

Aplicações Multimídia e Protocolos de Streaming

Profa. Débora Christina Muchaluat Saade
debora@midia.com.uff.br

Aplicações interativas em tempo-real

Redes de Computadores II

ð **Exemplo:**

- *Telefonia IP*

Telefonia Internet sobre melhor-esforço

Serviço de Melhor esforço

- ø Acarreta atraso de pacotes, perdas e variação de retardo (jitter)

Exemplo de telefone Internet

- ø As aplicações de telefonia na Internet geram pacotes durante momentos de atividade da voz
 - *Rajadas de voz alternadas com períodos de silêncio*
- ø taxa de bits é 64 kbps nos intervalos de atividade (G.711)
- ø durante os intervalos de atividade a aplicação produz um bloco de 160 bytes a cada 20 ms (8 kbytes/s x 20 ms)
- ø cabeçalho é acrescentado ao bloco; então bloco mais cabeçalho são encapsulados num pacote UDP e enviados
- ø alguns pacotes podem ser perdidos e o retardo de um pacote irá flutuar.
- ø receptor deve determinar quando reproduzir um bloco e determinar o que fazer com um bloco perdido

Telefonia Internet sobre melhor-esforço

variação de atraso (jitter)

- δ Retardo nas filas dos roteadores é aleatório
- δ considere dois pacotes consecutivos num intervalo de atividade
- δ Os retardos fim-a-fim desses dois pacotes podem ser diferentes
- δ espaçamento inicial é de 20 ms, mas o espaçamento no receptor pode ser maior ou menor que 20 ms

o jitter pode ser removido:

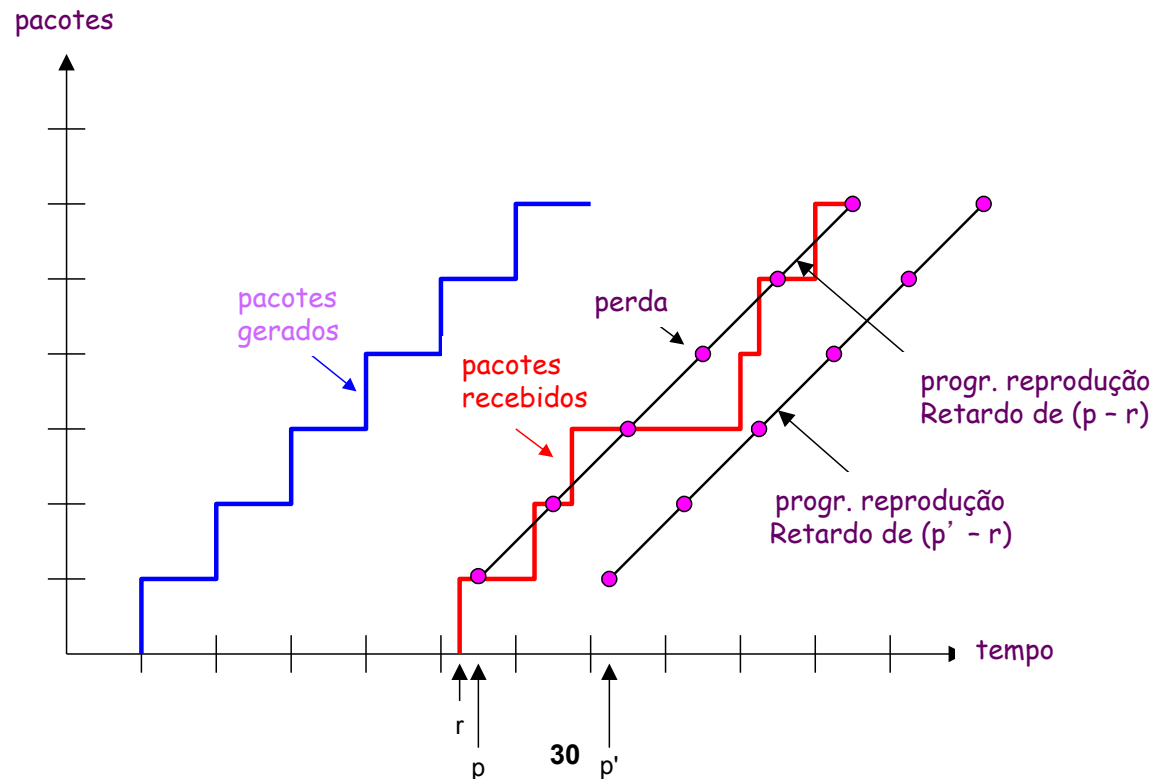
- δ Precedendo cada bloco com um número de seqüência
 - *transmissor incrementa esse número para cada novo pacote*
- δ Precedendo cada bloco com uma marca de tempo
 - *transmissor marca cada bloco com o tempo em que foi gerado*
- δ Atrasando a reprodução
 - *O atraso na reprodução deve ser suficiente para que a maioria dos pacotes seja recebida antes do seu tempo de reprodução programado*
 - Atraso de reprodução fixo ou adaptativo

