

QOE AND LATENCY ISSUES IN NETWORKED GAMES

Alunos:

- Alessandra Faria Rodrigues
- Augusto Stambassi Duarte
- Débora Luiza de Paula Silva
- Gabriel Chaves Mendes
- Gabriela de Assis dos Reis
- Guilherme Henrique da Silva Teodoro
- João Pedro Torres
- Lucas Carneiro Nassau Malta

LET'S PLAY!



SUMÁRIO

Introdução à Avaliação de Desempenho em Jogos (QoE)

O Impacto da Rede no Desempenho e Classificação dos Gêneros

A Métrica Principal: Latência e sua Percepção

Outras Métricas de Desempenho (Jitter e Perda de Pacotes)

Metodologias para Estimar e Modelar a QoE

Modelos Matemáticos de QoE Desenvolvidos

Mecanismos de Melhoria da QoE (Compensação de Atraso)

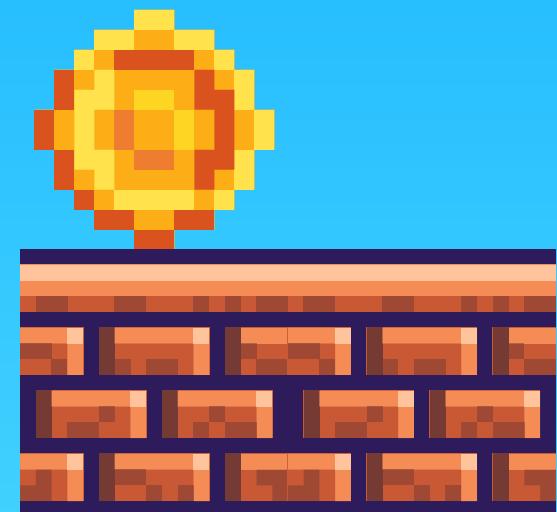
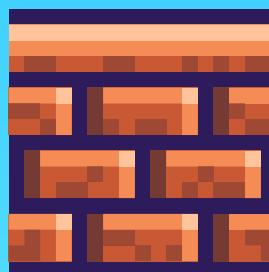
Métodos de Desempenho Relacionados à Escalabilidade



Introdução à Avaliação de Desempenho em Jogos (QoE)

Crescimento da Indústria de Jogos

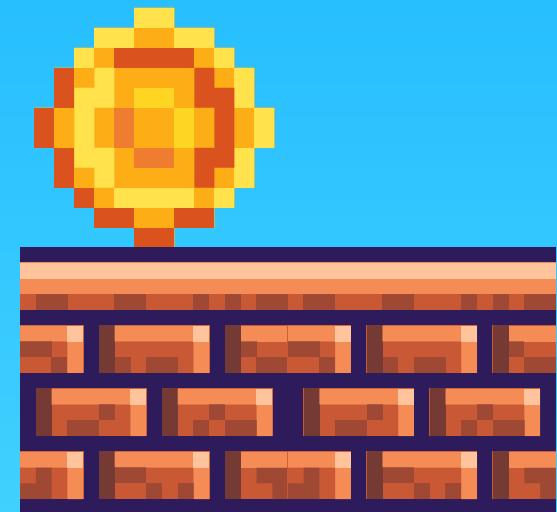
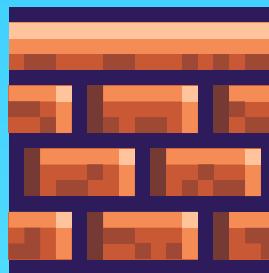
- A indústria de jogos está consolidada e cresce continuamente.
- A percepção de que "jogo é coisa de criança" já não é verdadeira.
- A média de idade dos jogadores era 30 anos e jogavam há mais de 13 anos.



Introdução à Avaliação de Desempenho em Jogos (QoE)

Motivações para Jogar

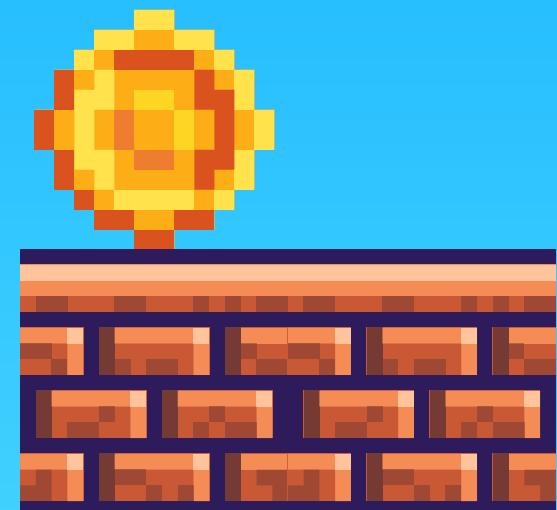
- Jogos atendem diferentes motivações:
 - Desafio
 - Liberdade e exploração
 - Socialização com outros jogadores
- Jogadores buscam o "estado de flow": equilíbrio entre tédio e ansiedade.



