

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ REITORIA DE PESQUISA E PÓS GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

EFICIÊNCIA DE ALGORITMOS GOSSIPS EM SISTEMAS P2P
VOLTADOS PARA A DISTRIBUIÇÃO DE CONTEÚDOS MULTIMÍDIA.

Bolsista: Janiel Medeiros dos Santos, FAPEAM

MANAUS
2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ REITORIA DE PESQUISA E PÓS GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

RELATÓRIO FINAL
PIB –E/0148/2011
EFICIÊNCIA DE ALGORITMOS GOSSIPS EM SISTEMAS P2P
VOLTADOS PARA A DISTRIBUIÇÃO DE CONTEÚDOS MULTIMÍDIA.

Bolsista: Janiel Medeiros dos Santos, FAPEAM
Orientador: Prof. Dr. Cesar Augusto Viana Melo

MANAUS
2012

Todos os direitos deste relatório são reservados à Universidade Federal do Amazonas, ao Núcleo de Estudo e Pesquisa em Ciência da Informação e aos seus autores. Parte deste relatório só poderá ser reproduzida para fins acadêmicos ou científicos.

Esta pesquisa, financiada pela Fundação de Amparo a Pesquisa do Amazonas – FAPEAM, através do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica da Universidade Federal do Amazonas, foi desenvolvida pelo Núcleo de Estudo e Pesquisa em Ciência da Informação e se caracteriza como sub projeto do projeto de pesquisa Bibliotecas Digitais.

Analisa a eficiência do algoritmo Gossip com a estratégia de escolha de nós na rede baseado na construção de uma topologia gradiente e o impacto do Churn sobre o algoritmo na disseminação de conteúdo multimídia. A topologia gradiente é uma topologia de redes P2P formada por pares com alto valor de utilidade que se conectam entre si formando o núcleo da rede. Os recursos da rede ficam armazenados nos pares presentes nesse núcleo e ao redor dele ficam localizados os pares com menor valor de utilidade. A topologia gradiente apresenta uma construção rápida, levando a estabilidade da rede. Com o intuito de analisar a eficiência deste algoritmo Gossip foi realizada uma análise comparativa entre ele, o algoritmo que utiliza encaminhamento aleatório dentro da rede e o algoritmo baseado em um grafo completo. A eficiência foi capturada nas execuções desses três algoritmos em cenários de rede que representam os tipos de rede homogênea e heterogênea em diversas situações. Sendo implementados e integrados em um simulador de eventos, cujas amostras dos resultados são reveladas ao longo da simulação e colhidas para arquivos de texto. Dentre os cenários de rede definidos e simulados, o algoritmo Gossip com a estratégia de escolha de nós na rede baseado na construção de uma topologia gradiente apresenta uma melhor eficiência que o algoritmo com encaminhamento aleatório e uma eficiência abaixo do algoritmo baseado em um grafo completo em todos os cenários, sendo que a diferença de eficiência obtida entre os dois nos cenários de rede heterogênea é menor que os dos cenários de rede homogênea. Dessa forma, o estudo revelou que o algoritmo Gossip gradiente apresenta-se como um promissor mecanismo para diminuir o gerenciamento da CDN sobre a malha. Faz-se mister, portanto, o aperfeiçoamento do algoritmo gradiente visando reduzir a diferença de eficiência em relação ao algoritmo baseado em um grafo completo.

SUMÁRIO

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 6 |
| 2. REVISAO BIBLIOGRÁFICA..... | 7 |
| 2.1 Redes de Distribuição de Conteúdo (CDNs)..... | 7 |
| 2.2 Arquitetura Par a Par (P2P)..... | 8 |
| 2.3 Arquitetura Híbrida (CDN-P2P)..... | 9 |
| 2.4 Algoritmos Gossips para processamento distribuído de sinais..... | 10 |
| 2.5 Descoberta de pares estáveis na topologia gradiente de auto-organização..... | 11 |
| 3. MÉTODOS UTILIZADOS..... | 13 |
| 4. RESULTADOS..... | 14 |
| 4.1 Cenários..... | 14 |
| 4.2 Simulação Homogênea..... | 14 |
| 4.3 Simulação Heterogênea..... | 16 |
| 5. CONCLUSÕES..... | 19 |
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS..... | 20 |

1. INTRODUÇÃO

Atualmente a distribuição de conteúdos multimídia ocorre em torno da utilização das arquiteturas baseados nos modelos cliente-servidor, modelo consolidado usado nas redes de distribuição de conteúdo, e P2P.

As redes de distribuição de conteúdo são sistemas que armazenam e disseminam objetos de mídia pela internet, sendo caracterizados pelo grande nível de replicação desses objetos em seus sistemas de armazenamento, necessitando de atenção em questões como gerência e segurança desses dados.

