

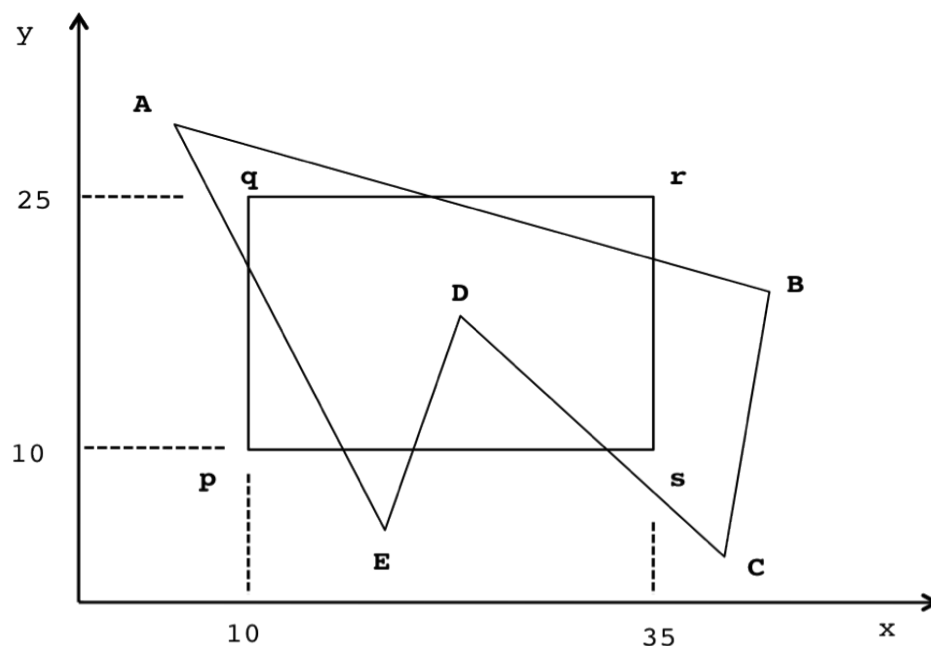
# COMPUTAÇÃO GRÁFICA E INTERFACES

**LEI/FCT/UNL — Ano Lectivo 2009/10**  
**EXAME da ÉPOCA de RECURSO — 5/02/10**

*Atenção: Responda no próprio enunciado, que entregará. Em caso de engano, e se o espaço para a resposta já não for suficiente, poderá usar o verso das folhas desde que feitas as devidas referências.  
 Não desagrafe as folhas! A prova de exame, com duração de 2H, é sem consulta.*

**1.** (5 valores)

São dados os polígonos  $P=[A, B, C, D, E]$  e  $Q=[p, q, r, s]$ , sendo este último considerado como janela de recorte, com as respectivas coordenadas indicadas na figura.



a) Com o objectivo de se aplicar o algoritmo de Cohen-Sutherland a cada uma das arestas do polígono P, suponha a seguinte ordem para os bits de código em relação à janela de recorte: Esquerda, Cima, Direita, Baixo. Considere ainda a mesma ordem para a progressão do algoritmo.

a.1) Escreva os bits de código (ordem ECDB) para cada um dos vértices do polígono:

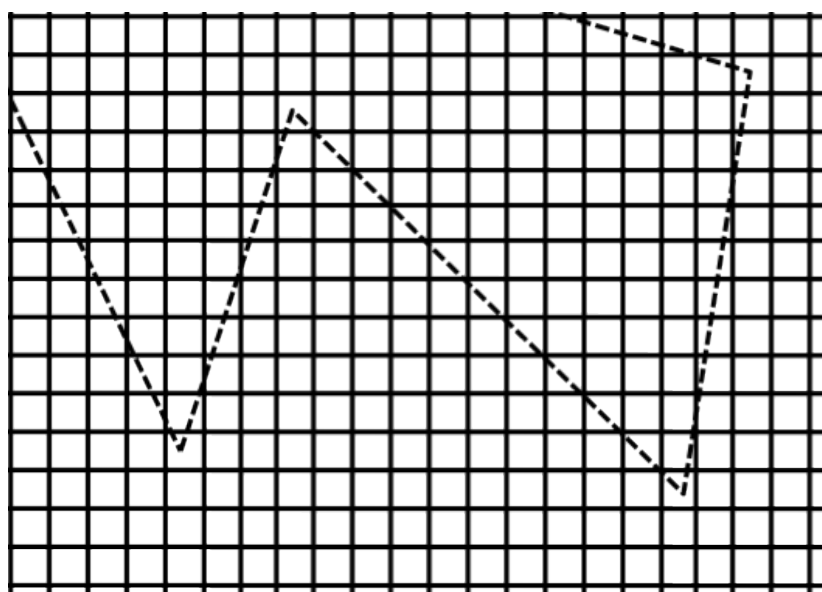
A :	B :	C :	D :	E :
-----	-----	-----	-----	-----

a.2) Para cada uma das arestas, indique o resultado da aplicação do algoritmo, ou seja, se

- aceita ou rejeita trivialmente ou,
- quais as intersecções necessárias para fazer o recorte, com indicação da ordem e dos respectivos limites da janela onde são realizadas essas intersecções.

