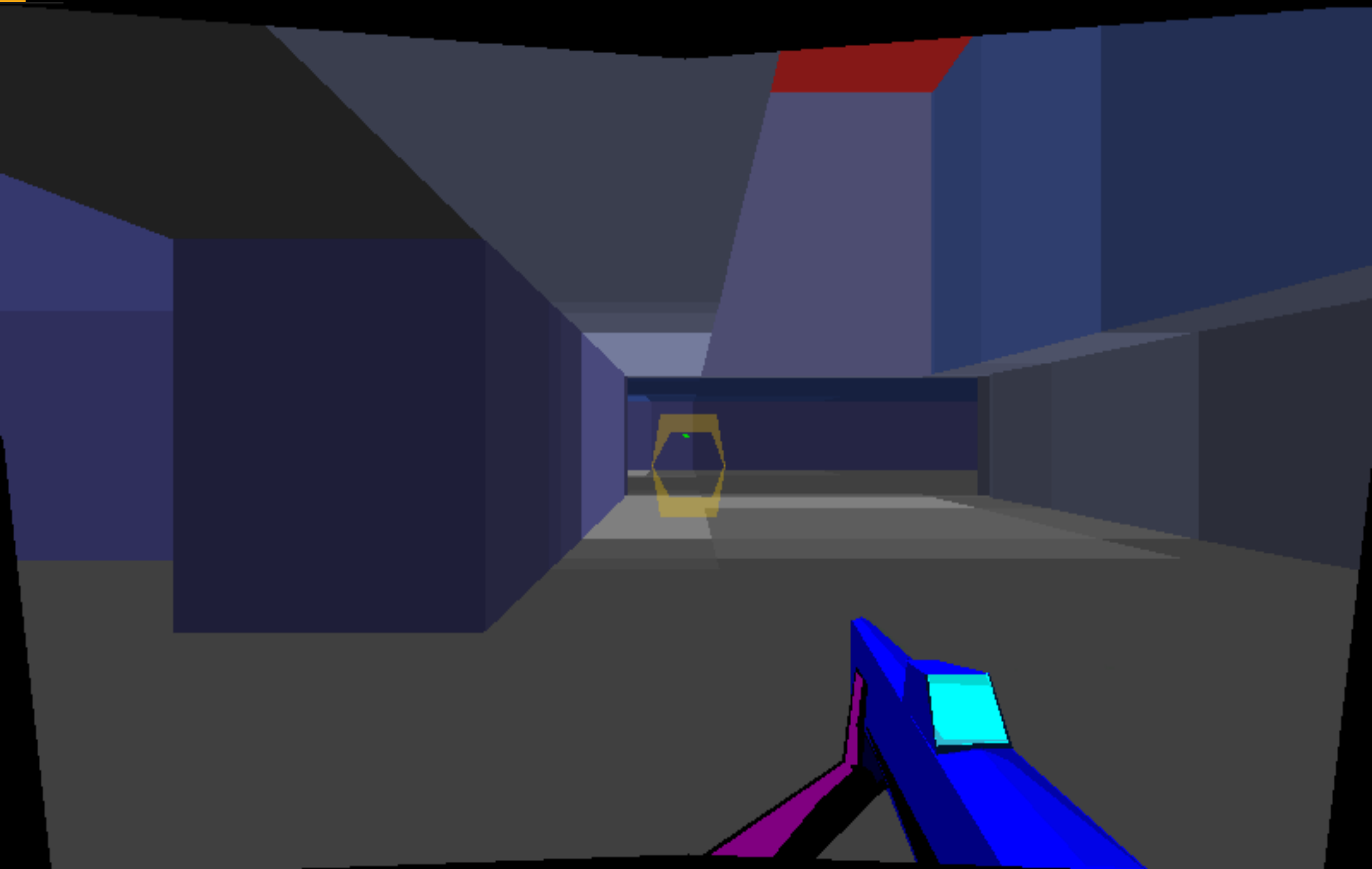


Um framework para desenvolvimento de motores gráficos usando técnicas aproximadas para determinação de visibilidade.



Um framework para desenvolvimento de motores gráficos usando técnicas aproximadas para determinação de visibilidade.



Aluno: Daniel Cordeiro Monteiro
Orientadores: Anselmo Antunes Montenegro
Leonardo Gresta Paulino Murta

Um framework para desenvolvimento de motores gráficos usando técnicas aproximadas para determinação de visibilidade.

- Sumário:
 - O problema e a motivação
 - Objetivos da solução
 - Resultados obtidos
 - Contribuições
 - Conclusão e trabalhos futuros

Um framework para desenvolvimento de motores gráficos usando técnicas aproximadas para determinação de visibilidade.

- O problema e a motivação:
 - A popularização de dispositivos móveis
 - Características gerais do dispositivo alvo
 - Problemas nas técnicas existentes nesse contexto



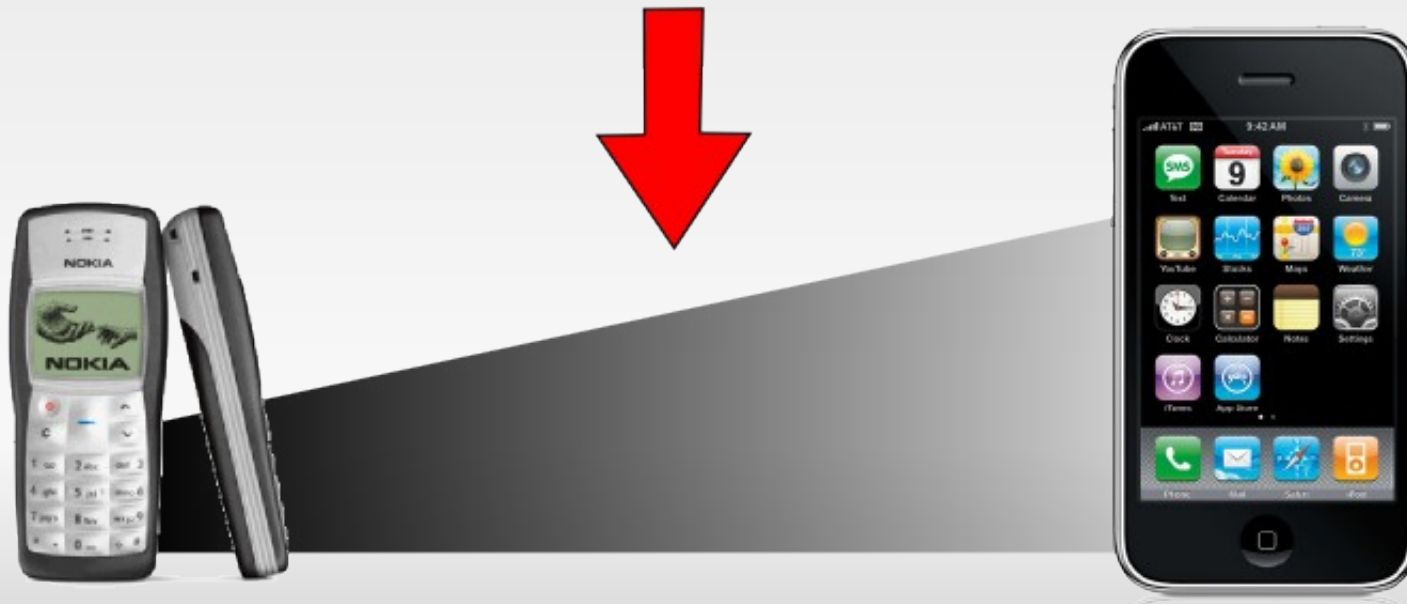
Um framework para desenvolvimento de motores gráficos usando técnicas aproximadas para determinação de visibilidade.

