

# Ingressos em Redes P2P para Vídeo ao Vivo

Eliseu C. Miguel<sup>1</sup>, Ítalo F. S. Cunha<sup>2</sup>, Sergio V. A. Campos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciências Exatas – Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG)  
Alfenas, Brasil

<sup>2</sup>Departamento de Ciência da Computação – Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)  
Belo Horizonte, Brasil

eliseu.miguel@unifal-mg.edu.br, {cunha, scampos}@dcc.ufmg.br

**Resumo.** *A ocorrência de flash crowd pode comprometer a distribuição de mídia em redes P2P de vídeo ao vivo. Neste trabalho, identificamos que a relação entre a quantidade permitida de parcerias e a banda de transmissão de cada participante pode influenciar na escolha da técnica para tratar o flash crowd. Acreditamos que seja possível configurar esta relação em uma rede de modo a manter a estabilidade e permitir o ingresso de novos participantes em larga escala, mesmo com restrições de recursos como banda de upload.*

## 1. Introdução

As redes P2P tornaram-se uma importante tecnologia para distribuição de mídia ao vivo. Ao contrário do modelo cliente-servidor, os participantes nas redes P2P são estimulados a distribuir o conteúdo que eles possuem, o que fornece escalabilidade ao sistema a baixo custo. Contudo, o ingresso de novos participantes em grande quantidade ainda é um desafio.

Consideramos a rede em estado *estável* quando a mídia é distribuída com baixa latência, se considerado o tempo na visualização a partir da geração da mídia, e quando há pouca descontinuidade na transmissão, o que evita perdas na visualização. Quando ocorre uma grande tentativa de ingresso, como no caso do *flash crowd*, a requisição por dados pelos novos ingressantes pode tornar a rede instável e, em casos extremos, quebrar a distribuição da mídia [Liu et al. 2012, Wu et al. 2011, Chen et al. 2014].

Para tratar o *flash crowd* em redes P2P, [Wu et al. 2011] separam as requisições em duas listas distintas, ordenado os participantes por banda de *upload* em uma e, em outra, faz-se o controle do tempo de espera para evitar a desistência por longas demoras. Já em [Liu et al. 2012], o ingresso é feito por lotes de novos ingressantes e, após a estabilização deste ingresso, novos lotes são permitidos até o fim do *flash crowd*. Em ambos, não são detalhadas as configurações da rede quanto às parcerias nem como os cálculos de recursos, necessários aos modelos apresentados, são realizados.

O trabalho de [Wu et al. 2012] revela que a relação de parceria pode ser crucial para se reduzir o tempo de estabilização dos novos participantes, diminuindo o tempo de ingresso quando se realiza parcerias com participante que oferecem maior banda de *upload*. Já os autores [Chen et al. 2014] realizaram um trabalho que considera a importância de usar técnicas para tratar o *flash crowd* apenas quando necessário. Para isso, um modelo matemático considera vários parâmetros e define quando usar as técnicas.

Apesar de todos os trabalhos considerarem a quantidade de parceiros que cada participante pode ter durante a transmissão, a forma como as parcerias são estabelecidas e como os participantes gerenciam as listas de parceiros são questões não tratadas com clareza. Além disso, os trabalhos anteriores não tratam a relação entre a banda de transmissão do participante e o tamanho da lista de parceiros.

Nesse trabalho, implementamos três técnicas de ingresso e observamos que a relação entre a banda de transmissão e a quantidade de parcerias permitidas aos participantes pode trazer mudanças significativas nos resultados das aplicações das técnicas. Com esta relação, podemos tornar as redes mais conservadoras quanto à manutenção das parcerias e, em consequência, dificultar o ingresso. Em outro extremo, as redes podem ser configuradas de forma mais flexível para novas parcerias e, com isso, tornar-se mais susceptíveis ao aumento de latência e descontinuidade. Todos os experimentos foram realizados com uso de redes P2P que transmitem a mídia ao vivo em fragmentos conhecidos como *chunk*. Além disso, escolhemos a topologia em malha, por ser mais robusta quanto à dinamicidade dos participantes, conhecida como *churn*.