Introdução à Avaliação de Desempenho em Jogos (QoE)

Importância da Interação Social e Evolução do Local ao Online

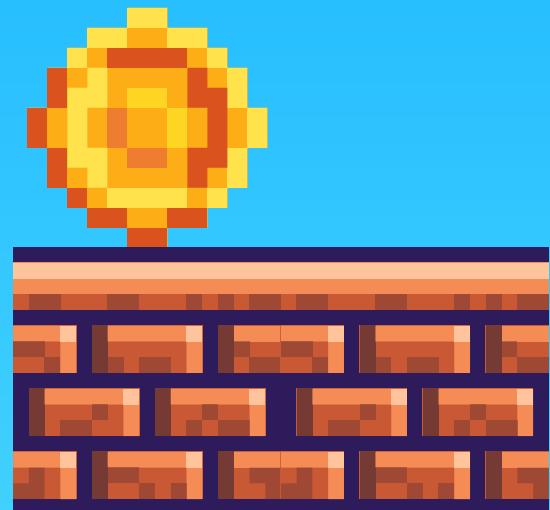
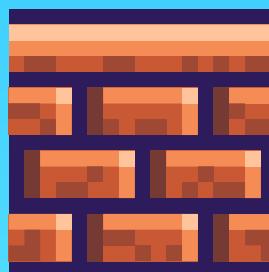
- Muitos jogadores preferem competir ou cooperar com pessoas reais, não apenas com a máquina.
- Antes, jogos multiplayer exigiam estar no mesmo local (2–4 jogadores).
- A Internet permitiu interações globais em tempo real.



Introdução à Avaliação de Desempenho em Jogos (QoE)

Limites de Latência

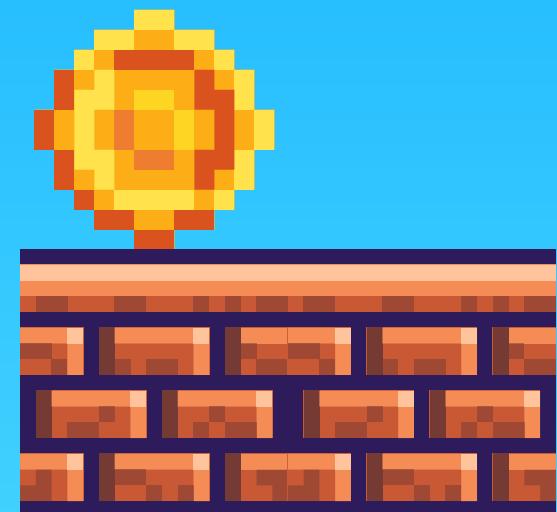
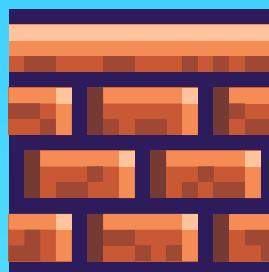
- A Internet não foi projetada para real-time
- Termos "delay", "atraso" e "latência" geralmente usados como sinônimos.
- A partir dos anos 80, a Internet passou a suportar serviços sensíveis a delay (videoconferência).



Introdução à Avaliação de Desempenho em Jogos (QoE)

Qualidade de Experiência (QoE)

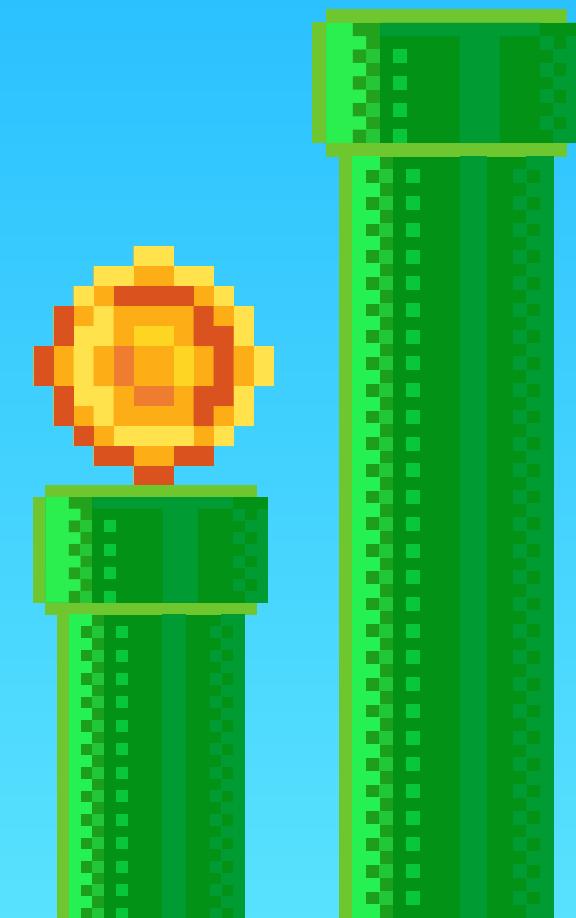
- Em jogos online a rede não está sob controle da empresa e a latência varia entre jogadores.
- Objetivo das empresas: fornecer boa Qualidade de Experiência (QoE).
- Vai além da QoS (medidas técnicas): inclui emoções, expectativas e satisfação do jogador.