- A popularização de dispositivos móveis:
 - Tornou-se factível a ideia de se ter jogos 3D de qualidade em um dispositivo móvel
 - A própria fatia *high-end* do mercado já os tem



Um framework para desenvolvimento de motores gráficos usando técnicas aproximadas para determinação de visibilidade.

- Características gerais do dispositivo alvo:
 - Dois perfís são interessantes: os dispositivos mais capazes entre a fatia *low-end* e os dispositivos menos capazes na fatia *high-end*
 - Para esta faixa de dispositivos, convenciou-se a fatia *middle-end*



Um framework para desenvolvimento de motores gráficos usando técnicas aproximadas para determinação de visibilidade.

- *Dispositivos avançados do segmento Low-end:*
 - Em geral, apenas capazes de executar programas *J2ME* (Java). Em alguns casos, existe aceleração para a *JSR184* (*M3G*)
 - Quantidades limitadas de memória disponíveis. Em alguns casos, a memória pode ser de tipos mais rápidos



Um framework para desenvolvimento de motores gráficos usando técnicas aproximadas para determinação de visibilidade.

- Dispositivos mais fracos entre os *High-end*:
 - Capazes de executar código nativo, mas em geral não são criados com jogos 3D em mente. Não costumam ter aceleração ou mesmo bibliotecas gráficas incluídas
 - Muitas vezes, possuem altas resoluções de tela e quantidades generosas de memória. Porém seu tipo de memória é lento e a grande numero de *pixels*, aliado à falta de barramentos especiais podem prejudicar o desempenho gráfico

Um framework para desenvolvimento de motores gráficos usando técnicas aproximadas para determinação de visibilidade.

- Exemplo de dispositivo alvo: *Nokia N770*



Um framework para desenvolvimento de motores gráficos usando técnicas aproximadas para determinação de visibilidade.

- Exemplo de dispositivo alvo: *Nokia N770*
 - Resolução de tela: 800x480 *pixels* (de 16 *bits*)
 - Memória *RAM*: 64 *MB*
 - Velocidade de processador: 200 *Mhz*
 - Aceleração gráfica: nenhuma
 - Ano de lançamento: 2005
 - Posicionamento no mercado: *high-end* de baixa capacidade
 - Propósito: Navegação na *Internet*

Um framework para desenvolvimento de motores gráficos usando técnicas aproximadas para determinação de visibilidade.

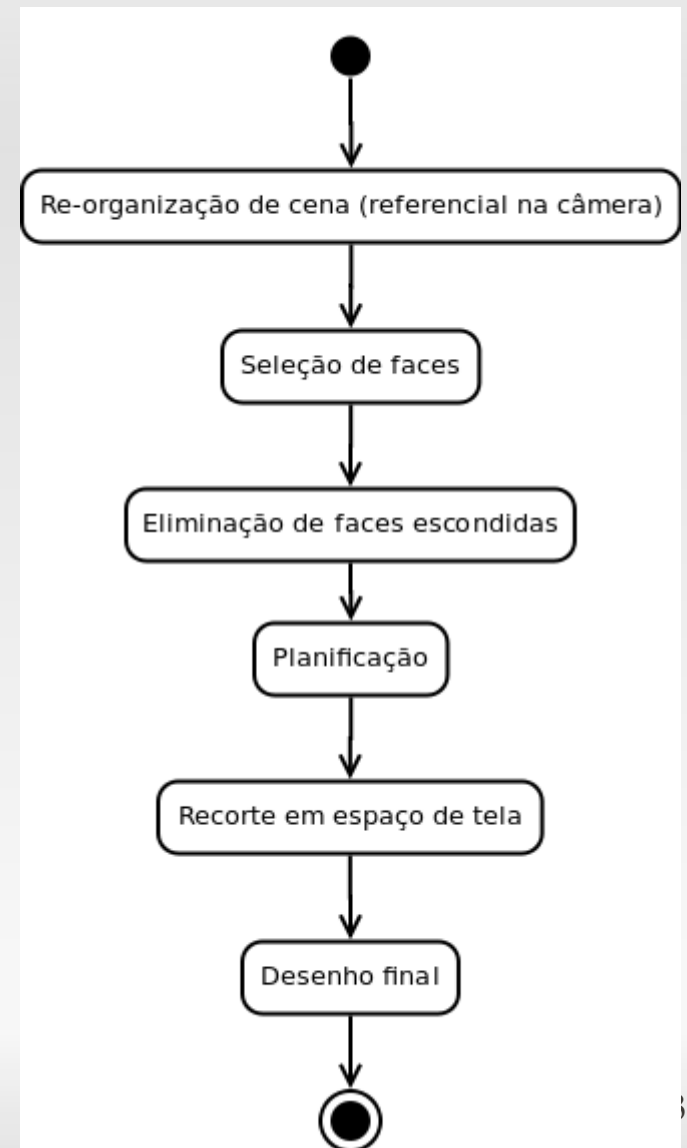
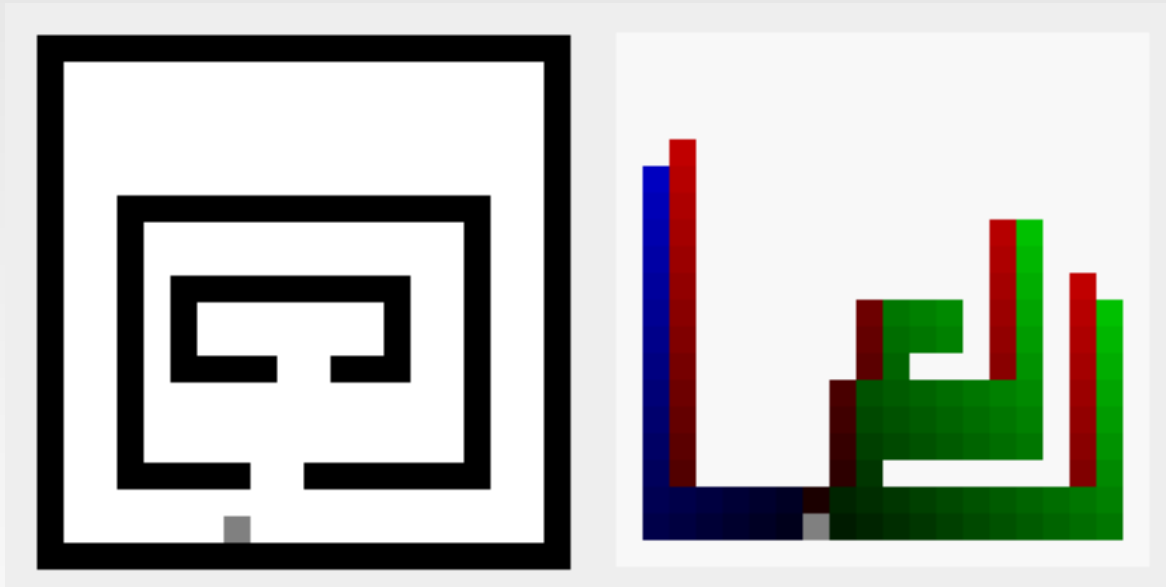
- Problemas nas técnicas existentes nesse contexto
 - Complexidade de cálculos necessárias para se obter os resultados desejados
 - Capacidade de memória do ambiente de execução final
 - Desproporção entre limitações e capacidades

Um framework para desenvolvimento de motores gráficos usando técnicas aproximadas para determinação de visibilidade.

