

Projeto de Computação Gráfica Simulação de Terreno e Drenagem

Disciplina de Computação Gráfica

Objetivo Geral

Desenvolver uma aplicação gráfica utilizando **OpenGL com C ANSI**, sem bibliotecas externas (como CGAL, stb, GLM, etc) que permita a visualização e simulação de um **terreno 3D** construído a partir de uma malha de triângulos (vide figura abaixo). O programa também deve simular a drenagem ou escoamento, isto é, a **trajetória de fluxo descendente de um ponto** sobre esse terreno, até alcançar um vale.

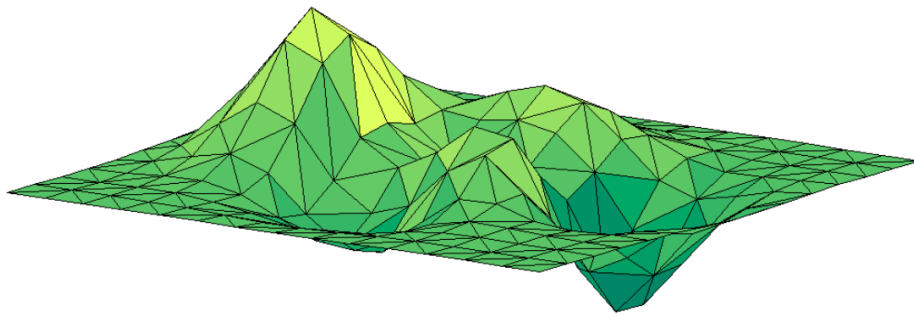


Figura 1: Exemplo ilustrativo

1 Geração de Malha Triangular

- Construa uma **malha regular 2D** no plano XZ, onde cada célula da grade é composta por dois triângulos formando um quadrado.

- Aplique uma função de ruído (ex: ruído de Perlin simplificado ou combinação de senos) para modificar a altura (y) dos vértices, gerando montes e vales.

1.1 Sugestão para a geração de altura: Ruído de Perlin ou Combinação de Senos

Para simular o relevo do terreno tridimensional, duas abordagens simples e eficazes podem ser utilizadas:

1.1.1 Ruído de Perlin

O **ruído de Perlin** é uma técnica de geração procedural que cria variações suaves e contínuas em uma malha. Diferente de um ruído puramente aleatório, ele gera valores interpolados entre gradientes pseudoaleatórios, resultando em formas orgânicas e realistas.

- Produz terrenos com transições suaves entre montes e vales.
- Muito usado em gráficos para simular texturas naturais como montanhas, nuvens e paisagens.
- Ideal para terrenos onde se deseja evitar descontinuidades abruptas.

1.1.2 Combinação de Funções Senoides

Outra alternativa simples é utilizar uma **combinação de funções senoides** para determinar a altura dos pontos da malha:

$$y(x, z) = \sin(f_1 x) + \cos(f_2 z) \quad \text{ou} \quad y(x, z) = \sin(f_1 x) \cdot \cos(f_2 z)$$

- Cria superfícies com padrões ondulados e periódicos, como dunas ou cadeias montanhosas regulares.
- Fácil de implementar e ajustar com os parâmetros de frequência (f_1, f_2) e amplitude.
- Útil para prototipagem rápida ou quando se deseja um padrão controlado de variação.

2 Estrutura de Adjacência

Implemente uma estrutura de dados que armazene:

- Vizinhança entre vértices (adjacência direta na malha).
- Arestas conectando vértices.
- Triângulos e seus vértices.

Essas informações serão fundamentais para a navegação do ponto sobre a malha.

3 Simulação de Drenagem

- Ao indicar um vértice inicial (manual ou clicado), o programa simula o movimento de um ponto (ex: uma pequena esfera) que se desloca para o vizinho com menor valor de altura.
- O processo se repete até que o ponto atinja um **mínimo local**, ou seja, um vértice sem vizinhos mais baixos.
- Visualize esse percurso de forma animada ou em tempo real, atualizando a posição da esfera.

4 Visualização Gráfica

- Deve ter pelo menos, duas viewports: uma para navegação livre e outra fixa (ortogonal). Na vista ortogonal, é recomendável que o usuário possa ter uma visão de "raio x" lateral, para poder dimensionar o efeito do escoamento.
- Renderize a malha 3D com **perspectiva e iluminação básica**.
- Use cores ou texturas para indicar elevação (ex: verde para vales, branco para picos).
- Mostre a trajetória da esfera de escoamento.
- Mostre em diferentes pontos de vista simultaneamente à simulação, ou seja, deve ser permitido a "rotação" do terreno.

5 Importação de Arquivo OBJ

Além da malha regular, o programa deve oferecer suporte a:

- **Importar arquivos no formato OBJ**, contendo malhas triangulares fornecidas pelo professor.
- Analisar a topologia da malha OBJ para construir a estrutura de adjacência.
- Simular o escoamento da esfera da mesma forma, com base na geometria importada.

Importante: o código de leitura de arquivos OBJ deve ser implementado manualmente ou com funções próprias simples, sem uso de bibliotecas externas.

6 Requisitos Técnicos

- Biblioteca gráfica: **OpenGL** (GLUT ou GLFW opcional)
- mínimo de duas viewports: uma perspectiva com câmera livre e outra ortogonal com a câmera fixa
- Proibido: Bibliotecas CGAL, stb, GLM, etc.
- Permitido: Funções matemáticas e estruturas implementadas pelo próprio aluno.

7 Critérios de Avaliação

Critério	Peso
Geração correta da malha	1.0
Aplicação de ruído para terreno 3D	2.0
Estrutura de adjacência funcional	2.0
Simulação do escoamento	3.0
Visualização e clareza gráfica	2.0
Leitura e simulação com arquivo OBJ	1.0

8 Extensões Opcionais (Bônus)

- Animação contínua e suave do escoamento.
- Representação gráfica do fluxo de drenagem.
- Vários pontos escoando simultaneamente.
- Interação para alterar parâmetros do terreno em tempo real.
- tratamento de colisão