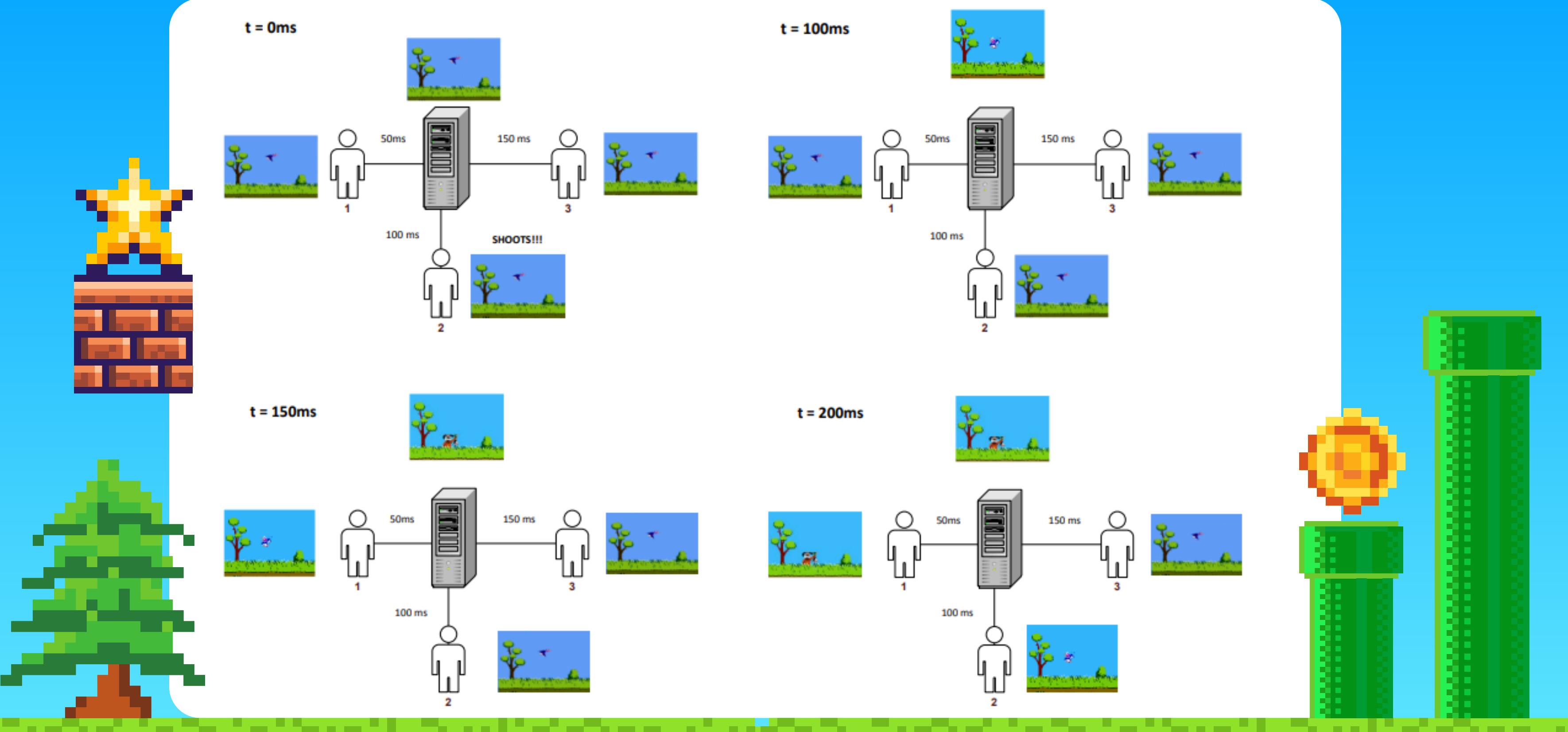


O Impacto da Rede no Desempenho e Classificação dos Gêneros

O pior "inimigo" do jogador

Quando introduzimos o conceito de 'real time' e 'shared multiplayer' temos que lidar com uma vilã conhecida como Latência, causada pela rede.





O Impacto da Rede no Desempenho e Classificação dos Gêneros

Como lidar com a Latência?

- Lock Step (Determinística): Mesmo atraso entre os jogadores Ex: Jogos de Estratégia
- Execução Imediata (Ao chegar): Executa as ações assim que chegam no cliente Ex: FPS



Gêneros de Jogos

- FPS: Exige alta interatividade, movimentos são muito rápidos e a mira do jogador importa Ex: COD
- MMORPG: Mundos virtuais muito grandes com milhares de jogadores Ex: World of Warcraft
- RTS: Controle indireto das unidades, jogadores atribuem tarefas Ex: Starcraft 2
- MOBA: Subgênero de RTS, duas equipes lutam para conquistar um campo de batalha Ex: LOL
- Sports: Agrupa jogos muito diferentes Ex: Fifa



