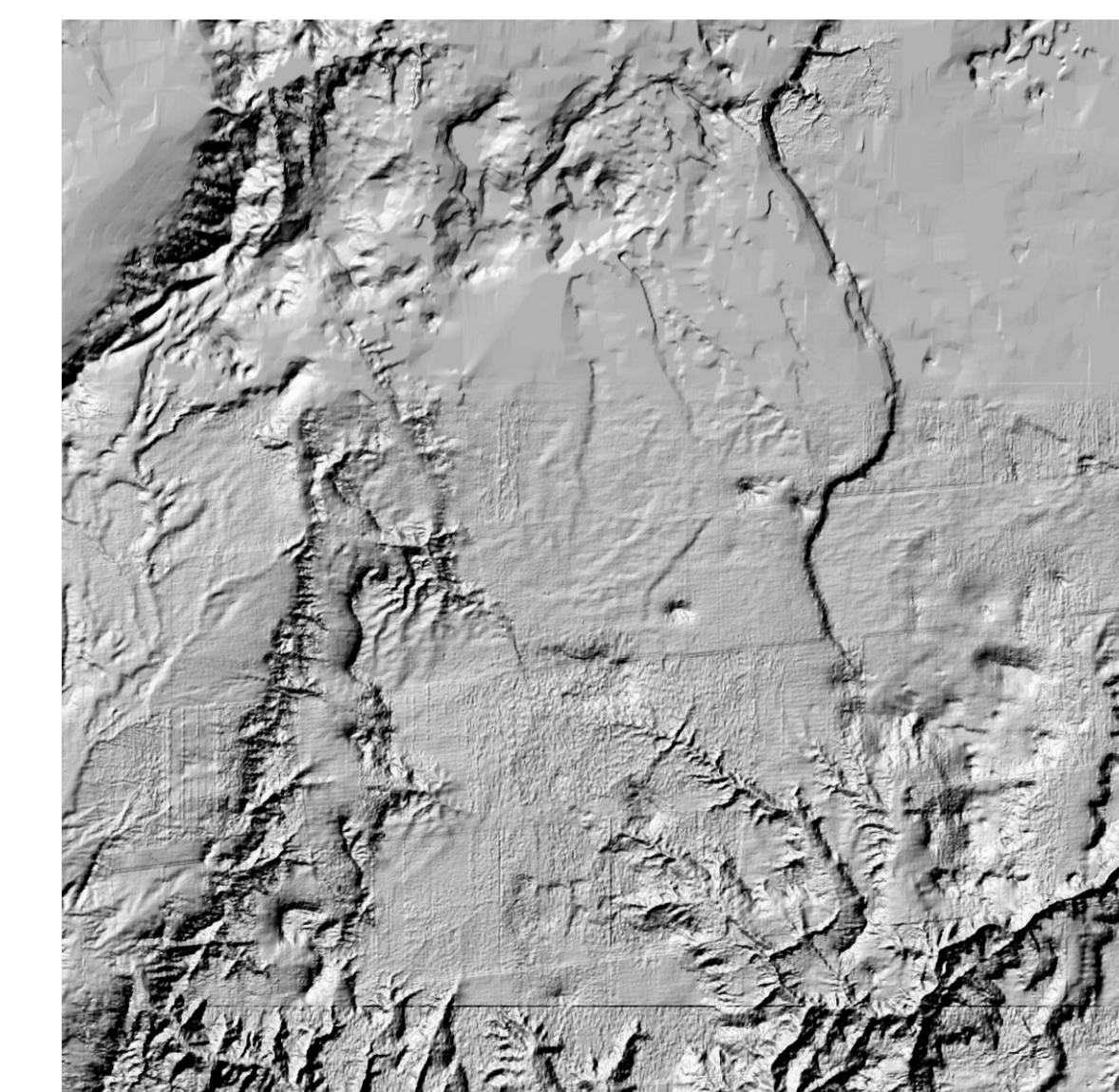


Figura 2 - Parte do gradiente de cores utilizado na geração da imagem colorida

4. RESULTADOS



Grand Canyon - Imagem Original



Sombreamento utilizando Oren-Nayar

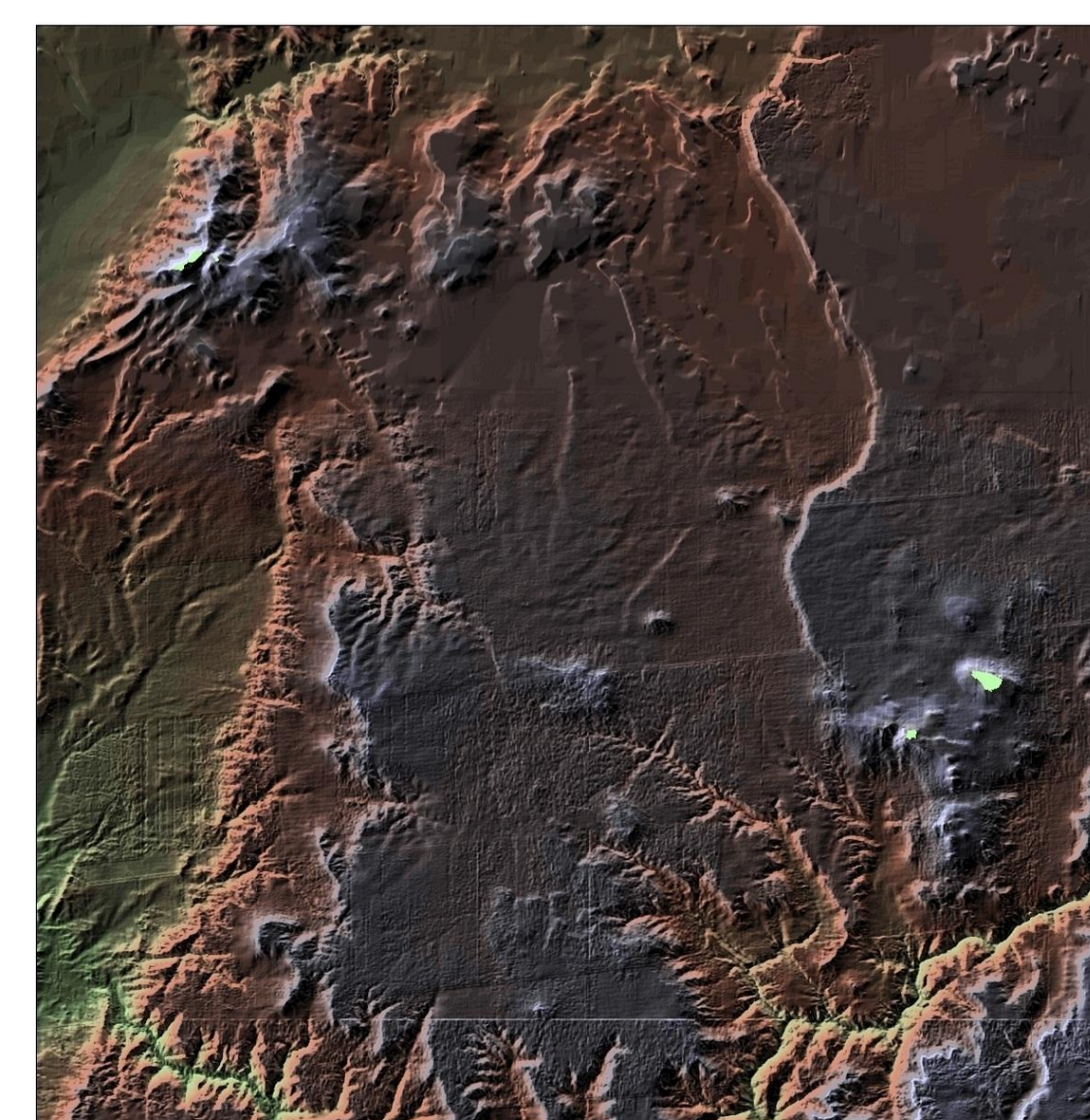


Imagem colorida utilizando Lambert

