

Projeto de Computação Gráfica

2025/2026

DI-FCUL Grupo 27

Link para o projeto:

https://github.com/N0bree/projetoCG_grupo27.git



Trabalho realizado por:

Miguel Neves nº61819

Nuno Nobre nº61823

Danilo Kovalchuk nº61850

Horas despendidas no projeto

26 horas

27 horas

25 horas

1. Descrição da aplicação e mecanismos de interação

1.1 Visão geral

A aplicação apresenta uma cena 3D interativa implementada em Python + OpenGL/GLUT. A cena contém um veículo (carro) que pode deslocar-se tanto para a frente como para trás, virar, abrir portas, e entrar numa garagem cuja porta também abre por interação do utilizador. A cena inclui piso texturado (mosaico repetido), 2 fontes de iluminação e diversos materiais. A câmera pode ser usada em modo livre, seguir o veículo ou ser colocada no interior (ponto de vista do condutor).

1.2 Requisitos principais e sua implementação

Abaixo lista-se cada requisito principal e como foi implementado no código entregue.

- Veículo com rodas traseiras maiores que as dianteiras**

A carroçaria é construída com cubos (glutSolidCube) e detalhes (para-choques, para-brisa) com esferas, torus e cilindros. As rodas foram implementadas por uma função reutilizável draw_wheel(radius, width, flip=False) que desenha o pneu (toro) e a jante (cilindro + raios) definindo front_wheel_radius = 0.22 e rear_wheel_radius = 0.28. Ao desenhar as rodas traseiras usa-se o raio das mesmas (draw_wheel(rear_wheel_radius, ...)).

- Portas do veículo abrem por interação do utilizador**

- Teclas: Q abre/fecha a porta direita; E abre/fecha a porta esquerda. A animação é interpolada com animate_value(...) e cada porta é desenhada por draw_door(side, open_amount) que aplica uma rotação até 70º em torno do hinge.

- Volante giratório**

- O volante é desenhado por draw_steering_wheel() e a variável vehicle.steering_angle controla a rotação do volante. O volante rotaciona com um fator (4x) relativamente ao ângulo visível para amplificar o efeito.

- Quando o carro se deslocar, as rodas giram**

- A rotação das rodas é atualizada em update_vehicle(dt) usando a distância percorrida e o perímetro da roda frontal (vehicle.wheel_rotation += (distance / circumference_front) * 360). As rodas traseiras aplicam uma rotação proporcional ao rádio entre raios (rodas maiores giram mais devagar).

- Veículo pode deslocar-se e entrar na garagem e a porta da garagem abre por interação do utilizador**

- Tecla G alterna a porta da garagem (animação tratada por garage.door_target e garage.door_open via animate_value). Colisões são tratadas por resolve_static_collisions(...) que evita atravessar a porta quando ela estiver fechada e impede atravessar as paredes laterais e traseira.

- **Pelo menos duas fontes de iluminação na cena**
 - setup_lighting() cria GL_LIGHT0 (luz direcional — sol) e GL_LIGHT1 (luz pontual dentro da garagem) com propriedades de ambiente/difusa/especular e atenuação.
- **Pelo menos 5 materiais diferentes na cena**
 - Materiais definidos em Material:
 - CAR_BODY, CAR_ACCENT, CAR_ROOF, GLASS / TINTED_GLASS, RUBBER, METAL, GARAGE_WALL, GARAGE_DOOR, CONCRETE, WOOD, LEAVES.
- **Posição da câmara controlável pelo utilizador**
 - Câmera livre (mouse + setas + R/F). O rato altera yaw e pitch em modo livre; setas movem a câmera; R/F sobem/descem.
- **Chão texturado por repetição de mosaicos**
 - Textura de xadrez gerada em create_checker_texture() e aplicada em draw_floor() com repetição (wrap repeat) e múltiplos tiles numa grande extensão.

1.3 Requisitos secundários implementados

Listam-se as funcionalidades secundárias implementadas nesta versão:

- Rodas refletem o movimento (rotação mais lenta para as rodas maiores): a rotação das rodas traseiras é ajustada com o rácio front_wheel_radius / rear_wheel_radius.
- O carro pode virar além de se deslocar em linha reta: volante altera vehicle.angle enquanto o veículo se move.
- O volante controla o ângulo de viragem do veículo: vehicle.steering_angle influencia vehicle.angle em update_vehicle.
- Adição de elementos extras na cena (árvores): (draw_tree(...)).
- Câmera a seguir o veículo (tecla C): A posição da câmara é definida relativamente ao veículo. A câmara é colocada atrás e acima do carro (vista em terceira pessoa), aplicando a mesma rotação do veículo. Implementado com: gluLookAt(cam_x, cam_y, cam_z, vehicle.x, 1.3, vehicle.z, 0, 1, 0)
- Câmara Interior (vista do condutor) (tecla V): A câmara é colocada no cockpit, alinhada com o volante e com a direção do veículo e mantém-se sempre sincronizada com o ângulo do carro. Implementado com: gluLookAt(eye_x, eye_y, eye_z, center_x, center_y, center_z, 0, 1, 0).

