

RELATÓRIO – Comparativo Técnico dos Métodos e Módulos da Aplicação

1. Introdução

A aplicação implementa quatro módulos principais de Computação Gráfica:

- Curvas de Bézier
- Curvas B-Spline
- Superfície de Revolução (3D)
- Animação – Voo de Alus (trajetória Fibonacci)

Cada módulo utiliza algoritmos matemáticos distintos, com níveis diferentes de suavidade, controle, realismo e intenção.

Este relatório apresenta uma **análise comparativa** entre os métodos, destacando:

- comportamento geométrico
- grau de controle do usuário
- usos típicos na área
- eficiência computacional
- qualidade visual
- robustez
- limitações

2. Comparativo entre Curvas de Bézier e B-Spline

2.1. Tabela Comparativa Geral

Critério	Bézier	B-Spline
Tipo de Controle	Global (todos os pontos afetam toda curva)	Local (cada ponto influencia apenas parte da curva)
Interatividade	Intuitiva, boa para aprender	Mais técnica, ideal para modelagem avançada

Complexidade Computacional	$O(n^2)$ pelo algoritmo de De Casteljau	Maior, devido às bases Cox-de Boor
Suavidade	C^0 (continuidade básica) ou C^1 se bem distribuída	C^2 naturalmente garantida
Forma	Sempre dentro do fecho convexo	Pode ultrapassar fecho convexo
Sensibilidade a pontos	Muito alta	Baixa (controle refinado)
Aplicações típicas	Logos, tipografia, UI, formas simples	CAD, modelagem 3D, superfícies NURBS
Facilidade de Implementação	Alta	Média/Alta
Suporte a pesos (racionais)	Sim (implementado no app)	Não (no app atual)

2.2. Análise Comparativa Detalhada

2.2.1. Suavidade e fluidez

- **Bézier:** A suavidade depende da distribuição dos pontos. Maior quantidade gera curvas oscilantes.
- **B-Spline:** Suavidade C^2 garantida; ideal para geometria industrial.

! *Conclusão: B-Spline produz resultados mais suaves e estáveis.*

2.2.2. Controle do Usuário

- **Bézier:** Alterar um único ponto altera a curva inteira.
- **B-Spline:** Movimento local → ideal para ajustes pontuais sem deformar toda a curva.

✓ *Vantagem da B-Spline em edição técnica e refinada.*

2.2.3. Estabilidade Numérica

- Bézier de ordem alta tende a perder precisão.
- B-Spline lida melhor com muitos pontos, preservando estabilidade.

💡 Em aplicações reais, quase sempre prefere-se B-Spline para curvas longas.

3. Comparativo entre Curvas 2D e Superfície de Revolução 3D

A seguir, compara-se o impacto das curvas quando usadas como perfil para gerar superfícies 3D.

3.1. Tabela Comparativa

Aspecto	Bézier como perfil	B-Spline como perfil
Manuseio do usuário	Desenho mais intuitivo	Exige mais pontos para definição
Controle local	Não tem	Tem
Risco de oscilação	Médio	Baixo
Suavidade da superfície	Boa, mas dependente dos pesos	Muito alta — ideal para modelagem
Aplicação na indústria	Formas artísticas	Produtos, peças mecânicas, NURBS

3.2. Impacto no Modelo 3D

Com Bézier

- Bom para formas orgânicas.
- Responde bem à manipulação manual.
- Sensível demais a pequenas mudanças → alterações bruscas na superfície.

Com B-Spline

- Excelente para superfícies industriais.
- Gera uma malha uniforme, previsível e estável.
- Maior precisão geométrica.

 Para superfícies realistas (vasos, peças, recipientes), B-Spline é a escolha ideal.

4. Comparativo da Modelagem vs Animação (Voo de Alus)

O módulo Alus utiliza outro tipo de spline: **Catmull–Rom**, escolhida por sua suavidade e caráter interpolador.

4.1. Comparaçao com Bézier e B-Spline

Critério	Bézier	B-Spline	Catmull-Rom (Alus)
Interpola pontos?	Sim	Não necessariamente	Sim
Controle local	Não	Sim	Sim
Uso típico	desenho 2D	CAD	animações
Suavidade	Média	Alta	Alta
Cálculo	Moderado	Alto	Baixo

4.2. Por que Catmull-Rom foi usado para o voo?

- Interpola exatamente os pontos definidos pela trajetória Fibonacci.
- Suaviza a curva sem perder naturalidade.
- Muito rápido de computar para animação quadro a quadro.
- Ideal para caminhos animados (padrão em jogos e simuladores).

 Para movimento suave e natural, Catmull-Rom supera Bézier e B-Spline.

5. Comparativo Final – Síntese Geral

5.1. Tabela Consolidada

Técnica	Suavidade	Controle	Eficiênci a	Uso Ideal
Bézier	Média	Global	Alta	Formas simples, logos, arte
B-Spline	Muito alta	Local	Média	Modelagem técnica, superfícies
Catmull-Rom	Alta	Local interpola	Alta	Caminhos animados
Superfície de Revolução	Depende da curva base	Bom	Média	Objetos 3D simétricos

6. Conclusões

1. **B-Spline é superior para modelagem precisa**, garantindo suavidade e controle local.
2. **Bézier é excelente para interfaces interativas**, mas limitado para curvas grandes.
3. **Superfície de Revolução produz melhor resultado quando o perfil é B-Spline**, devido à suavidade intrínseca.
4. **Catmull-Rom é a spline ideal para animações**, oferecendo suavidade e rapidez de cálculo.
5. A aplicação demonstra com clareza como **cada tipo de curva atende a propósitos diferentes**, permitindo comparar na prática suas características.