Aresta	Resposta
AB	
BC	
CD	
DE	
EA	

- b) A figura seguinte mostra os segmentos de recta associados ao polígono P numa grelha de pixels, tendo em vista a respectiva rasterização (uma quadrícula representa um pixel controlado por um 1 bit). Para efeitos de resolução desta alínea, considere apenas a rasterização, sequencial, dos segmentos de recta CD e DE.



b.1) Pinte na figura acima as quadrículas que resultariam da aplicação do algoritmo do ponto médio aos segmentos de recta CD e DE.

b.2) A intensidade percebida decorrente da rasterização de ambos os segmentos CD e DE pelo algoritmo do ponto médio é diferente. Em qual dos dois segmentos é que esta diferença é mais acentuada em relação a segmentos verticais? \_\_\_\_\_. Justifique a sua resposta e apresente uma solução algorítmica, tão detalhada quanto possível, para minorar este tipo de problema:

---

---

---

---

---

---

---

---

b.3) Se por hipótese os dois segmentos CD e DE fossem desenhados com cores distintas (e nesse caso seriam necessários mais do que um bit por quadrícula) o que acha que deveria acontecer à quadrícula comum a ambos os segmentos? Justifique a sua afirmação.

---

---

---

---

---

b.4) Marque com um X as quadrículas vazias que ainda seriam pintadas decorrente da aplicação do método de replicação por pixels na horizontal, tendo em vista o aumento de espessura para o triplo dos dois segmentos. Que comentários lhe merece a aplicação desta técnica para o caso em apreço, em termos de vantagens e/ou desvantagens:

---

---

---

---

---

## 2. (3 valores)

Suponha que a superfície de visualização de uma dada estação de trabalho é um ecrã de dimensões 1600x1200 e a que corresponde, como é habitual, um sistema de coordenadas (DC) cuja origem se localiza no canto superior esquerdo. Considere agora uma Janela que, em coordenadas universais (WC), se caracteriza pelos seguintes limites:  $40 \leq x \leq 80$  e  $-20 \leq y \leq 40$ . Pretende-se o enquadramento desta Janela num Visor que deverá estar centrado no ponto com coordenadas (1200,900).

- a) Calcule os limites do Visor pretendido, de modo a maximizar a sua área, sem recorte dos gráficos compreendidos dentro dos limites da Janela e sem causar deformação da imagem.
- b) Especifique matematicamente o enquadramento pretendido através duma matriz  $M$  (a usar na forma  $P'=M.P$ ), deduzida e apresentada em termos duma composição natural de transformações geométricas elementares (S, R ou T) em 2D, com a instanciação apropriada de todos os parâmetros (Nota: sempre que for o caso, indique, em parâmetro, os cálculos aritméticos necessários, mas sem os efectuar).

- c) Partindo dos dados iniciais do problema, indique e justifique a modificação que faria em relação aos limites da Janela por forma a que o novo enquadramento, para além de continuar a não deformar a imagem, passasse a utilizar todo quadrante superior direito do ecrã mas mantendo-se a localização e a escala de parte dos gráficos visualizados nas condições das alíneas anteriores.

**3.** (2,5 valores)

Analise o desenho dum cubo, obtido por intermédio duma projecção geométrica plana, com remoção de linhas ocultas, e responda às seguintes questões:

- a) Qual o tipo de projecção usada para a obtenção da figura?

b) Indique, de forma aproximada, o nome e o valor do(s) seu(s) parâmetro(s), considerando que a face do objecto com maior área projectada no ecrã corresponde ao alçado principal do objecto:



- c) Conforme se pode observar, aplicou-se uma mesma textura às faces visíveis do objecto. Assinale, na figura dada, uma possível disposição do sistema de eixos associado às coordenadas de textura, para cada uma dessas faces, sabendo que qualquer dessas coordenadas varia, obrigatoriamente, entre 0 e 1.
- d) Em geral, e considerando o modo de mapeamento de texturas efectuado no sentido inverso – do espaço do ecrã para o espaço da textura – indique dois métodos de filtragem que possam ser usados para evitar os problemas de *aliasing* provenientes da utilização do método mais simples – o da utilização do *texel* mais próximo.