## 2. Sistema de Transmissão P2P para Mídia ao Vivo

Implementamos um sistema P2P *mesh-pull*. Neste sistema, temos o servidor de vídeo  $S$ , o servidor de autenticação e centralizador de informações gerenciais da rede, conhecido como *servidor de bootstrap* e os participantes. As medições de desempenho e dados de controle são transmitidas pelos participantes ao *servidor de bootstrap* periodicamente. Para garantir maior controle entre as parcerias de um participante  $P$ , implementamos um sistema que separa a lista de parceiros que fornecem dados a  $P$ , chamada de  $L_{In}$ , da lista de parceiros que recebem dados de  $P$ , chamada de  $L_{Out}$ . Quando um participante  $X$  torna-se parceiro em  $L_{In}$  de  $P$ , automaticamente  $P$  torna-se parceiro  $L_{Out}$  de  $X$ . Em particular,  $S$  possui  $L_{In} = 0$ . Com a separação entre as listas, alguns participantes podem ser definidos como pouco cooperativos, quando  $L_{Out} < L_{In}$  ou  $L_{Out} = 0$ .

Quando um novo participante  $P$  deseja ingressar na rede  $R$ , ele faz a requisição ao *servidor de bootstrap*, que registra a presença de  $P$  e o envia uma lista de participantes de  $R$ . Assim,  $P$  inicia as parcerias para obter e distribuir os *chunks* disponíveis. Periodicamente o *servidor de bootstrap* envia novas listas de participantes de  $R$  a  $P$ , fazendo com que ele possa tentar estabelecer novas parcerias.

Finalmente, a banda de transmissão de um participante  $P$ , tanto para *upload*, como para *download* não define a quantidade de parceiros permitidos em  $L_{Out}$  e  $L_{In}$ . Contudo, por questões físicas da rede, as bandas determinam de forma indireta os limites de quantos parceiros podem trocar dados simultaneamente entre si.

## 3. Ambiente de Execução

Os experimentos foram realizados no *PlanetLab*. Os participantes foram distribuídos em uma média de 200 nós no *PlanetLab*, com 12 instância por nó, sem parcerias com participantes em mesmo IP, a uma taxa de vídeo média é de 420kbps (em torno de 40 *chunks* por segundo). Como o *PlanetLab* é um ambiente real, cada experimento teve 3 repetições, suficientes para a compreensão dos resultados preliminares deste estudo.

Para cada experimento, usamos os primeiros 400 segundos para formar a *malha principal* com aproximados 200 participantes. A chegada de novos participantes ocorre

quando a malha principal encontra-se com topologia estabelecida e com a distribuição da mídia de forma estável. Para cada experimento, definimos a forma com que os novos participantes provenientes do *flash crowd* são tratados pela malha principal. Para o *flash crowd* foram executadas uma média de 2000 participantes.

## 4. Experimentos

Redes com muito recurso podem não necessitar de técnicas para ingresso e, por isso, optamos por configurações que restringem os recursos, principalmente a sobra de *upload*. Tornar viável o ingresso em redes com restrições de recursos pode ser um bom estímulo aos administradores de redes P2P ao aceitar participantes com baixa banda, como usuários de telefones celulares.

Como formas de ingresso, consideramos três alternativas: (ST) sem técnica; (CT) com técnica de malhas paralelas; e (TM) a técnica mista. Em (ST), à medida em que os novos ingressantes requisitam ingresso, o *servidor de bootstrap* fornece acesso à rede sem qualquer critério. Para (CT), o *servidor de bootstrap* seleciona alguns participantes mais cooperativos, conhecidos como *super nós* da malha principal e estes tornam-se servidores auxiliares de mídia. Desta forma, os novos ingressantes não têm acesso à malha principal e, ao contrário, formam novas malhas em torno dos servidores auxiliares. Estes servidores auxiliares recebem dados da malha principal, mas fornecem apenas aos novos ingressantes em uma topologia isolada chamada de *malhas paralelas*. Finalmente, o *servidor de bootstrap* de (TM) insere os servidores auxiliares nas listas de conhecidos dos novos participantes, contudo como em (ST), o *servidor de bootstrap* gera listas de novos parceiros considerando todos participantes pertencentes à uma única malha.

