

Apresentação

Arquitetura e Limitações nos Anos 80 e 90

Desafios e engenharia no desenvolvimento de baixo nível.

GRUPO 2

Davi Conde Garcia

Felipe Gumiero Yuki

Matheus Pastore Morgan

Gabriel Oliveira de Souza Aguiar

Arthur Vieira Machado dos Santos

Memória curta, criatividade enorme

- Hardware impunha barreiras severas nos anos 80 e 90
- Programar bem era otimizar e driblar limites
- Restrições moldaram diretamente o desenvolvimento de jogos

Memória

Kilobytes decidiam o que cabia.

Vídeo

Modos e registradores ditavam o desenho.

CPU

Cada ciclo precisava render mais.

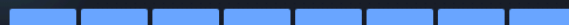
PROCESSAMENTO

Rapidez sem precisão

- **Inteiros:** rápidos, mas imprecisos
- **Ponto flutuante:** preciso, mas lento
- Cálculos de **física e gráficos** sofriam com essa troca
- Engines usavam **aritmética fixa** como solução de compromisso

Inteiros

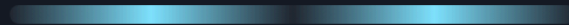
RÁPIDO



Cálculos rápidos, degraus de baixa resolução.

Floating Point

LENTO



Alta fluidez, mas processamento contínuo intenso.

Afetava:

3D · rotação · colisão · física

RAM

Da RAM mínima ao modo protegido

- 8086: 16 bits, até 1 MiB endereçável
- 286 introduziu o modo protegido
- 386 chegou com 32 bits e mais espaço
- Por compatibilidade, PCs ainda iniciavam em modo real

8086 16 bits e segmentação

286 Modo protegido surge

386 32 bits e mais espaço

DOS

Software novo, ambiente antigo

- DOS permanecia preso ao modo real
- Hardware moderno era subutilizado
- Compatibilidade atrasava o uso das novas capacidades
- CPUs novas rodavam como se fossem máquinas antigas

CPU 286 / 386 / 486

Mais RAM, novas instruções.

↓ compatibilidade

DOS — modo real

Lógica do início da era PC.

↓ resultado

Aplicativo / Jogo

Limitado pelo ambiente.

— 1 MiB

A barreira dos 640 KiB

- Apenas 1 MiB total endereçável
- Só 640 KiB disponíveis para programas
- Resto reservado para BIOS, vídeo e drivers
- O limite era do modo de acesso, não só da RAM física

0–640 KiB
Programas

640–960 KiB
Vídeo e ROMs

960 KiB–1
MiB
Faixa
final

Endereçamento complexo

- Acesso à memória por **segmento + offset**

- Ponteiros **near** (simples) e **far** (custoso)

- Arrays podiam **cruzar segmentos**, exigindo tratamento especial

$\text{endereço físico} = \text{segmento} \times 16 + \text{offset}$

Segmento x16 + Offset

↓ RESULTA EM

Endereço Físico (20-bit)

Near pointer

Dentro do mesmo segmento.

Far pointer

Mais memória, longo alcance.

Impacto

Estruturas de dados e ponteiros deixavam de ser triviais em C.

MEMÓRIA ESTENDIDA

Ter mais RAM não bastava

- PCs já tinham mais de 1 MiB de RAM

- Memória extra inacessível diretamente pelo DOS

- Drivers e gerenciadores faziam a ponte

- Padrões XMS e EMS definiram como acessar

RAM acima de 1 MiB

Fisicamente presente, inacessível ao DOS.

↓ mediação

XMS / EMS

Drivers e gerenciadores de memória.

↓ uso

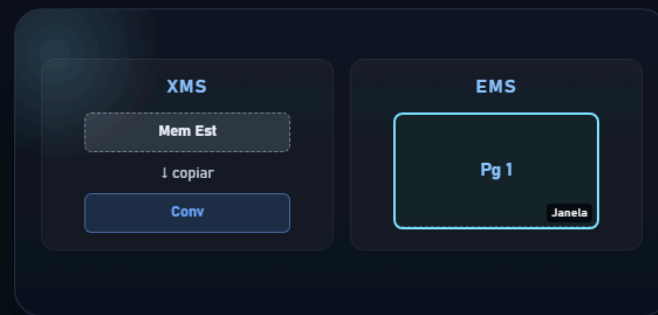
Aplicação

Chamava APIs específicas para acessar.