- Complexidade de cálculos
 - Uso de unidades de ponto flutuante
 - Ausência de heurísticas de aproveitamento de coerência temporal e espacial na cena...
 - ...Por conta de soluções excessivamente generalizadas.
 - = *Trade-offs* inevitáveis

Um framework para desenvolvimento de motores gráficos usando técnicas aproximadas para determinação de visibilidade.

- Complexidade de cálculos



Um framework para desenvolvimento de motores gráficos usando técnicas aproximadas para determinação de visibilidade.

- Capacidade de memória
 - O cenário de uso típico destes dispositivos requer uso muito cuidadoso de memória
 - Pouca memória inicial disponível para aplicações
 - Paralelamente, aplicações 3D tendem a exigir uma grande quantidade de memória

Um framework para desenvolvimento de motores gráficos usando técnicas aproximadas para determinação de visibilidade.

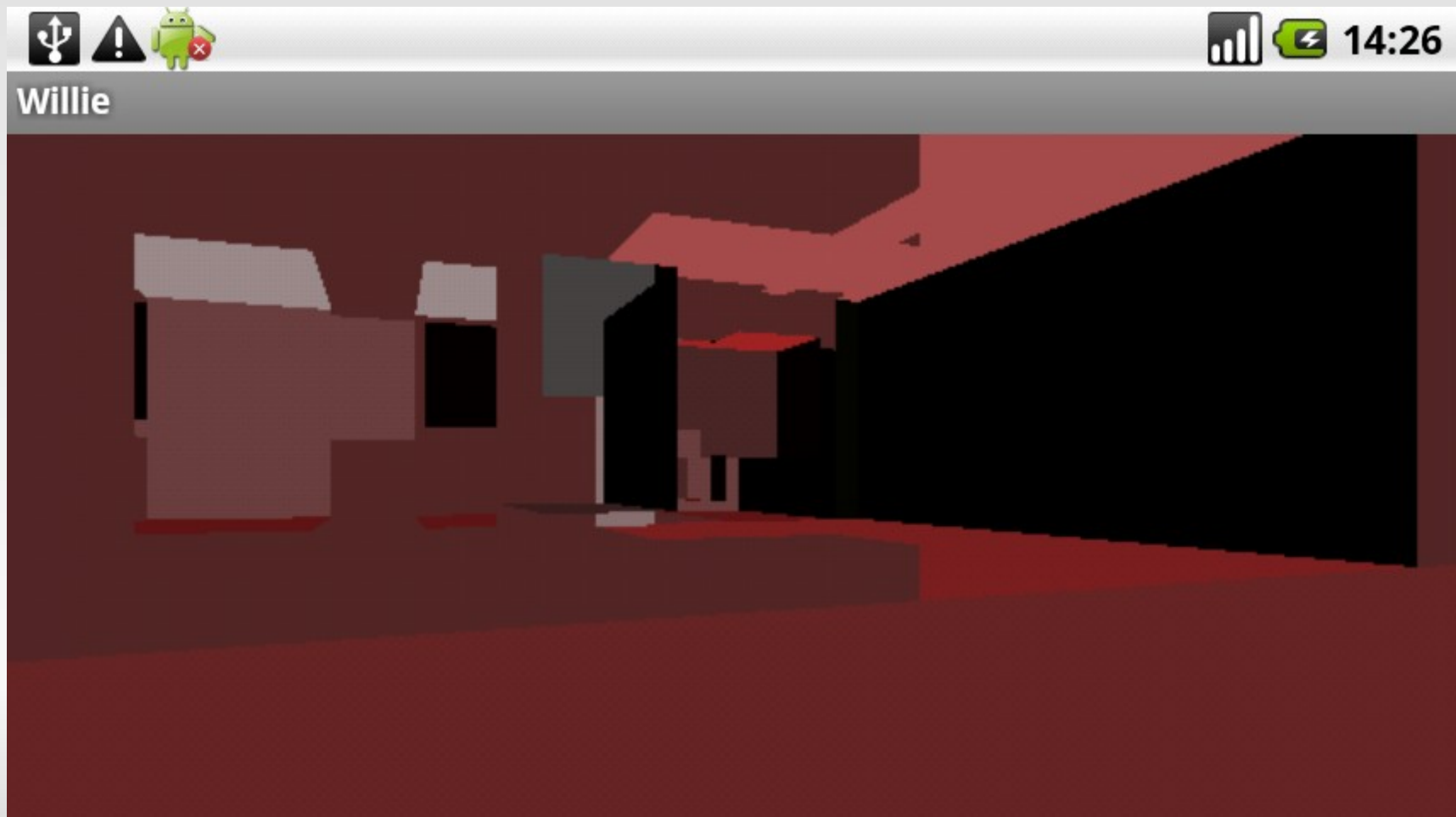
- Desproporções entre limitações e capacidades:
 - Grandes quantidades de *pixels* para serem preenchidas por um equipamento lento
 - Processamento 3D tradicional exige cálculos extras, proporcionais à quantidade de pixels e à quantidade de objetos a serem exibidos na tela
 - Baixa velocidade de processador inviabiliza efeitos especiais que poderiam aumentar o realismo
 - Solução: aproximações

Um framework para desenvolvimento de motores gráficos usando técnicas aproximadas para determinação de visibilidade.

- Desproporções entre limitações e capacidades:
 - Exemplo: 800x480x16 (uma resolução gráfica comum entre dispositivos *mid-end* e *high-end*) se traduz num fluxo de pelo menos 750 Kb
 - O uso de *Z-Buffer* significaria manter, consultar e atualizar uma tabela de dimensões proporcionais (preferencialmente iguais) em memória
 - *Z-Buffer* é ineficiente e inapropriado como solução final de visibilidade. Especialmente para dispositivos de alta resolução e baixa capacidade de processamento

Um framework para desenvolvimento de motores gráficos usando técnicas aproximadas para determinação de visibilidade.

- O descarte do *Z-Buffer*, no entanto, cria um novo problema: a visibilidade



Um framework para desenvolvimento de motores gráficos usando técnicas aproximadas para determinação de visibilidade.