### 4.1. Parcerias mais Conservadoras

A Tabela 1 apresenta as configurações da rede. No caso de (CT) e (TM), selecionamos 10 servidores auxiliares. Especificamente para (CT), uma malha paralela é formada para cada servidor auxiliar. Além disso, em (CT), os *free riders* ingressaram na rede posteriormente aos participantes cooperativos para evitar eclipses nas malhas paralelas. A chegada dos novos participantes acontece no instante 400 segundos.

Super Nós - Banda	<i>Free Rider</i>	Participantes Comuns	$L_{In}$	$L_{Out}$
15% – 4Mbps	60%	2Mbps	10	10

**Tabela 1. Configurações da rede**

A Figura 1 mostra a descontinuidade média das 3 repetições considerando todos os participantes da rede. Observamos que a descontinuidade atingiu níveis baixos para todos os casos, mesmo sendo menor no caso de (TM). Já a Figura 2 mostra que para tratar o ingresso, (ST) provocou uma grande latência ao final dos experimentos. Além disso, o gráfico para o uso da (TM) mostra baixa latência se considerado o grande número de ingressantes e requisitantes.

A Figura 3 informa a quantidade de requisitantes e de ingressos para cada técnica. Observamos que a variação entre os requisitantes e os ingressos efetivados para o caso do uso de (TM) foi pequena, garantindo alta porcentagem de ingressos em todas as repetições. Já em (ST), houve uma repetição em que os ingressos só iniciaram a partir do

segundo 680. Isso pode ter sido ocasionado pela dificuldade de se estabelecer parcerias e, também, ao ingresso de *free riders* que chegaram em abundância.

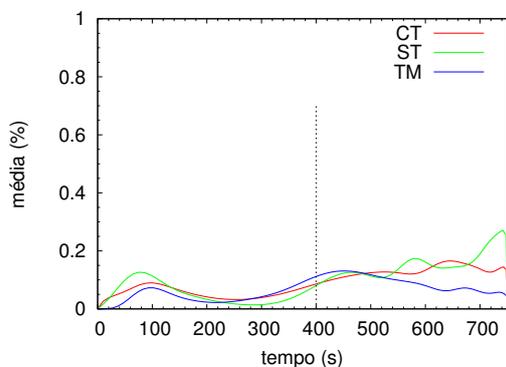


Figura 1. Descontinuidade

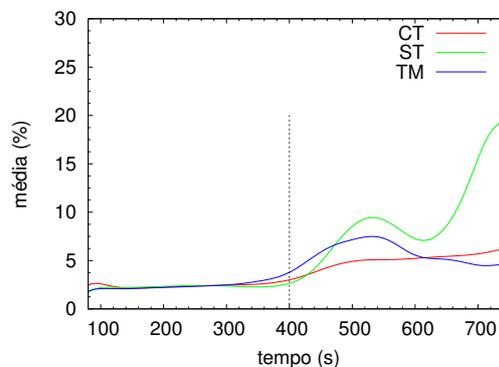


Figura 2. Latência

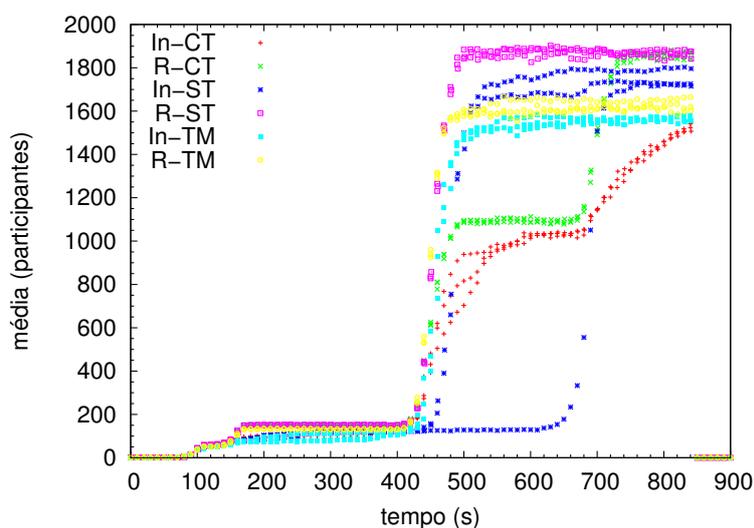


Figura 3. Ingresso. In e R significam quantidade de ingresso efetivado e quantidade de requisitantes para cada técnica de ingresso, respectivamente