O modelo P2P vem ao longo dos anos se destacando como um promissor instrumento para a distribuição de conteúdo multimídia na rede já que é uma arquitetura que oferece grande escalabilidade e robustez, propiciada pela exploração dos recursos de cada participante da rede, como armazenamento, processamento e etc.

Desta forma, o desenvolvimento de mecanismos que possam tornar mais eficientes o gerenciamento e a distribuição de conteúdos multimídias em redes P2P se tornaram importantes no campo da pesquisa, já que os modelos citados anteriormente (CDN e P2P) possuem limitações. É nesse momento que entra em estudo os algoritmos Gossips, em especial o algoritmo Gossip com a estratégia de escolha de pares baseado na construção de uma topologia gradiente que se mostrou mais adaptado ao objetivo do projeto para análise de sua eficiência na disseminação de conteúdo multimídia na rede em relação ao Gossip com uma estratégia de escolha de pares de forma aleatória. Além disso, o estudo busca avaliar o impacto do fenômeno de entrada e saída de pares no comportamento da rede utilizando esses algoritmos.

Diante disso, o estudo realizado visa responder na prática se o algoritmo Gossip apresenta o desempenho explanado na teoria utilizando-o na disseminação de conteúdo multimídia em uma rede P2P. Pesquisa executada através dos estudos dos algoritmos Gossips, escolha do Gossip mais adaptado ao projeto, implementação do algoritmo e realização do estudo de caso.

Os resultados que serão explanados da pesquisa podem confirmar que a implementação do algoritmo Gossip com a estratégia de escolha de pares baseado em uma topologia gradiente pode representar um instrumento para melhor gerência de conteúdo multimídia em redes P2P. Além disso, possibilita a abertura de oportunidades de estudos no que diz respeito a sua evolução e áreas de aplicação.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta seção mostram-se os principais conceitos, os algoritmos Gossips existentes e os possíveis caminhos de sua utilização para a distribuição de sinais processados em redes de sensores. Especificamente discute-se o funcionamento do algoritmo Gossip que possui a estratégia de escolha de pares estáveis baseado na construção de uma topologia gradiente e na utilização da busca gradiente.

2.1 Redes de Distribuição de Conteúdo (CDNs)

O sucesso da Internet e sua gama de serviços junto com a explosão do uso de conteúdos multimídia online incentivaram o surgimento e o crescente interesse pelas CDNs (CALZAROSSA;GELENBE, 2004). Tais redes têm sido propostas para reduzir a carga de trabalho do servidor principal, melhorar a acessibilidade e manter correções por meio da replicação de conteúdos (VAKALI; PALLI, 2003). Com o uso de CDNs os conteúdos são distribuídos aos servidores localizados próximo do usuário, resultando em aplicações web com menor tempo de resposta e com alta disponibilidade.

As CDNs mantêm pontos de presença (Point of Presence - PoP), em locais estratégicos com servidores substitutos interligados, nos quais os conteúdos são replicados. Quando um usuário requisita algum conteúdo, sua requisição é atendida pelo servidor substituto que se encontra mais próximo.

Como os servidores substitutos possuem alta capacidade de armazenamento e boa disposição de banda nas conexões que formam a CDN, os conteúdos replicados nessas redes não são necessariamente definidos pela demanda de clientes e podem utilizar políticas de replicação mais ricas e flexíveis (PATHAN; BUYYA; VAKALI, 2008).