— EMS X XMS

Duas formas de fugir do limite

- XMS: cópia de blocos entre áreas de memória
- EMS: mapeamento de páginas numa janela
- EMS era mais rápido em acessos frequentes
- EMS influenciou diretamente engines de jogos



— VÍDEO

Padrões em evolução

- Monitores CRT — analógicos e pesados

- Adaptadores definiam **resolução, cores e memória**

- Evolução: **MDA** → **CGA** → **EGA** → **VGA**

- Cada padrão limitava os truques **disponíveis** em jogos

MDA Texto apenas

CGA/EGA Mais cor, mais possibilidades

VGA Padrão dominante dos jogos

VGA

Controladores, VRAM e 4 planos

- **VGA: controladores, VRAM e DAC**

- **Memória dividida em 4 planos paralelos**

- **Melhora na taxa de leitura, mas programação complexa**

- **Saída convertida por DAC para sinal analógico no CRT**

Controladores VGA

Sequenciador · Gráficos · Atributo · CRT



DAC + Monitor CRT

Conversão para sinal analógico.

— COMPLEXIDADE

Programar VGA era difícil

- Sem framebuffer linear simples
- Era preciso gerenciar **planos, bancos e registradores**
- Desenhar um pixel exigia **muito mais contexto** do que parece
- Otimização séria exigia **intimidade com o hardware**

Planos

Dados em camadas separadas.

Bancos

Janela de acesso variável.

Registradores

Controle fino do hardware.

MODOS GRÁFICOS

Modo 12h e 13h

- **Modo 12h:** 640×480 pixels, 16 cores
- **Modo 13h:** 320×200 pixels, 256 cores
- 13h era mais simples de programar
- 13h favoreceu a maioria das engines de jogos

Modo 12h

640×480

16 cores

Alta definição, paleta restrita.

Modo 13h

320×200

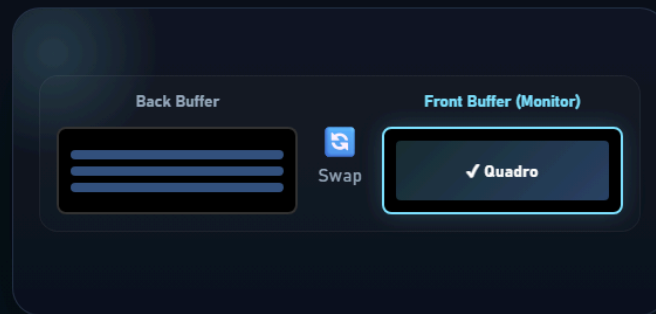
256 cores

Mais direto, favoreceu jogos.

— ANIMAÇÃO

Double buffering

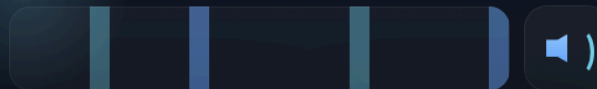
- Sem a técnica: **tearing** visível na tela
- Dois buffers: desenha **fora da tela**, depois exhibe
- Resultado: animação **mais suave**
- Técnica **essencial** para jogos da época



— ÁUDIO

Som simples, impacto limitado

- Padrão inicial: **PC Speaker**
- Apenas beeps e sinais básicos
- Música e efeitos reduzidos ao essencial
- Placas dedicadas como **Sound Blaster** vieram depois



PC Speaker
Beeps. Pouca riqueza sonora.

Placa dedicada
Trilhas e efeitos reais.

CONCLUSÃO

Limites duros, soluções brilhantes

- DOS, RAM e VGA impunham **barreiras severas**
- Programadores criaram **soluções engenhosas**
- Restrições moldaram a **história dos jogos para PC**
- Princípios de **otimização** nasceram nesse **contexto de escassez**

Restrição

Cada recurso era escasso e planejado.

Engenharia

Truques viraram linguagem das engines.

Legado

Otimização nasceu dessas limitações.