Nos experimentos desta seção, (TM) teve bom desempenho em relação (ST) por expor fontes de dados aos novos ingressantes. Além disso, como uma parceria entre  $P$  e  $Q$  consomem uma entrada de  $L_{In}$  e  $L_{Out}$  respectivamente, as configurações de  $L_{In} = 10$  e  $L_{Out} = 10$  tornam a rede conservadora ao restringir pequenas sobras nas entradas em  $L_{Out}$ , dificultando ainda mais (ST). Assim, (TM) garante novas fontes de dados isolando os servidores auxiliares e, ao mesmo tempo, permitindo que os novos participantes encontrem fontes de dados disponíveis na rede como no caso de (ST). Já em relação a (CT), o ingresso acontece de forma mais lenta, visto que as redes são formadas em torno dos servidores auxiliares e totalmente isoladas da malha principal.

#### 4.2. Parcerias mais Flexíveis

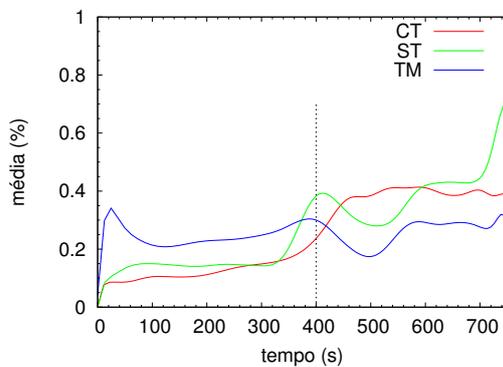
A Tabela 2 apresenta as configurações para 3 repetições por experimento. No caso de (CT) e (TM), selecionamos 10 servidores auxiliares. Neste experimento os participantes

Super Nós - Banda	Free Rider	Participantes Comuns	$L_{In}$	$L_{Out}$
12% - 4Mbps	00%	1.5Mbps	5	15

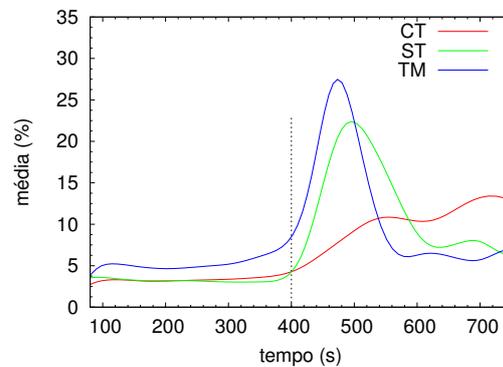
**Tabela 2. Configurações da rede**

comuns e os super nós provenientes do *flash crowd* ingressaram aleatoriamente a partir do instante 400 segundos.

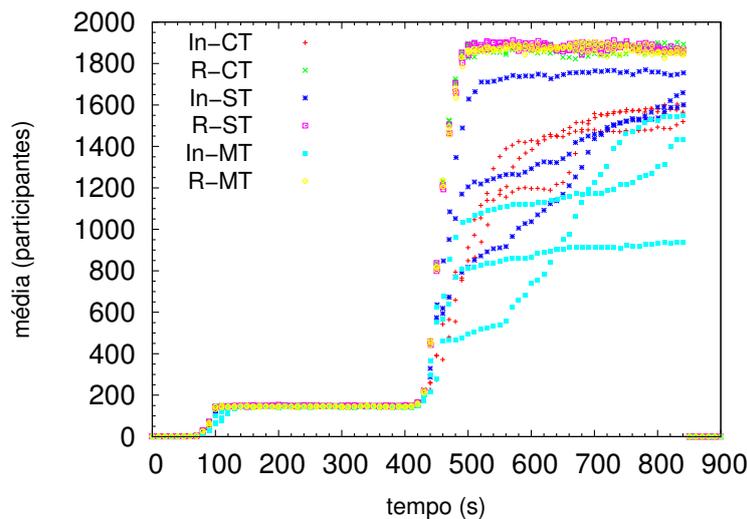
Na Figura 4 podemos ver que a rede manteve a descontinuidade estável para (CT), antes e após o instante 400 segundos, mesmo com um aumento proporcionado pelo grande número de participantes que ingressaram. Já (MT) e (ST), que permitem ingresso diretamente na malha principal, a descontinuidade é menos estável. Por mais que (MT) pareça comportar bem quanto à descontinuidade, a realidade é outra, visto que a taxa de ingresso foi baixa perto de (CT) e (ST) como mostra a Figura 6. Em relação à latência, a Figura 5 mostra como a rede sofre com o uso de (TM) e (ST).