- Revisão das soluções existentes:
 - 4 soluções avaliadas: *Id Tech 1*, *Id Tech 2*, *Cube Engine* e *Aleph One*
 - Problemas comuns: inadequação de interfaces, relação realismo x consumo de recursos desfavorável
 - Vantagens: feitas para ambientes limitados do passado. Em muitos casos, não usam *Z-Buffer*
 - Optou-se por construir uma solução nova, utilizando-se técnicas modernas aliadas às trazidas por estas soluções

Um framework para desenvolvimento de motores gráficos usando técnicas aproximadas para determinação de visibilidade.

- Objetivos da solução
 - Buscou-se estabelecer um *framework* e um conjunto de técnicas que tornam viáveis a construção de motores gráficos para dispositivos móveis e dispositivos embarcados de baixa capacidade

Um framework para desenvolvimento de motores gráficos usando técnicas aproximadas para determinação de visibilidade.

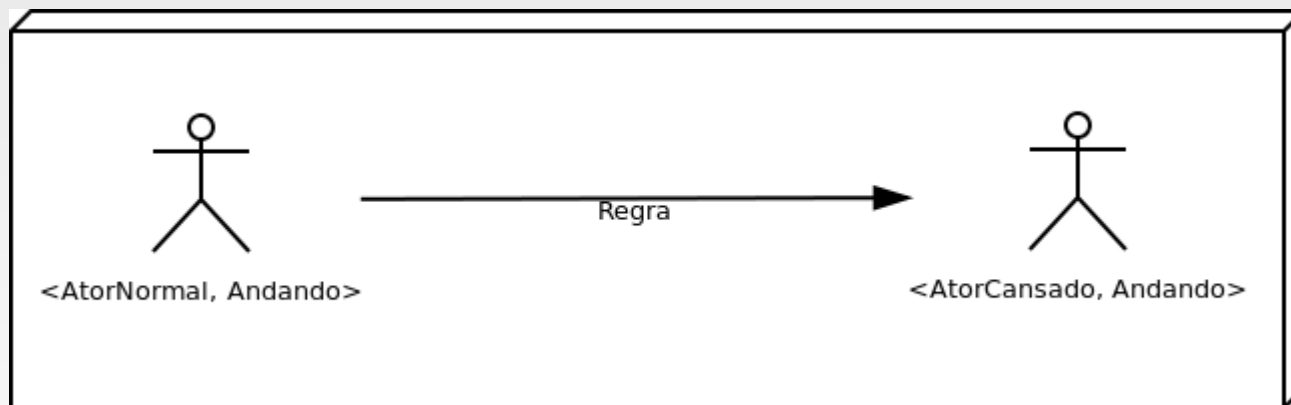
- Um *framework* apropriado para dispositivos de baixa capacidade:
 - Buscar organizações que o tornem flexível (portanto, uma abordagem *Data-Driven* é apropriada)
 - ...mas deve ser austero no consumo de recursos (Uma abordagem *Data Driven* tradicional não é apropriada, afinal)

Um framework para desenvolvimento de motores gráficos usando técnicas aproximadas para determinação de visibilidade.

- Um *framework* apropriado para dispositivos de baixa capacidade:
 - Solução encontrada: classes simples, e customização por regras
 - Cada ator fornece dois símbolos de entrada para uma regra:
<Tipo, Estado>. As regras devem ser definidas no código fonte da *Engine*
 - Opcionalmente, a posição (ou o setor) de um ator pode ser um terceiro símbolo de entrada

Um framework para desenvolvimento de motores gráficos usando técnicas aproximadas para determinação de visibilidade.

- Um *framework* apropriado para dispositivos de baixa capacidade:
 - Customização de atores usando regras



Um framework para desenvolvimento de motores gráficos usando técnicas aproximadas para determinação de visibilidade.

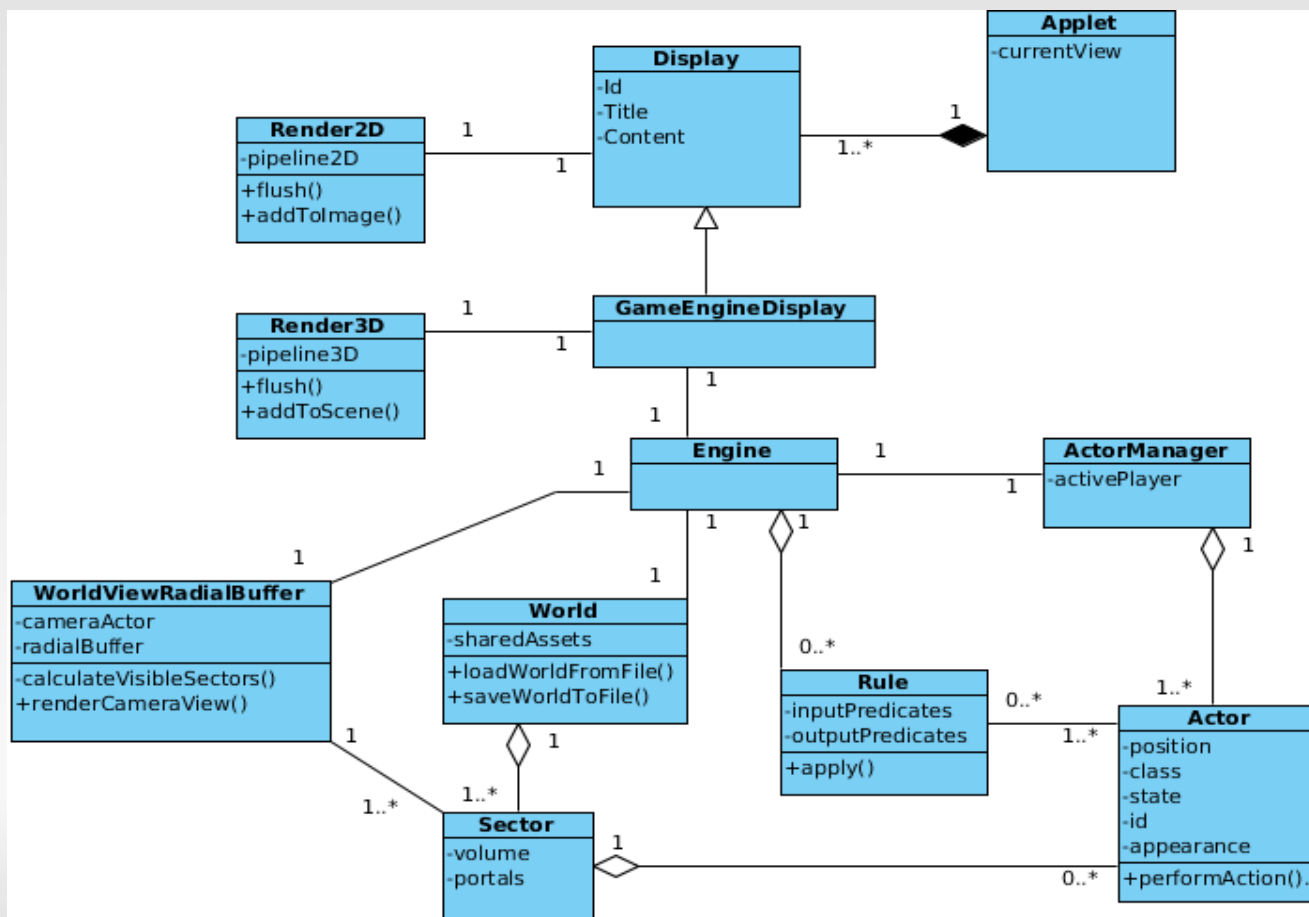
- Porque não uma abordagem Hierarquica?
 - Buscou-se reduzir a quantidade de classes e facilitando a compreensão
 - Menos classes ajudam a reduzir o tamanho do código binário final
 - Exceto no caso da possibilidade do polimorfismo em tempo de execução, o código exige recompilação (e neste caso, haveria perda de desempenho e consumo extra de memória com tabelas de *bookkeeping*)

Um framework para desenvolvimento de motores gráficos usando técnicas aproximadas para determinação de visibilidade.