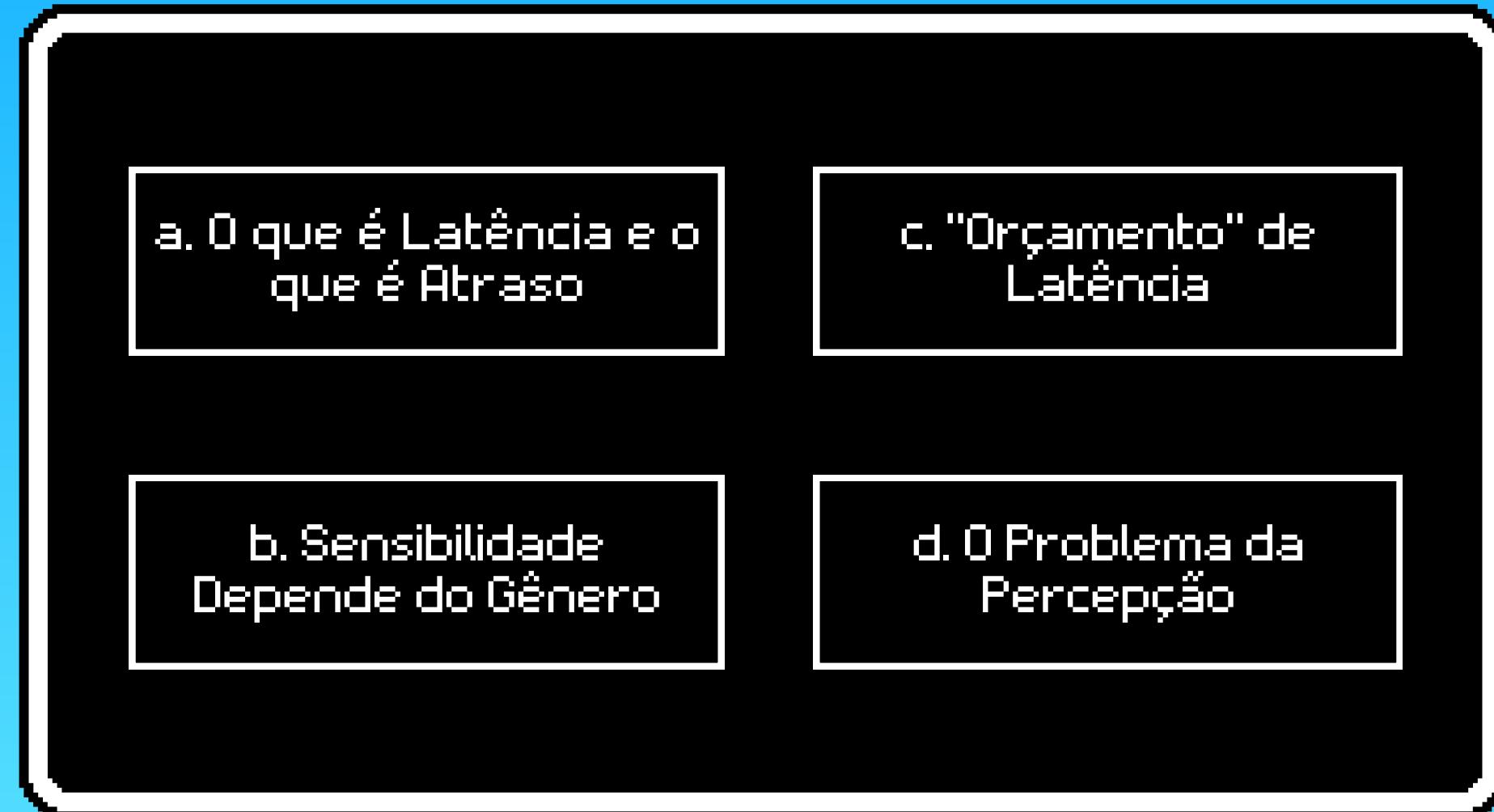
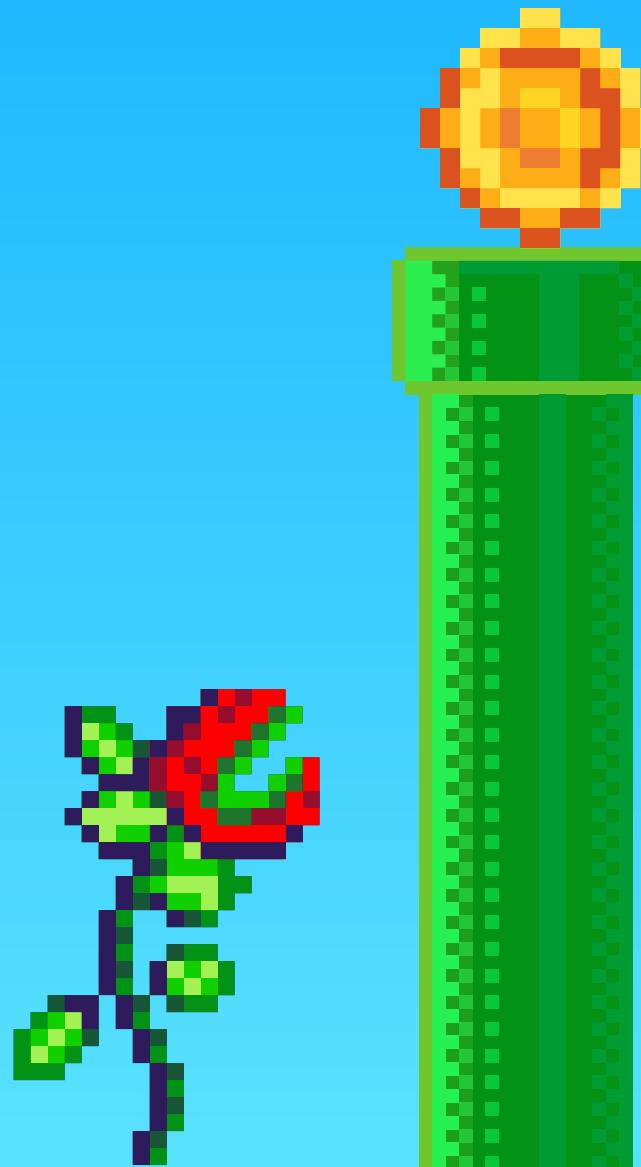
A Métrica Principal: Latência e sua Percepção