Atraso de Reprodução Fixo

- **Receptor tenta reproduzir cada bloco exatamente q ms depois que o bloco é gerado.**
 - *Se o bloco tem marca de tempo t , receptor usa o bloco no instante $t+q$.*
 - *Se o bloco chega após o instante $t+q$, receptor o descarta.*
- **Escolha do valor de q :**
 - *q grande: menos perda de pacotes*
 - *q pequeno: melhor controle da interatividade*

Atraso de Reprodução Fixo

- Transmissor gera pacotes a cada 20 ms durante os intervalos de atividade.
- Primeiro pacote é recebido no instante r
- Primeira programação de reprodução: começa em p
- Segunda programação de reprodução: começa em p'



Atraso de Reprodução Adaptativo

- para serviços com interatividade, atrasos fixos longos podem se tornar incômodos ou intoleráveis
- Estima o retardo da rede e ajusta o retardo de reprodução no início de cada intervalo de atividade.
- Intervalos de silêncio são comprimidos e alongados.
- Blocos ainda são gerados a cada 20 ms nos intervalos de atividade.

t_i = marca de tempo do i - ésimo pacote

r_i = instante no qual o pacote i é recebido pelo receptor

p_i = instante no qual o pacote i é reproduzido no receptor

$r_i - t_i$ = atraso da rede para o i - ésimo pacote

d_i = estimativa do atraso na rede após receber o i - ésimo pacote

Estimativa dinâmica do retardo médio no receptor:

$$d_i = (1 - u)d_{i-1} + u(r_i - t_i)$$

onde u é uma constante fixa (ex., $u = 0,01$).

Atraso de Reprodução Adaptativo

É também usual estimar a variância média do atraso, v_i :

$$v_i = (1 - u)v_{i-1} + u |r_i - t_i - d_i|$$

As estimativas de d_i e v_i são calculadas para cada pacote recebido, embora elas sejam usadas apenas no início de um intervalo de atividade.

Para o primeiro pacote de um intervalo de atividade, o instante de reprodução é:

$$p_i = t_i + d_i + Kv_i$$

onde K é uma constante positiva. Para este mesmo pacote, o retardo de reprodução é:

$$q_i = p_i - t_i$$

Para o pacote j no mesmo intervalo de atividade, o pacote deve ser reproduzido em:

$$p_j = t_j + q_i$$

Atraso de Reprodução Adaptativo

Como saber se um pacote é o primeiro de um intervalo de atividade:

- ø Se nunca houvesse perdas o receptor poderia simplesmente olhar nas marcas de tempo sucessivas.
 - *Se a diferença de marcas de tempo sucessivas for maior que 20 ms, então temos o início de um intervalo de atividade.*
- ø Mas porque as perdas são possíveis, o receptor deve olhar tanto as marcas de tempo como os números de sequência dos pacotes.
 - *Se a diferença de marcas de tempo sucessivas for maior que 20 ms e não há pulos nos números de sequência então tem-se o início de um intervalo de atividade.*