2. Descrição do Grafo de Cena — Geometria, Transformações e Materiais

Nó Raiz — World

- **Geometria:** não possui geometria própria; funciona apenas como recipiente para os restantes elementos da cena.
- **Transformações:** nenhuma (matriz identidade).
- **Materiais:** não aplicável.
- **Descrição:** contém como filhos os nós Floor, Garage, Vehicle, Tree1 e Tree2.

Nó Floor

- **Geometria:** draw_floor() desenha uma grande malha de quads que formam o piso. São aplicadas coordenadas de textura repetidas para criar o efeito de mosaico.
- **Transformações:** nenhuma transformação adicional; desenhado diretamente no sistema de coordenadas do mundo.
- **Materiais:** Material.CONCRETE (valores de ambient, diffuse, specular e shininess), aplicado antes de ativar a textura.
- **Textura:** textura gerada por create_checker_texture(), aplicada com GL_REPEAT para repetição do padrão no chão.

Nó Garage

- **Geometria:** draw_garage() desenha a garagem composta por:
 - piso interior (cubo escalado),
 - duas paredes laterais,
 - parede traseira,
 - vigas estruturais,
 - parte frontal com pilar lateral,
 - teto (cubo escalado),
 - porta da garagem (cubo estreito que roda para abrir).
- **Transformações:**
 - A garagem inteira é translada para (0, 2.4, -12) no início.
 - Cada subcomponente aplica a sua própria glTranslatef e glScalef.
 - A porta aplica glRotatef(garage.door_open * -85, 1, 0, 0) para animar a abertura.
- **Materiais:**
 - Estrutura das paredes/teto: Material.GARAGE_WALL / Material.CAR_ACCENT.
 - Porta: Material.GARAGE_DOOR.
 - Vidros decorativos: Material.GLASS (com transparência via blending).

Nó Vehicle

- **Geometria:** draw_vehicle() desenha todas as partes do carro:
 - Carroçaria: vários cubos escalados que formam piso, laterais, frente e traseira; para-brisa em vidro com blending.
 - Portas: cubos escalados com hinge definido e rotação conforme vehicle.left_door_open ou right_door_open.
 - Rodas: pneus desenhados com glutSolidTorus e jantes com cilindros; raios da jante construídos com pequenos cubos.
 - Volante: toro + esfera + raios em cubos, com rotação conforme o ângulo de direção.
- **Transformações:**
 - glTranslatef(vehicle.x, 0, vehicle.z) posiciona o carro no mundo.
 - glRotatef(vehicle.angle, 0, 1, 0) ajusta a orientação do veículo.
 - Rodas:
 - dianteiras: rotação da direção vehicle.steering_angle + rotação de rolamento vehicle.wheel_rotation.
 - traseiras: apenas rolamento, com fator de correção devido ao raio maior.
 - Portas: rotação de até 70° em torno da dobradiça.
 - Volante: rotação local proporcional ao steering (-vehicle.steering_angle * 4).
- **Materiais:**
 - Carroçaria: Material.CAR_BODY.
 - Detalhes e teto: Material.CAR_ACCENT e Material.CAR_ROOF.
 - Vidros: Material.GLASS com transparência.
 - Pneus: Material.RUBBER.
 - Jantes e peças metálicas: Material.METAL.

Nós Tree1 e Tree2

- **Geometria:** draw_tree(x,y,z) desenha:
 - Tronco: cubo escalado.
 - Copa: esfera desenhada acima do tronco.
- **Transformações:** cada árvore aplica internamente glTranslatef(x, y, z) para ser colocada no mundo.
- **Materiais:**
 - Tronco: Material.WOOD.
 - Folhas: Material.LEAVE.

3. Funcionalidades da aplicação

- **Visão geral da cena** - Carro estacionado fora da garagem, chão texturado e iluminação ambiente.



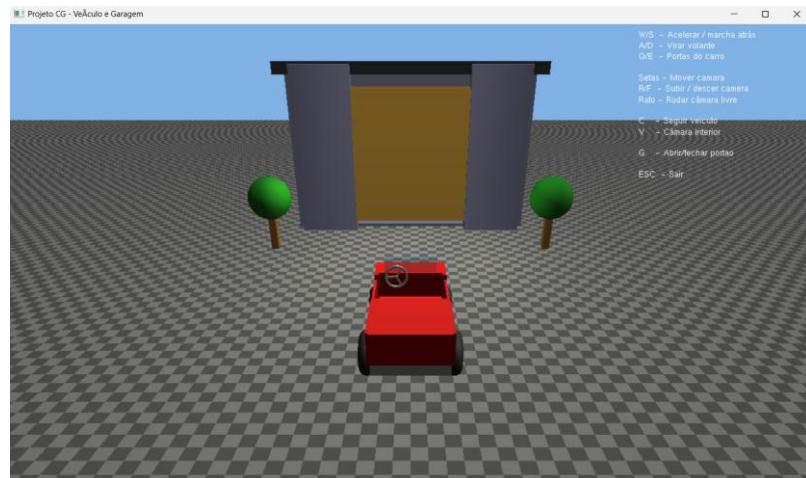
- **Câmera livre** – Controlada com as setas, rato e teclas R e F



- **Câmera interior** (tecla V) - Visão em primeira pessoa do condutor.