- Um *framework* apropriado para dispositivos de baixa capacidade:
 - A simplicidade e o minimalismo foram os principais objetivos durante a construção do motor
 - Simplicidade significa mais facilidade de compreensão e manutenção
 - Significa menos possibilidades de *bugs*
 - Potencialmente, melhor desempenho

Um framework para desenvolvimento de motores gráficos usando técnicas aproximadas para determinação de visibilidade.

- Um *framework* apropriado para dispositivos de baixa capacidade:



Um framework para desenvolvimento de motores gráficos usando técnicas aproximadas para determinação de visibilidade.

- Um conjunto de técnicas que incluem padrões de projeto e a escolha por formatos de dados escaláveis:
 - Padrões de projeto: Sub-Alocador, Fábrica, *Singleton*
 - Formatos de dados escaláveis: *XML* e derivados (*SVG* e formatos próprios)

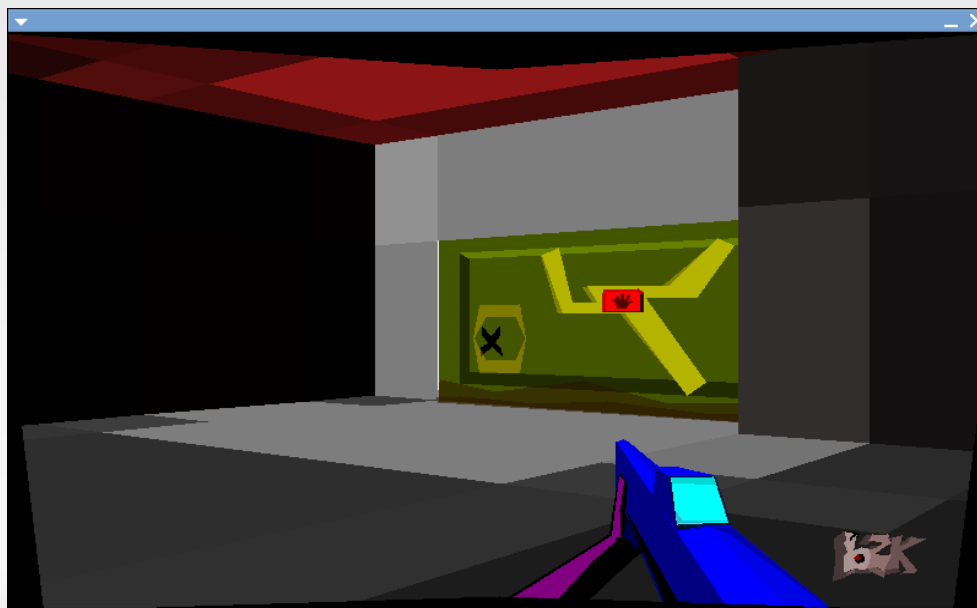
Um framework para desenvolvimento de motores gráficos usando técnicas aproximadas para determinação de visibilidade.

- O motor construído para este trabalho
 - feito em C++, no período entre 2005 e 2009
 - Plataformas abrangidas: *Linux x86* e *ARM (EZX, Maemo)*, *Windows x86* e *ARM (Mobile 3.0 e 5.0)*
 - Capaz de gráficos 3D mesmo em plataformas sem qualquer *API* de suporte



Um framework para desenvolvimento de motores gráficos usando técnicas aproximadas para determinação de visibilidade.

- Algoritmos de computação gráfica:
 - Processamento aproximativo de visibilidade
 - Iluminação global aproximativa em tempo real



Um framework para desenvolvimento de motores gráficos usando técnicas aproximadas para determinação de visibilidade.

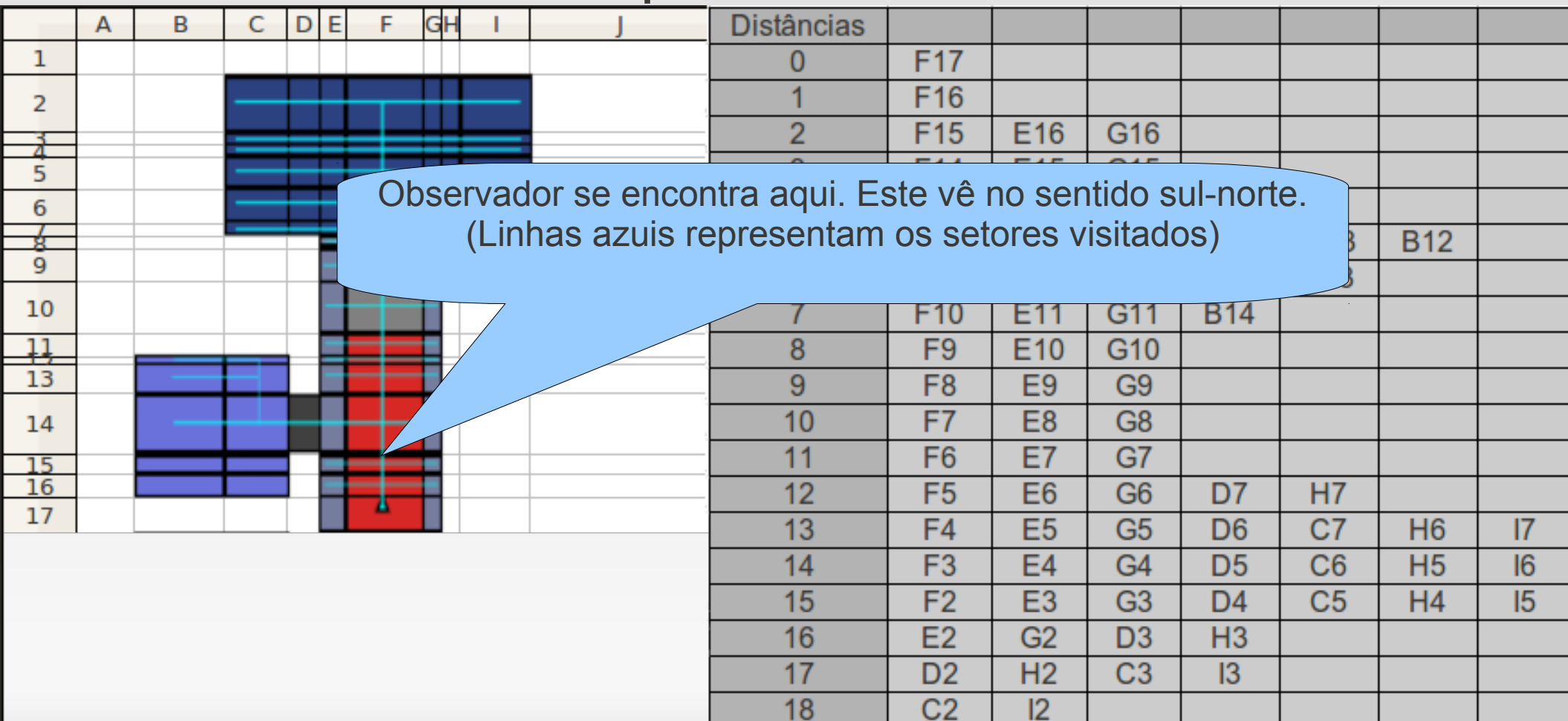
■ Processamento aproximativo de visibilidade