- e) Para um dos métodos por si indicados escolha uma vantagem e uma desvantagem, face ao outro indicado na sua resposta a d).

**4.** (4 valores)

As figuras seguintes visam a representação de curvas cúbicas contínuas, tendo como pontos de controlo um subconjunto dos pontos (de  $P0$  a  $P8$ ) da malha quadrangular representada.

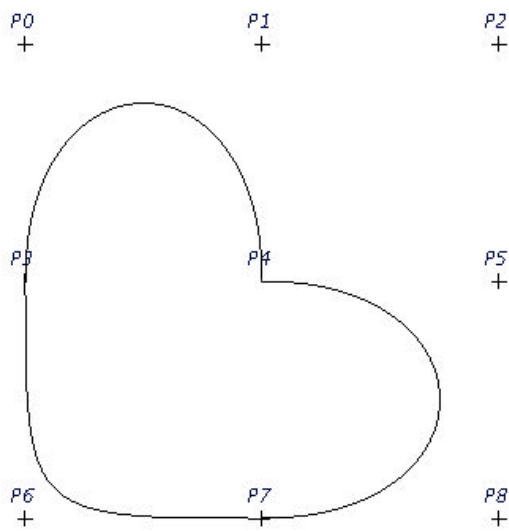


Figura 4.1

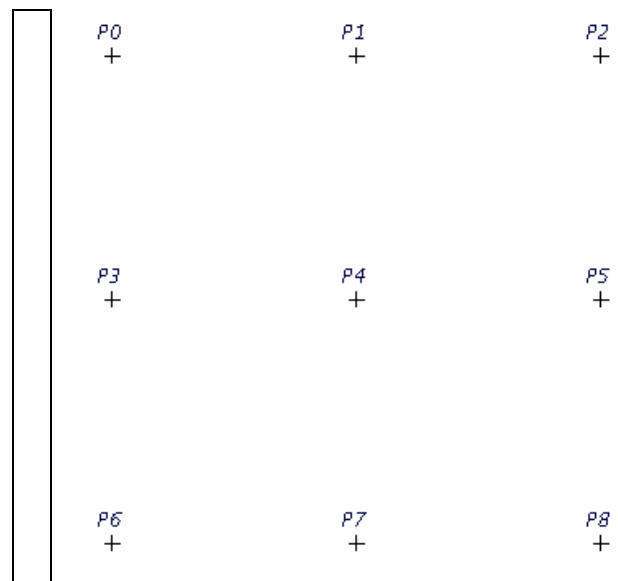


Figura 4.2

a) Considere a curva da figura 4.1.

a.1) Qual o tipo de curva? \_\_\_\_\_ .

a.2) Identifique claramente no desenho os vários troços e enumere de seguida os respectivos vectores de geometria que foram usados, na forma  $G_i = [ \text{_____} ]^T$ . A identificação no desenho de cada troço deve incluir a referência  $\hat{i}$  e os limites, aproximadamente ou de forma exacta se tal for possível:

a.3) Qual a classe de continuidade paramétrica e geométrica da curva? \_\_\_\_\_ . Justifique: \_\_\_\_\_

---



---



---

b) Pretende-se desenhar na figura 4.2 uma curva cúbica B-spline fechada e o mais suave possível.

b.1) Com base em quatro pontos de controlo referenciados na figura, os quais não podem definir um polígono convexo, esboce na mesma figura a curva pretendida. Tal como na alínea a.2), identifique os vários troços no desenho e enumere de seguida os respectivos vectores de geometria:

b.2) Qual a classe de continuidade paramétrica e geométrica da curva? \_\_\_\_\_ .

Justifique: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

c) Considere uma superfície bicúbica de Bézier constituída por 4 retalhos  $Q(s,t)$ . Após a sua representação gráfica, diga como procederia para desenhar novamente a mesma superfície mas deslocada no espaço XYZ, tendo como translação a transformação  $T(10,20,0)$ ?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**5.** (1,5 valores)

A utilização da cor e a composição de elementos gráficos são aspectos importantes a ter em conta no projecto de uma interface gráfica.

a) Apresente três princípios de orientação para a utilização da cor numa interface gráfica que considere mais relevantes, numa perspectiva de legibilidade e de interpretação da informação a disponibilizar ao utilizador da interface:

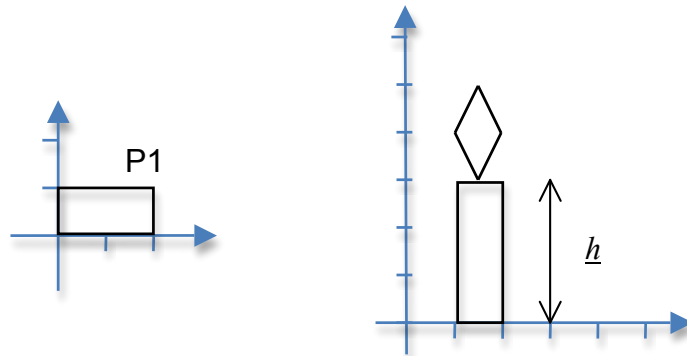
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

b) De igual modo, apresente sucintamente dois dos aspectos a que daria especial relevo se, por exemplo, lhe fosse pedido o desenho de um painel de controlo para uma aplicação de monitorização de uma rede de sensores:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**6.** (4 valores)

Pretende-se modelar, com recurso à primitiva geométrica 2D identificada como P1 no lado esquerdo da figura, uma versão estilizada duma vela acesa. A composição pretendida em WC também se pode ver em baixo, mas no lado direito da mesma figura. A altura da vela é determinada por um parâmetro  $h$ .

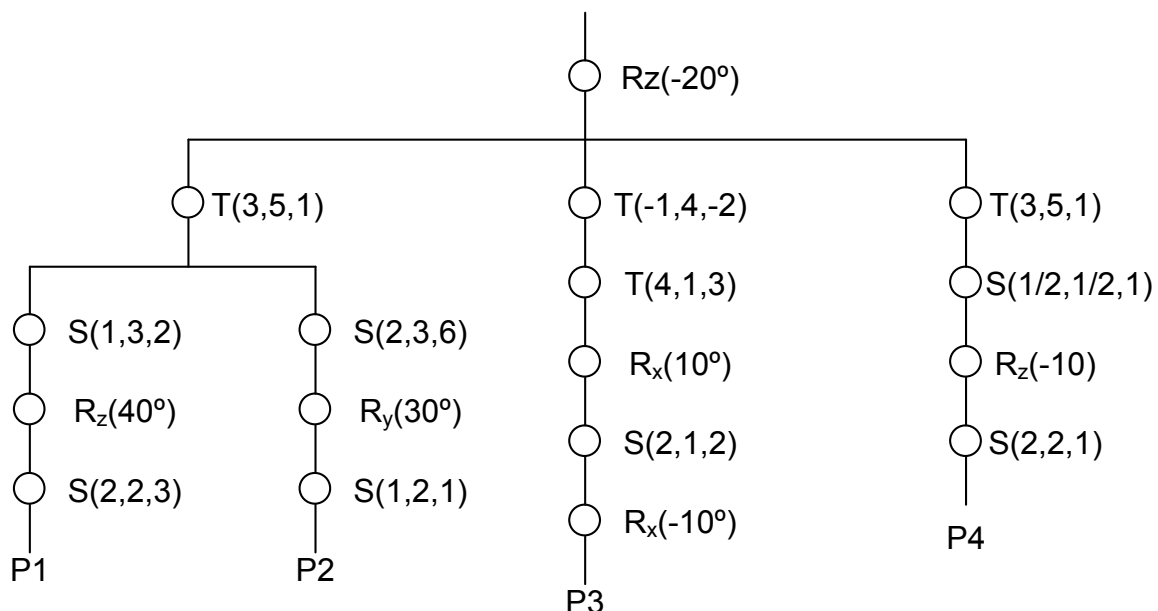


- a) Indique a sequência de transformações geométricas elementares (S, R ou T) em 2D que seria aplicada a cada constituinte do modelo pretendido – a mesma sequência que se obteria percorrendo o respectivo grafo de cena, da raiz até cada uma das folhas.

a.1) Vela: \_\_\_\_\_

a.2) Chama: \_\_\_\_\_

O diagrama da figura seguinte é o grafo de uma cena, no qual os diversos  $P_i$  representam sólidos primitivos em cuja implementação se admitem não se terem usado transformações geométricas.



- b) Pretende-se traduzir este Grafo de Cena para um programa OpenGL equivalente. Seguindo as regras de sequenciação e notação usadas nas aulas teóricas, escreva o pseudo-código com todas as folhas e transformações geométricas apresentadas no grafo, podendo introduzir também as palavras `Push` e `Pop` como abreviaturas mais cómodas de `glPushMatrix()` e `glPopMatrix()`, respectivamente, nas posições – e só nessas! – em que tais instruções não possam ser dispensadas.


c) Apresente, no espaço seguinte, a simplificação máxima do Grafo de Cena, mostrado na Figura do enunciado, de modo a reduzir o número total de nós mas com a garantia de se manterem os mesmos resultados numa posterior visualização da cena.