**Figura 4. Descontinuidade**



**Figura 5. Latência**



**Figura 6. Ingresso. In e R significam quantidade de ingresso efetivado e quantidade de requisitantes para cada técnica de ingresso, respectivamente**

As configurações  $L_{In} = 5$  e  $L_{Out} = 15$ , nesta seção, promovem uma grande oportunidade de novas parcerias na malha principal. Contudo, nossos participantes oferecem

pouca banda de *upload* para atender, de fato, à grande quantidade de novos parceiros. Consequentemente, a disputa por dados aumenta e a rede pode sofrer com altas na descontinuidade e latência. Esta configuração pode ser considerada mais flexível quanto às parcerias, se comparada à da Seção 4.1, pela sobra de  $L_{Out}$  na rede já que a lista  $L_{Out}$  de cada participante é 3 vezes maior que  $L_{In}$ .

Usamos as curvas de *Bézier* para exibir as tendências entre as repetições nos gráficos de descontinuidade e latência. Por isso, pode-se observar as tendências de aumento para essas métricas iniciando em instantes ligeiramente anteriores ao momento exato da ocorrência do *flash crowd*.

## 5. Discussão

Pretendemos avaliar aspectos de configuração de redes P2P para permitir o ingresso de grande número de novos participantes e, ao mesmo tempo, preservar a estabilidade da rede. Trabalhos relacionados implementam técnicas para ingresso em *flash crowd*, mas não deixam claro o modelo de configuração das redes a respeito da relação de quantidade de parceiros e a banda de transmissão para os participantes. Com isso, os trabalhos anteriores podem oferecer modelos imprecisos por usar informações sobre a quantidade de recursos da rede sem elucidar como esses recursos são calculados.

Ao contrário de coibir os participantes menos cooperativos nas redes P2P, esperamos propor soluções que sejam capazes de configurar os participantes durante o ingresso na rede para se ter controle dos recursos que a rede oferece. Os resultados indicam que as redes podem, com isso, proteger a malha existente ao ocorrer o *flash crowd* permitindo que o ingresso seja realizado com sucesso, mesmo com restrições de recursos.

Finalmente, para tornar viável o uso de (CT), pretendemos propor técnicas que permitam mesclar as malhas paralelas à malha principal ao final do ingresso. Com isso, a rede volta a ter apenas uma malha e, consequentemente, os servidores auxiliares finalizam a tarefa de suportar as malhas paralelas.

## Referências

- Chen, Y., Zhang, B., Chen, C., and Chiu, D. M. (2014). Performance Modeling and Evaluation of Peer-to-Peer Live Streaming Systems Under Flash Crowds. *IEEE/ACM Transactions on Networking*, 22(4):1106–1120.
- Liu, F., Li, B., Zhong, L., Li, B., Jin, H., and Liao, X. (2012). Flash Crowd in P2P Live Streaming Systems: Fundamental Characteristics and Design Implications. *Transactions on Parallel and Distributed Systems*, 23(7):1227–1239.
- Wu, H., Jiang, H., Liu, J., Sun, Y., Li, J., and Li, Z. (2011). How P2P Live Streaming Systems Scale Quickly Under a Flash Crowd? In Zhong, S., Dou, D., and 0003, Y. W., editors, *Proceedings of the International Performance Computing and Communications Conference*, pages 1–8. IEEE.
- Wu, H., Liu, J., Jiang, H., Sun, Y., Li, J., and Li, Z. (2012). Bandwidth-Aware Peer Selection for P2P Live Streaming Systems under Flash Crowds. In *Proceedings of the International Performance Computing and Communications Conference*, pages 360–367. IEEE.