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										

Distâncias							
0	F17						
1	F16						
2	F15	E16	G16				
3	F14	E15	G15				
4	F13	E14	G14	C12			
5	F12	E13	G13	D14	C13	B12	
6	F11	E12	G12	C14	B13		
7	F10	E11	G11	B14			
8	F9	E10	G10				
9	F8	E9	G9				
10	F7	E8	G8				
11	F6	E7	G7				
12	F5	E6	G6	D7	H7		
13	F4	E5	G5	D6	C7	H6	I7
14	F3	E4	G4	D5	C6	H5	I6
15	F2	E3	G3	D4	C5	H4	I5
16	E2	G2	D3	H3			
17	D2	H2	C3	I3			
18	C2	I2					

Um framework para desenvolvimento de motores gráficos usando técnicas aproximadas para determinação de visibilidade.

■ Processamento aproximativo de visibilidade



Um framework para desenvolvimento de motores gráficos usando técnicas aproximadas para determinação de visibilidade.

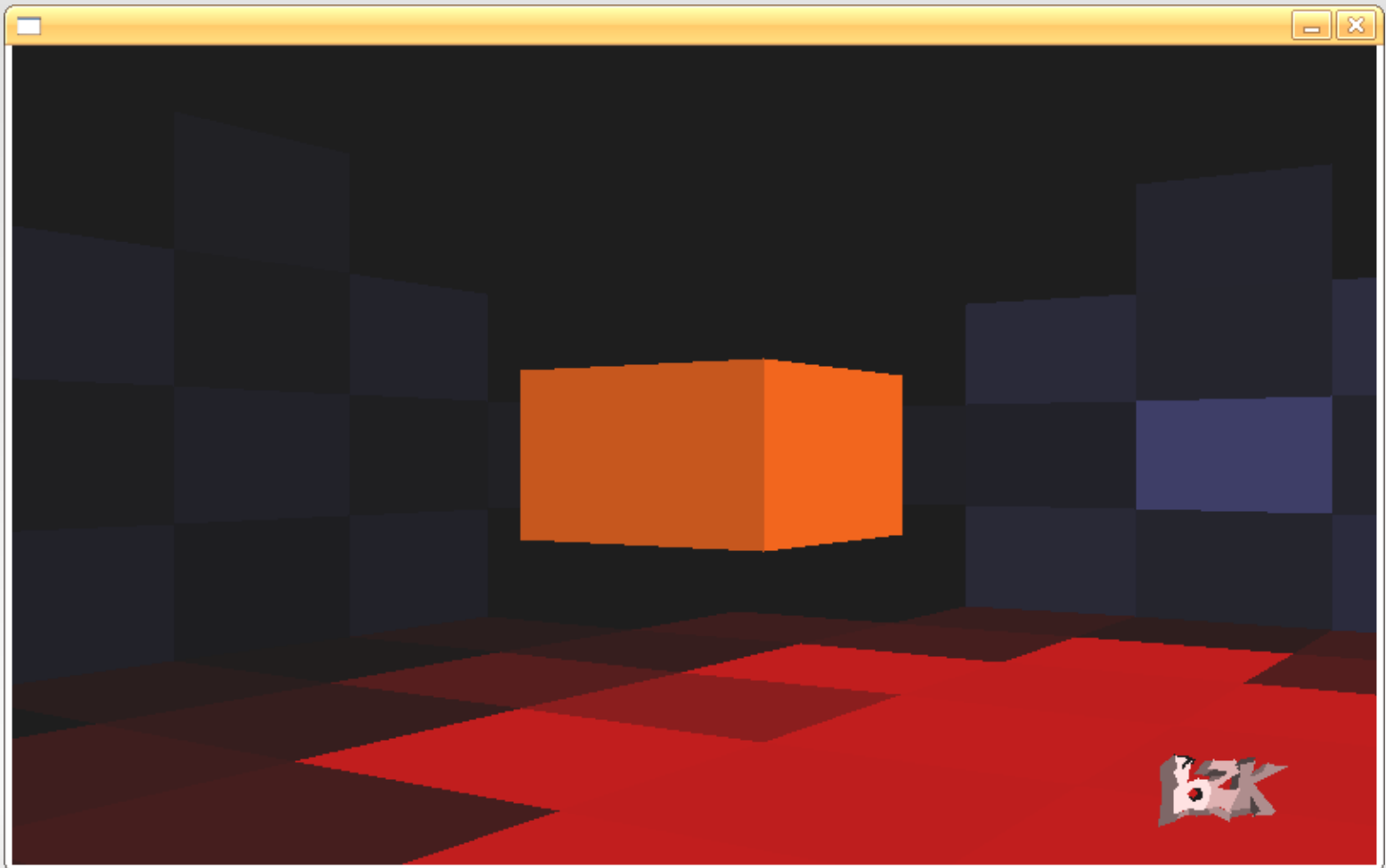
■ Processamento aproximativo de visibilidade

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Distâncias							
1											0	F17						
2											1	F16						
3											2	F15	E16	G16				
4											3	F14	E15	G15				
5											4	F13	E14	G14	C12			
6											5	F12	E13	G13	D14	C13	B12	
7											6	F11	E12	G12	C14	B13		
8											7	F10	E11	G11	B14			
9											8	F9	E10	G10				
10											9	F8	E9	G9				
11											10	F7	E8	G8				
12											11	F6	E7	G7				
13											12		E6	G6	D7	H7		
14											13		E5	G5	D6	C7	H6	I7
15											14		E4	G4	D5	C6	H5	I6
16													E3	G3	D4	C5	H4	I5
17													E2	G2	D3	H3		
													I3					

A ordem com que dois setores equidistantes é percorrida não importa. Todos os setores devem ser convexos e não invasivos, para que esta propriedade resulte em uma imagem correta.