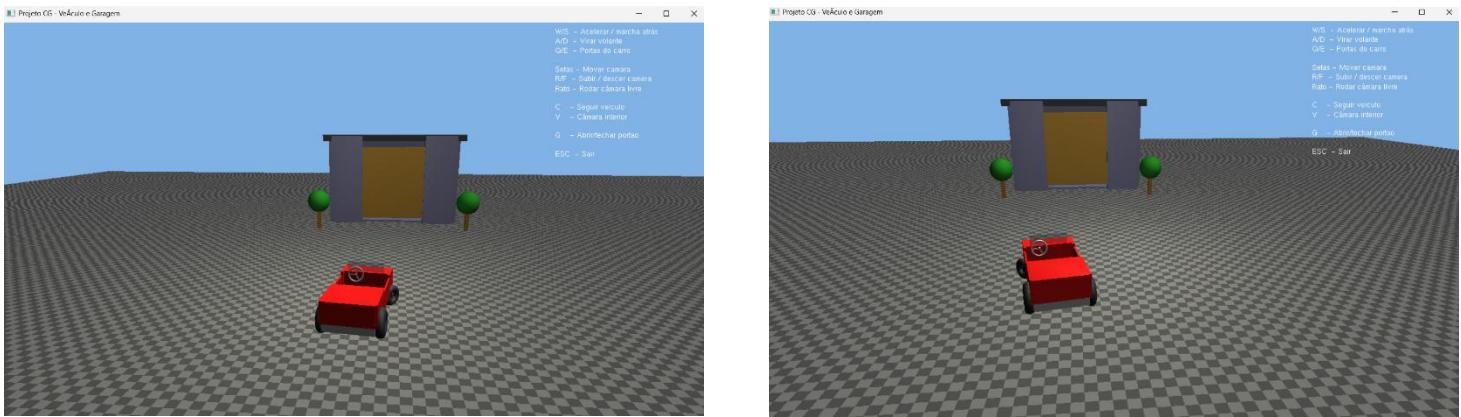


- **Câmera exterior** (tecla C) – Visão de terceira pessoa.

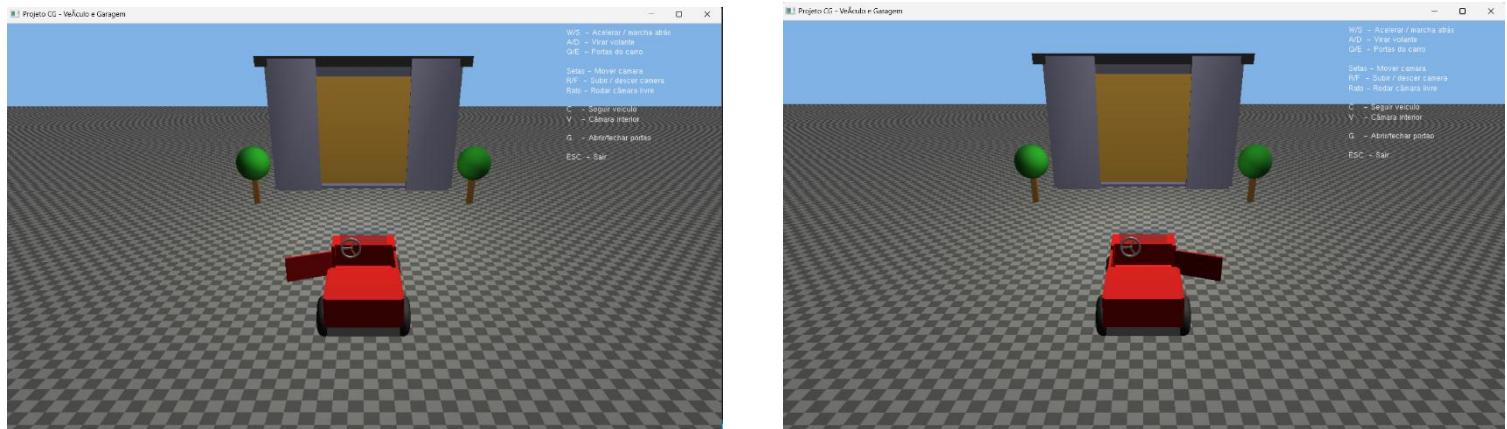


- **Conduzir o carro** – Acelerar na tecla W e fazer marcha atrás na tecla S e virar nas teclas A e D para a esquerda e a direita respectivamente





- **Portas do carro abertas** - Interação das portas do veículo (teclas Q/E).



- **Portão da garagem abrir/fechar** (tecla G) - Interação com o portão da garagem e comportamento de colisão quando fechada.