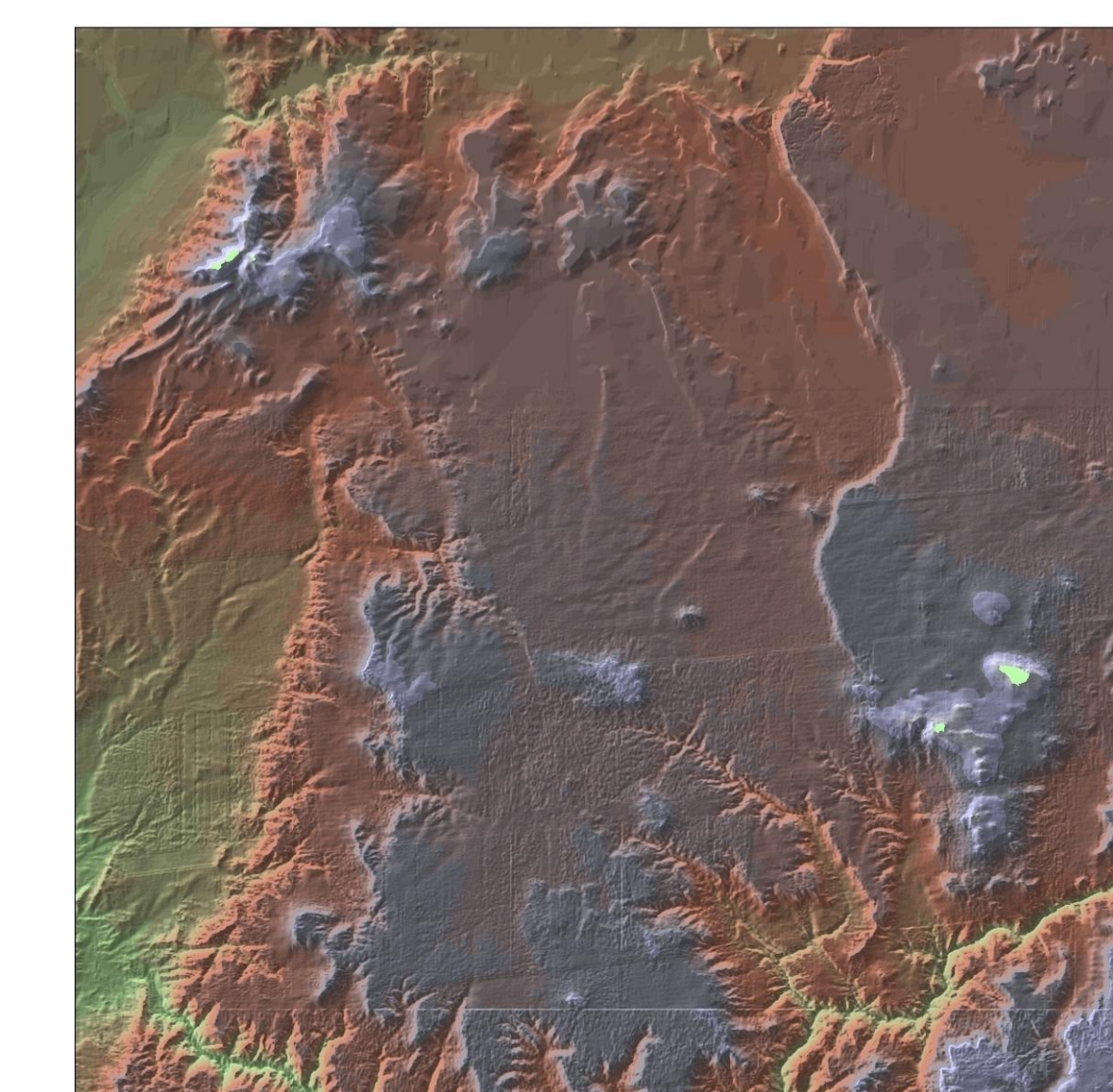


Imagem colorida utilizando Oren-Nayar

Referências bibliográficas:

- [1] Oren, M.; Nayar, S.K. ACM 21st Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques (SIGGRAPH), p. 239-246, Jul, 1994.
- [2] W. Schwartz, H. Pedrini Cálculo de Mapas de Reflectância em Modelos Digitais de Terrenos, Anais do Simpósio Brasileiro de Geomática, p. 9-13, Jul, 2002.
- [3] Pharr, M.; Humphreys, G.; Physically-Based Image Synthesis: From Theory to Implementation; Morgan Kaufmann; p. 188; 2004.