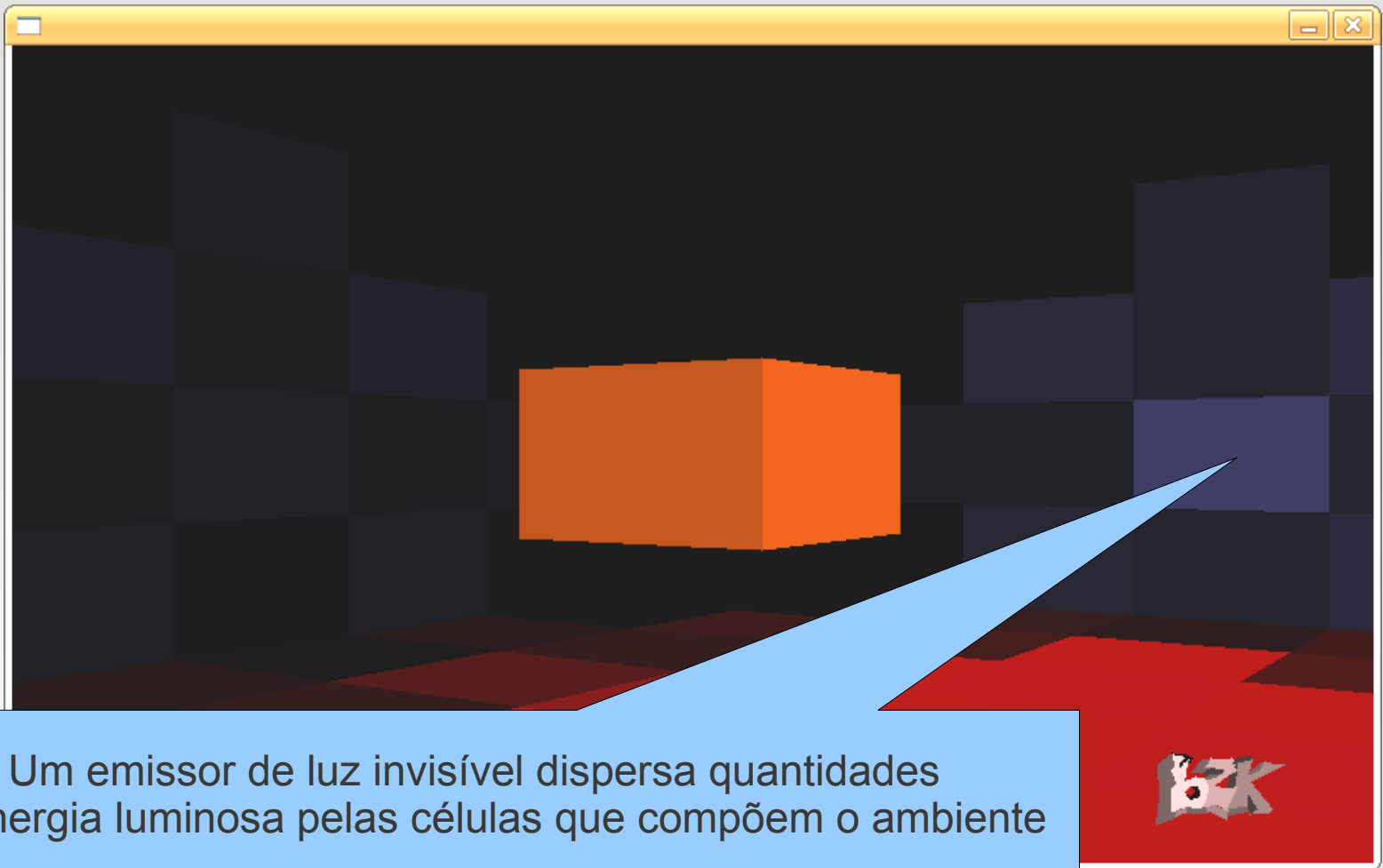
Um framework para desenvolvimento de motores gráficos usando técnicas aproximadas para determinação de visibilidade.

- Iluminação global aproximativa em tempo real



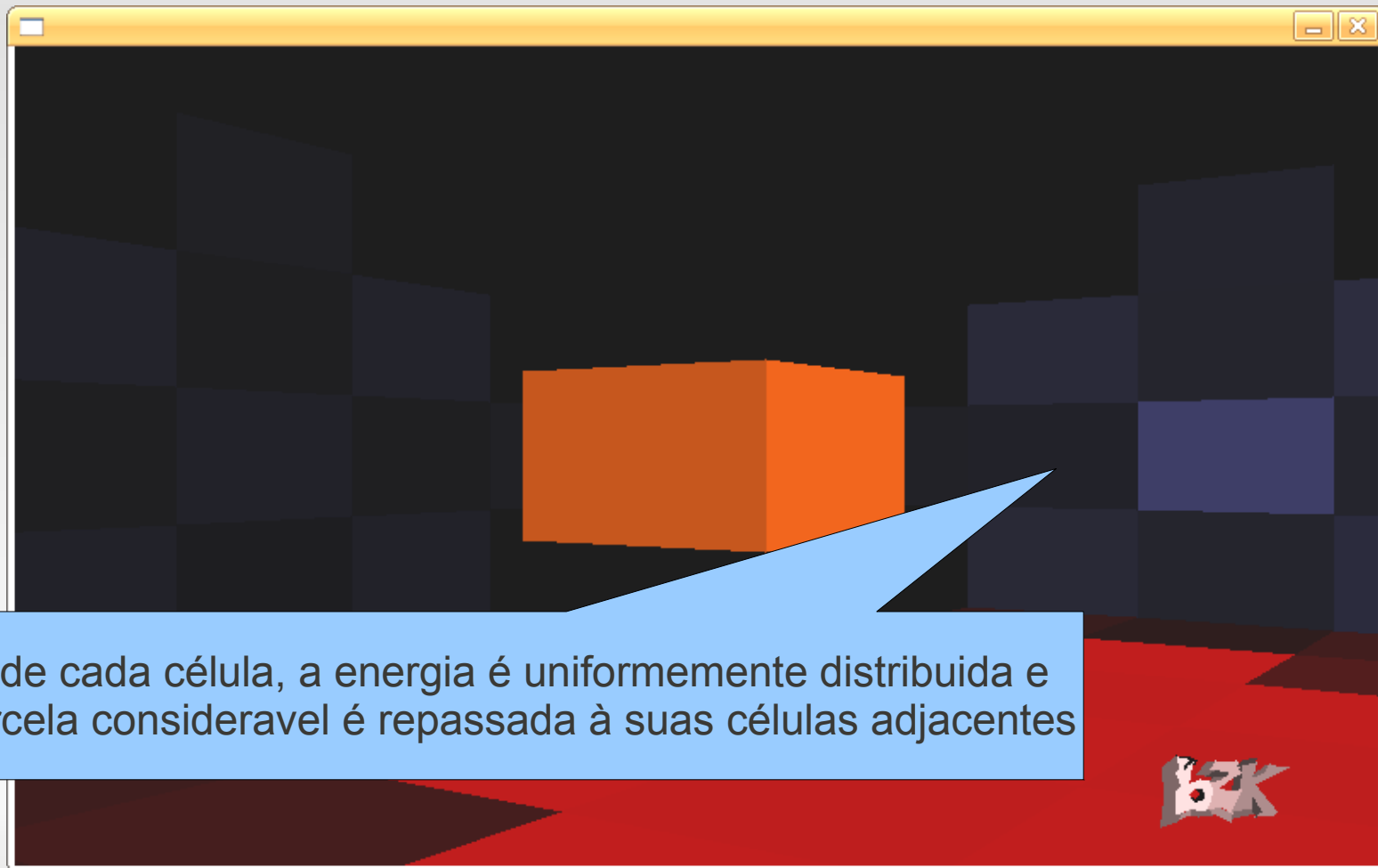
Um framework para desenvolvimento de motores gráficos usando técnicas aproximadas para determinação de visibilidade.