a. O que é Latência e o que é Atraso

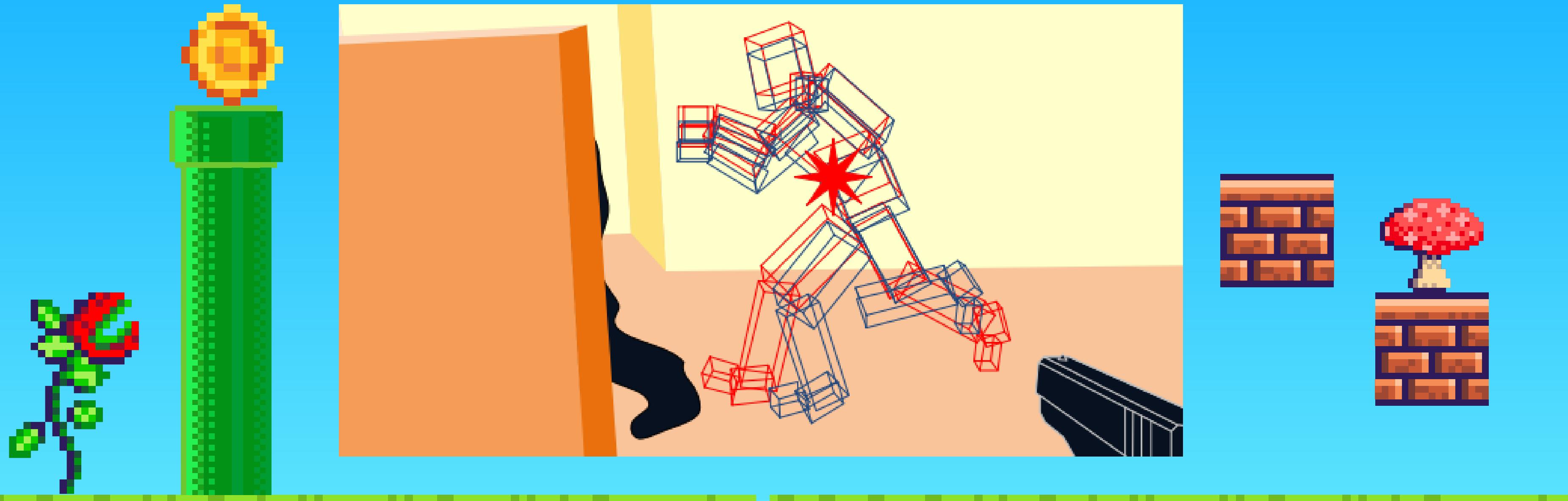
c. "Orçamento" de Latência

b. Sensibilidade Depende do Gênero

d. O Problema da Percepção

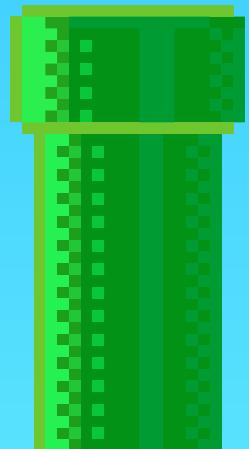
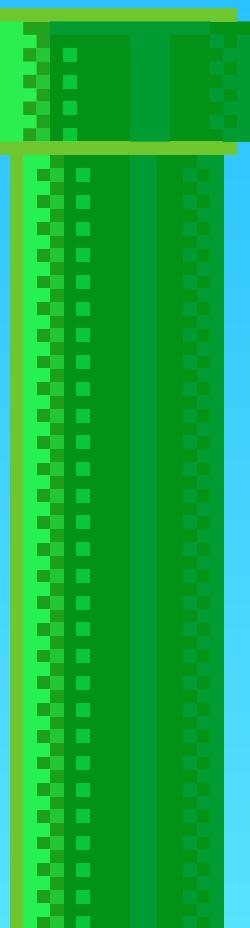
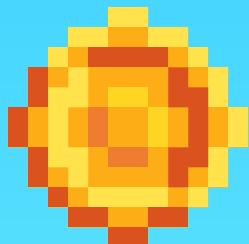