Recuperação de Perdas de Pacotes

- δ Perdas: pacote nunca chega ou chega depois do seu tempo de reprodução programado
- δ Correção por **FEC ou intercalamento**

Forward error correction (FEC): esquema simples

- δ para cada grupo de n blocos, cria um bloco redundante realizando uma operação OU exclusivo (XOR) entre os n blocos originais
- δ envia os $n+1$ blocos, aumentando a banda passante por um fator de $1/n$.
- δ pode reconstruir os n blocos originais se houver no máximo um bloco perdido nos $n+1$ blocos enviados
- δ retardo de reprodução precisa ser definido para receber todos os $n+1$ pacotes
- δ Compromisso:
 - *aumentar n , menor desperdício de banda*
 - *aumentar n , maior retardo de reprodução*
 - *aumentar n , maior a probabilidade que dois ou mais blocos sejam perdidos*

Operação XOR (n=2)

ð Transmissão:

ð 1o. Pacote: 1 0 1

ð 2o. Pacote: 1 0 0

ð Pacote 1 XOR Pacote 2

ð Pacote FEC: 0 0 1

ð Recepção:

ð 1o. Pacote: 1 0 1

ð 2o. Pacote: PERDIDO

ð Pacote FEC: 0 0 1

Corrige o erro:

ð Pacote 1 XOR Pacote
FEC: 1 0 0

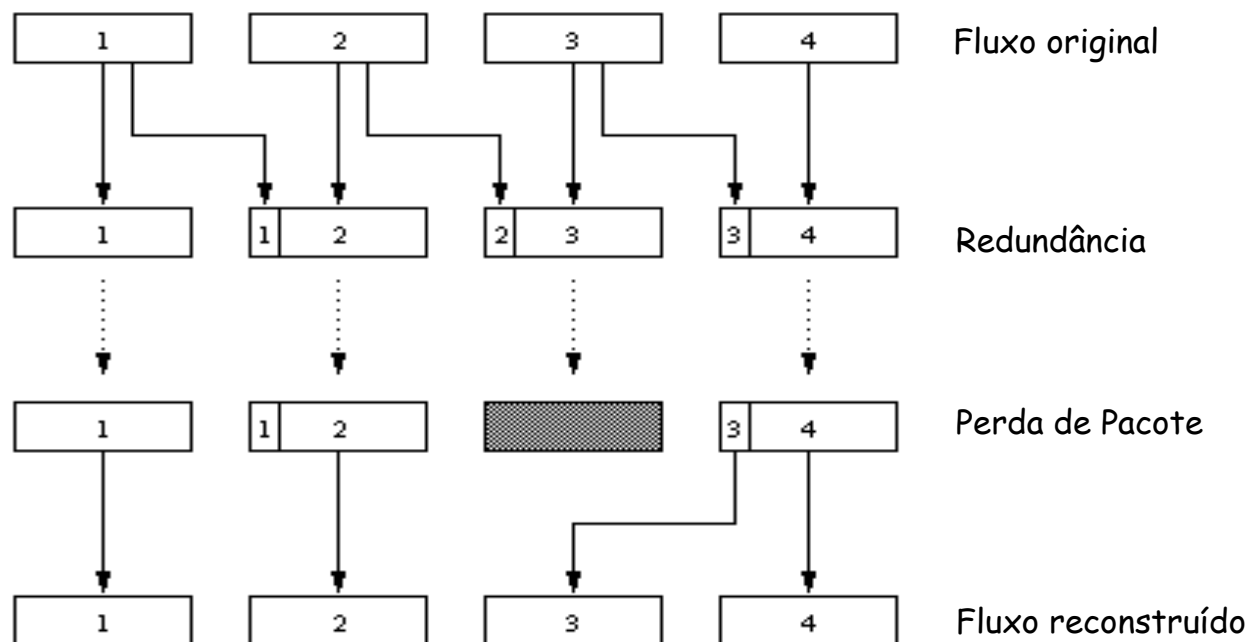
ð 2o. Pacote: 1 0 0

Recuperação de Perdas de Pacotes

2o. esquema FEC

- enviar um fluxo de menor qualidade como “carona”
- envia fluxo de áudio de menor resolução como a informação redundante
- por exemplo, um fluxo PCM nominal a 64 kbps e um fluxo redundante a 13 kbps.