- Iluminação global aproximativa em tempo real



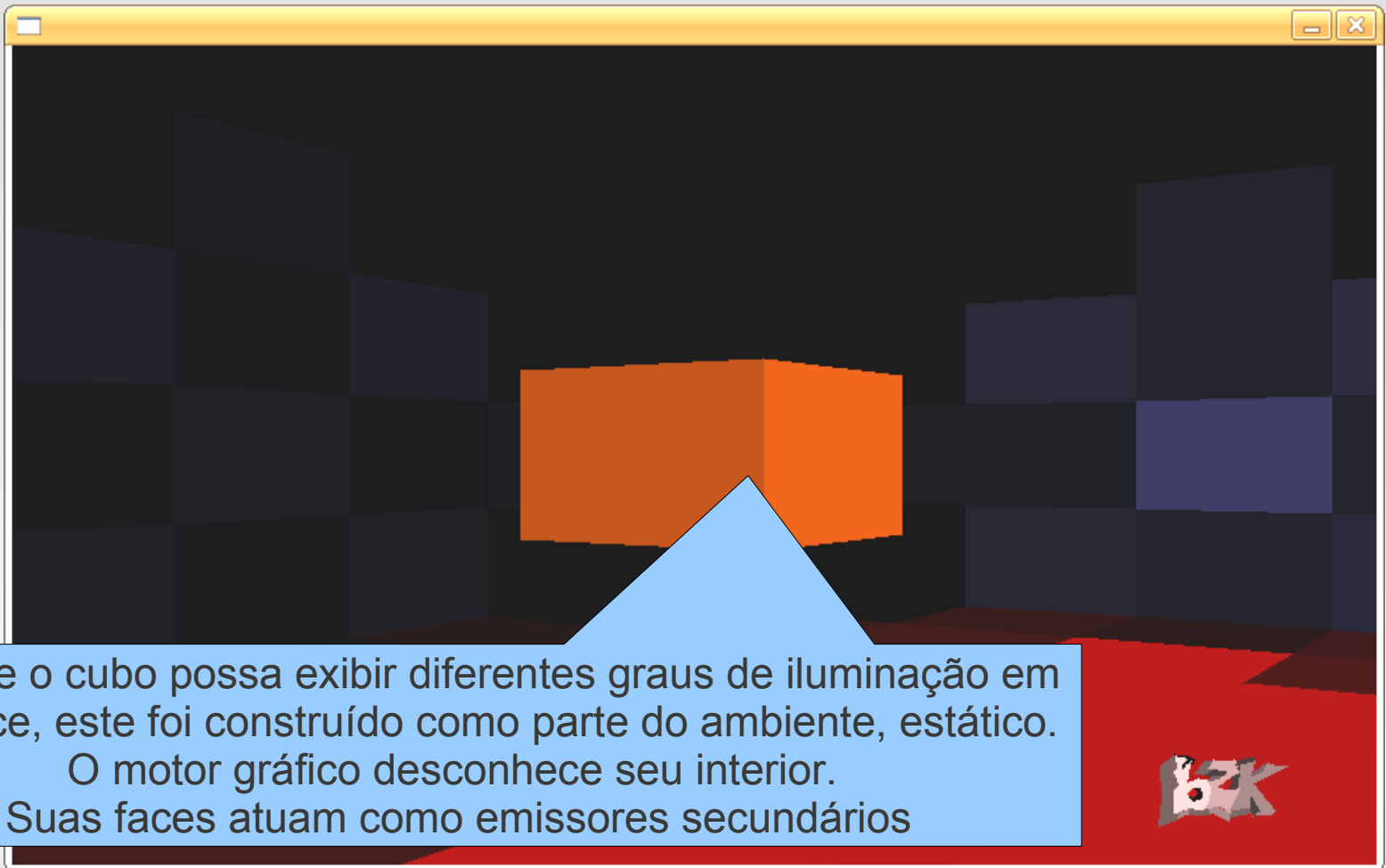
Um framework para desenvolvimento de motores gráficos usando técnicas aproximadas para determinação de visibilidade.

- Iluminação global aproximativa em tempo real



Um framework para desenvolvimento de motores gráficos usando técnicas aproximadas para determinação de visibilidade.

- Iluminação global aproximativa em tempo real



Um framework para desenvolvimento de motores gráficos usando técnicas aproximadas para determinação de visibilidade.

- Iluminação global aproximativa em tempo real



Graças à dispersão recursiva, e descontando-se uma perda devido ao meio de propagação, pode-se observar diferentes zonas de penumbra e decaimento da energia luminosa.

Um framework para desenvolvimento de motores gráficos usando técnicas aproximadas para determinação de visibilidade.

- Conclusão:
 - A evolução dos dispositivos móveis habilita cada vez mais realismo nas simulações interativas tridimensionais...
 - ...mas sempre que se puder usar um arcabouço mais econômico, se poderá permitir mais realismo
 - Portanto, mesmo que a computação móvel evolua além do previsto, as técnicas aqui ilustradas, bem como o modelo de solução apresentado serão válidos

Um framework para desenvolvimento de motores gráficos usando técnicas aproximadas para determinação de visibilidade.

- Resultados obtidos:
 - *Engine* capaz de ser executada em diversos dispositivos de baixa capacidade com desempenho aceitável
 - Conjunto de ferramentas úteis para a criação e edição de conteúdo
 - Conjunto de técnicas que pode e serão utilizadas na construção de novos motores gráficos

Um framework para desenvolvimento de motores gráficos usando técnicas aproximadas para determinação de visibilidade.

- Contribuições:
 - Levantamento de critérios de avaliação de motores gráficos em ambientes limitados
 - Estrutura básica de solução apropriada ao contexto
 - *Engine* de implementação deste trabalho (*BZK*)
 - Algoritmos aproximativos de visibilidade e iluminação global

Um framework para desenvolvimento de motores gráficos usando técnicas aproximadas para determinação de visibilidade.

- Limitações:
 - Restrições na geometria dos níveis
 - Erros de aproximação
 - Escopo limitado do sistema lógico declarativo definido para o motor

Um framework para desenvolvimento de motores gráficos usando técnicas aproximadas para determinação de visibilidade.

- Trabalhos futuros:
 - Trabalho futuro: o quanto se pode ganhar com o uso de processadores especializados em gráficos e técnicas que simplificam o processo?
 - Tópico de interesse: a exploração do caráter dinâmico da estrutura de cena, permitindo a obtenção sob demanda de partes da cena, via servidor remoto
 - Possível extensão: se foi possível aproximar iluminação global, porque não poderia ser possível aproximar a acústica da cena?

Um framework para desenvolvimento de motores gráficos usando técnicas aproximadas para determinação de visibilidade.

Duvidas?

DanielMonteiro@id.uff.br