A Métrica Principal: Latência e sua Percepção



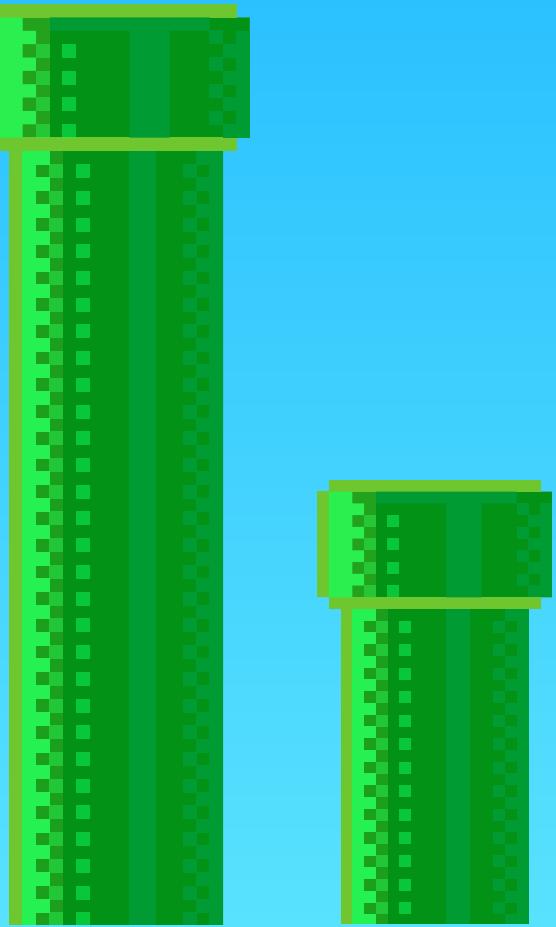
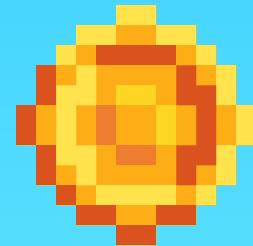
Outras Métricas de Desempenho. Jitter

- Definição: Irregularidade no tempo de chegada dos pacotes.
- Causas:
 - Congestionamento na rede.
 - Tráfego de fundo (ex.: downloads).
 - Rotas diferentes para pacotes
- Impacto (Jogos):
 - Não usa buffer (ao contrário de streaming).
 - Reordenação de pacotes.
 - Resulta em PERDA DE PACOTES.



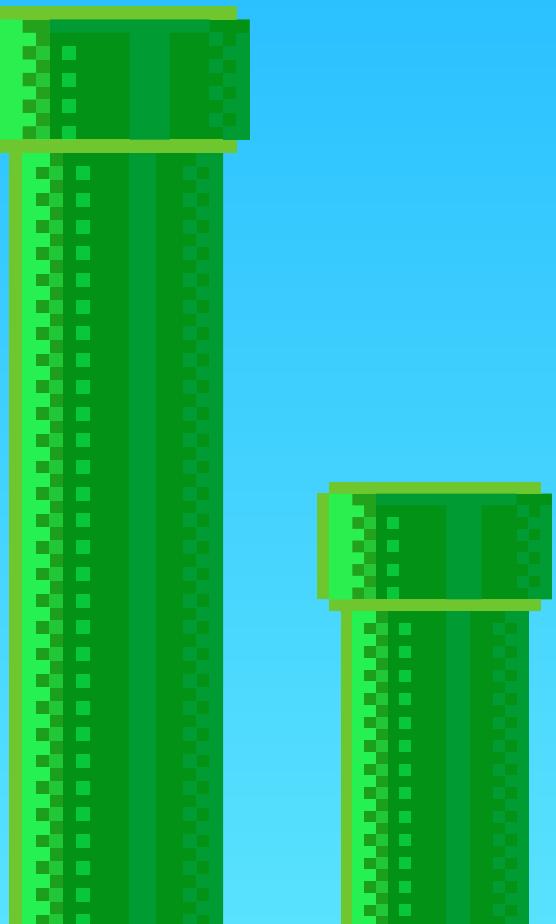
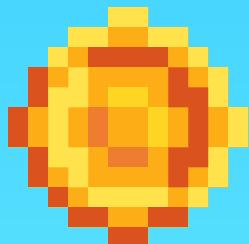
Outras Métricas de Desempenho. Perda de Pacotes

- Definição: Pacotes enviados que não chegam ao destino.
- Causas:
 - Redes Wi-Fi instáveis.
 - Buffers de roteadores cheios (congestionamento).
 - Políticas de descarte de pacotes (AQM).
- Impacto (Jogos UDP):
 - Jogo não retransmite (ao contrário do TCP)
 - Usa PREVISÃO para "esconder" a perda.
 - Se a previsão falha, causa "TELEPORTES" ou movimentos bruscos.
 - Robustez varia (Ex.: Quake III vs. Halo).



Outras Métricas de Desempenho. Largura de banda

- Definição: Capacidade de "velocidade" da rede.
- Problema: Sua "escassez" (falta)
- Causas: CONGESTIONAMENTO.
 - Caso Especial: Jogos na Nuvem:
 - Exigem ALTA banda (streaming).
- Conclusão
 - Banda Baixa / Congestionamento → Jitter
 - Jitter baixa = vídeo de Pacotes = "Teleporte" na Tela!



Metodologias para Estimar e Modelar a QoE

Como mensurar a QoE?

"The degree of delight or annoyance of the user of an application or service"

- Grupo de fatores:
 - Sistema (hardware + rede) ← Foco do artigo
 - Contexto
 - Usuário

Metodologias para Estimar e Modelar a QoE

Como mensurar a QoE?