- Transmissor cria pacote tomando o bloco n do fluxo nominal e anexando a ele o bloco $(n-1)$ do fluxo redundante.

Recuperação de Perdas de Pacotes

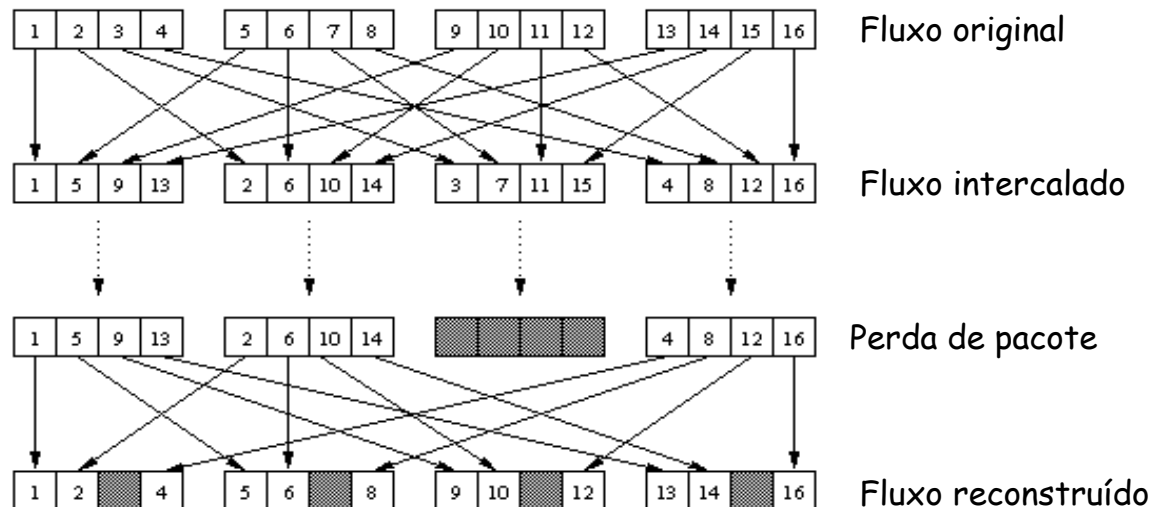


- Sempre que ocorre perda não-consecutiva, o receptor pode esconder a perda.
- Apenas dois pacotes precisam ser recebidos antes do início da reprodução (aumento no retardo de reprodução é pequeno)
- Pode também anexar os blocos (n-1) e (n-2) do fluxo de baixa qualidade

Recuperação de Perdas de Pacotes

Intercalamento

- ø blocos são quebrados em unidades menores
- ø por exemplo, 4 blocos de 5 ms cada
- ø intercalar os blocos como mostrado no diagrama
- ø pacote agora contém unidades menores de diferentes blocos
- ø Remontar os blocos no receptor
- ø Se o pacote é perdido, ainda resta mais de cada bloco
- ø **Vantagem: não aumenta a largura de banda!!**



Recuperação de Perdas de Pacotes

Recuperação pelo receptor de fluxos de áudio danificados

- ø produzir um substituto para um pacote perdido que seja similar ao pacote original
- ø pode produzir bons resultados para baixas taxas de perdas (< 15%) e pacotes pequenos (4-40 ms) (fonema dura de 5 a 100ms)
- ø estratégia mais simples: repetição
- ø estratégia mais complexa: interpolação
 - *Resultado melhor*
 - *Mais processamento*