1. Estímulo Único: Jogadores avaliam em uma sessão as qualidades do serviço (ACR).
2. Estímulo duplo: Jogadores são submetidos à diferentes configurações de partidas e avaliam a melhor.
3. Medição objetivas: Teste via bots de métricas objetivas

O Cenário de Benchmark

- Para muitas aplicações, os parâmetros de avaliação são bem definidos:
 - Aplicações de escritório: PCMark (desempenho do computador)
 - VoIP: E-Model da UIT (qualidade subjetiva)
 - Vídeo: PSNR ou PVQMs (qualidade visual)
 - Download de arquivos: Taxa de transferência (tempo de download)

Metodologias para Estimar e Modelar a QoE

O Desafio dos Jogos Online

- É muito difícil definir um único padrão de qualidade para jogos online
- A qualidade depende de dois grupos complexos:
 - Hardware (às vezes fixo, como consoles)
 - Rede (o parâmetro mais variável)
- Nenhuma métrica isolada consegue resumir a experiência do usuário

Modelos Matemáticos de QoE Desenvolvidos

O que define um bom benchmark de jogos?

- Capturar a relação: Deve conectar métricas objetivas (como latência) à satisfação real do usuário com o jogo
- Representar os efeitos: Precisa representar com precisão o impacto da rede e dos outros jogadores na experiência.

Modelos Matemáticos de QoE Desenvolvidos

O que define um bom benchmark de jogos?

- Ser reproduzível: Os resultados e as medições devem ser consistentes e reproduzíveis nos testes
- Considerar a influência real: Os modelos devem incluir apenas as deficiências que têm um impacto real (por exemplo, se um jogo disfarça bem a perda de pacotes, esse parâmetro pode ter pouca influência ou ser excluído)

Modelos Matemáticos de QoE Desenvolvidos

Como os modelos de QoE são construídos?



Modelos Matemáticos de QoE Desenvolvidos

Exemplos de modelos de QoE (fórmulas)

Referência	Modelo/Fórmula	Considerações
Ubicom (2005)	$\text{Impairment} = (WL \times L + WJ \times J) \times (1 + E)$	Considera a latência (L), o jitter (J) e a perda de pacotes (E)
Wattimena (2006)	$\text{Impairment} = 0.104 \times \text{ping} + \text{jitter}$	Para um jogo de FPS. Perda de pacotes ignorada (bom disfarce)
Ries (2008)	$MOS = 5.17 - 0.012 \times \text{delay} - 0.018 \times \text{jitter}$	Para um jogo baseado em TCP. Perda de pacotes ignorada (retransmitida)

Modelos Matemáticos de QoE Desenvolvidos

Principais limitações dos modelos atuais

Específico do jogo

- Um modelo geralmente é válido apenas para um único jogo
- Existem modelos genéricos, mas seus fatores de ponderação precisam ser reajustados com novos testes subjetivos para cada jogo

Modelos Matemáticos de QoE Desenvolvidos

Principais limitações dos modelos atuais

Simplificação excessiva

- Os modelos são uma simplificação
- Sabe-se que o impacto da deficiência varia de acordo com a atividade do jogador
 - Por exemplo, a perda de pacotes é pior durante um combate do que quando se está realizando missões sozinho

Modelos Matemáticos de QoE Desenvolvidos

Principais limitações dos modelos atuais

Falta contexto

- A maioria dos modelos não leva em consideração o contexto (como a atividade do jogador) ou os parâmetros do usuário (como a habilidade ou expectativa do jogador), que comprovadamente afetam a qualidade percebida

Mecanismos de Melhoria da QoE (Compensação de Atraso)

Por que precisamos de Mecanismos de Compensação de Atraso?

- Cada jogador tem uma latência diferente → mundos "fora de sincronia"
- Ações chegam atrasadas: movimento, tiro, colisões, habilidades
- Situações "injustas":
 - "Levei tiro atrás da parede"
 - "Meu comando demora para responder"
- Resultado: Queda da QoE → frustração, perda de imersão, unfair gameplay



Como os jogos compensam o atraso?

Mecanismos que Melhoram a QoE (Compensação de Atraso)

★ Client-Side Prediction

- Cliente prevê o resultado da sua ação sem esperar o servidor

★ Dead Reckoning

- Previsão da posição dos outros jogadores para suavizar movimentos

★ Server-Side Lag Compensation

- Servidor "volta no tempo" usando histórico para validar tiros/ações



Escabilidade O Desafio da "Massividade"

Milhares de jogadores simultâneos

- FPS
 - Informação de todos é enviada para todos
 - Problema de escabilidade quadrático
 - Limitar número de jogadores (50 - 100 pessoas)
- MMORPGs
 - Mundo com milhares de pessoas
 - Workload extremo e imprevisível
 - Como manter a performance e a qualidade?

Otimização - "Area of Interest" (AOI)

"Area of Interest" (AOI)

- AOI (Área de interesse)
 - Filtro inteligente
 - Uma 'bolha' de percepção ao redor do personagem, pelo campo de visão.
 - Fundamental para o gerenciamento de carga de trabalho
 - De 10.000 interações, é processado algo próximo a 50
 - Reduz drasticamente o workload de CPU e rede

E quando o mundo é muito grande?

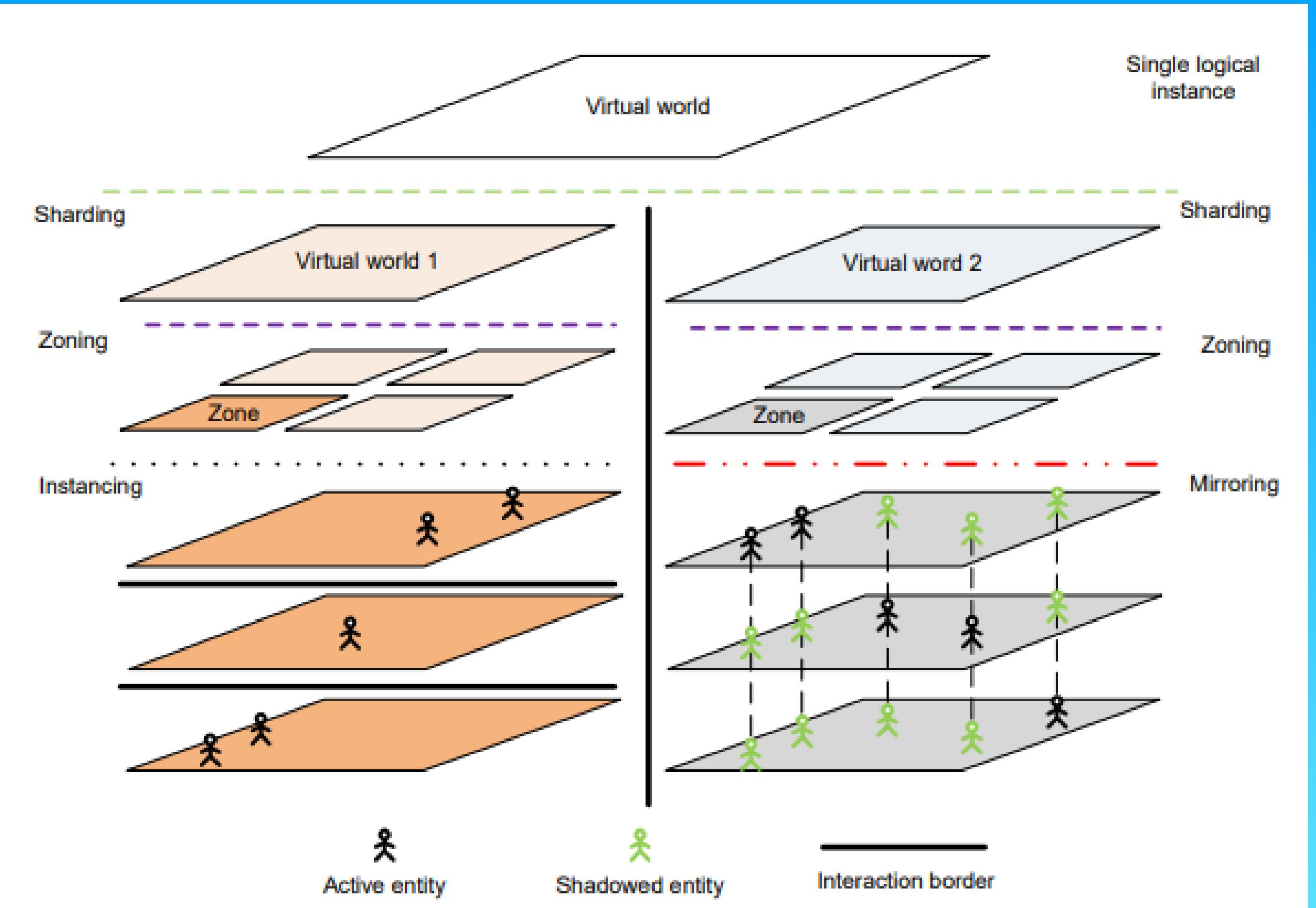
Arquitetura de Cloud: Sharding e Zoning

- Sharding (Fragmentação)
 - É o particionamento de banco de dados em Cloud
 - Criar 'universos paralelos' idênticos do mesmo jogo.
 - Jogadores do 'Shard A' não interagem com os do 'Shard B'
- Zoning (Zoneamento)
 - Divisão geográfica de "zonas" (continentes, regiões)
 - Zonas são gerenciadas por uma máquinas separadas
 - Arquitetura de microserviços, workload distribuído por função

Lidando com "Horários de Pico"

Gerenciando Hot Spots: Mirroring e Instancing

- Mirroring (Espelhamento)
 - Mesma zona replicada em vários servidores
 - Os servidores dividem o processamento entre si, porém se sincronizam para permitir interação entre os jogadores
 - Balanceamento de carga de processamento em tempo real
- Instancing (Instanciamento)
 - Cria múltiplas cópias independentes daquela zona
 - Usa instâncias para distribuir a carga do pico de workload



Solução da Escalabilidade

Escalabilidade é Feita em Camadas

- A 'massividade' dos MMORPGs é feita diferentes arquiteturas
 - Cloud Computing
 - Virtualização
 - Gerenciamento de Workload
- Garante Performance e processamento no mundo virtual

OBRIGADO

SALDANA, J.; SUZNJEVIC, M. QoE and Latency Issues in Networked Games. In: NAKATSU, R.; RAUTERBERG, M. (Org.). Handbook of Digital Games and Entertainment Technologies. Singapore: Springer, 2015.
DOI: [10.1007/978-981-4560-52-8_23-1](https://doi.org/10.1007/978-981-4560-52-8_23-1).

END