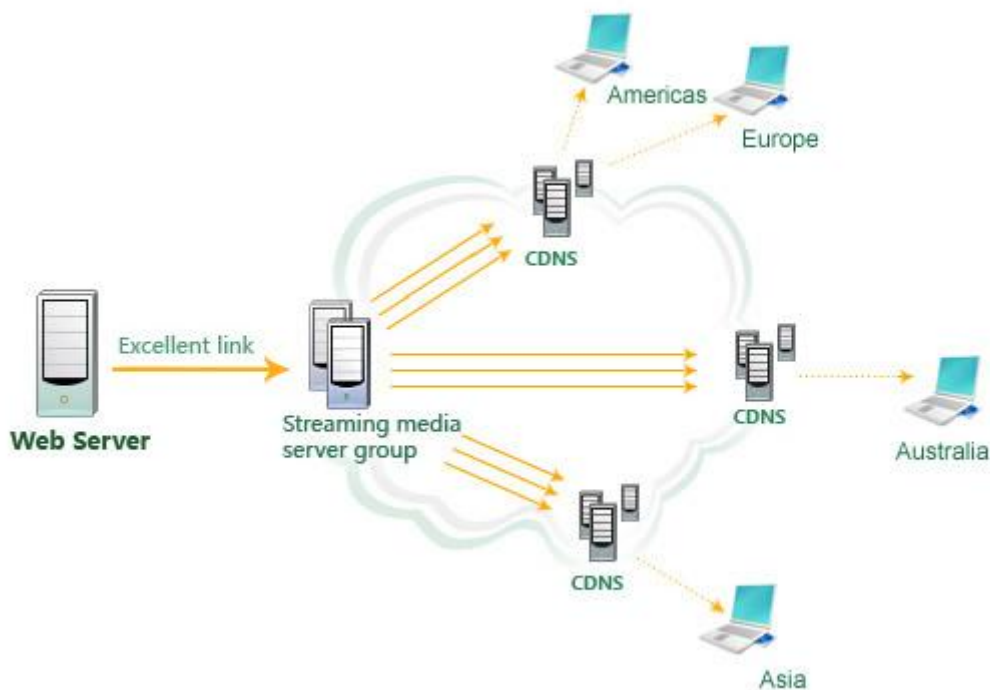


Figura 1: Modelo de Redes de Distribuição de Conteúdo (CDNs)

2.2 Arquitetura Par a Par (P2P)

A computação realizada em sistemas que implementam a arquitetura P2P segue o paradigma da computação distribuída (VU et al., 2010). Nesses sistemas tem-se a descentralização das funções, com os pares desempenhando funções de cliente e servidor, ou seja, um par tem capacidade tanto de servir quanto de consumir recursos do sistema.

Cada par disponibiliza metadados que contem informações sobre o conteúdo que esse compartilha, bem como, informações referentes aos dados de outros pares. Por exemplo, um par A faz uma requisição de dados que o par B possui, porém, A localizou B através de outros pares da rede P2P. Quando A localiza B se estabelece uma conexão entre os dois e então as negociações ocorrem diretamente com o par B.

A arquitetura P2P tem sido usada para a construção de sistemas de distribuição de fluxo de vídeo (LIU; GUO; LIANG, 2008). A principal vantagem dessa arquitetura é a capacidade de compartilhamento de recursos dos pares, por exemplo, armazenamento e banda de upload. Essa característica torna as aplicações naturalmente escaláveis, pois, à medida que a quantidade de usuários do sistema aumenta seus recursos também aumentam, em face da contribuição de cada novo par.

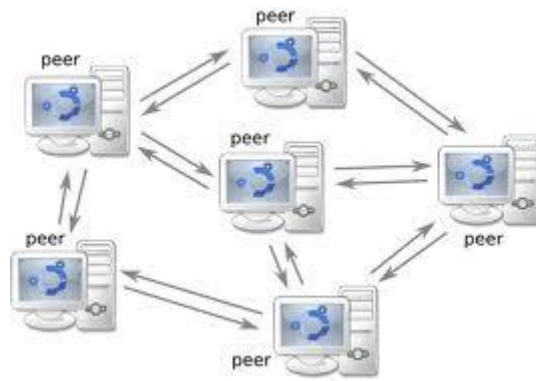


Figura 2: Arquitetura P2P

2.3 Arquitetura Híbrida (CDN-P2P)

Aplicações de distribuição de conteúdo multimídia baseadas nas arquiteturas CDN e P2P têm alcançado relativo sucesso na Internet. No entanto, o uso dessas arquiteturas impõe limitações às aplicações (XU et al., 2006). Servidores CDN tem custo financeiro elevado para serem implantados e mantidos, conseqüentemente trazem custo para os provedores de mídia. Por outro lado, aplicações baseadas em P2P requerem um numero significativo de pares para alavancar o processo de distribuição. Em comparação com servidores CDN, um par geralmente oferece banda de upload muito menor, exigindo, portanto, vários pares para transmitir com boa QoE uma mídia a um par solicitante. Sendo assim, nenhuma das arquiteturas (CDN e P2P), por si só, fornece uma solução eficiente e escalável para a distribuição de fluxo de mídia na internet (JIANG et al., 2008).

Em XU et al. (2006) é proposta uma arquitetura híbrida que integra distribuição de fluxo de vídeo por CDN com abordagens P2P. Nessa arquitetura as duas tecnologias se complementam. Quando uma mídia precisa ser distribuída para uma comunidade de pares, o arquivo é primeiramente distribuído para o servidor CDN e uma porção da capacidade e armazenamento do servidor é reservada para esse arquivo.

Quando um par requisita o arquivo, esse se torna uma semente. Juntos, o servidor e os pares sementes servem o fluxo de mídia com maior capacidade do que o servidor sozinho. Quando o sistema P2P possui uma quantidade de pares sementes que conseguem atender aos pedidos a determinado arquivo, esses assumem as requisições ao arquivo e, assim, diminuem a carga de trabalho que chega ao servidor. Quando a aplicação P2P assume as requisições a esse arquivo, a capacidade de armazenamento ocupada pelo arquivo no servidor CDN é liberada, economizando assim custo para o provedor.

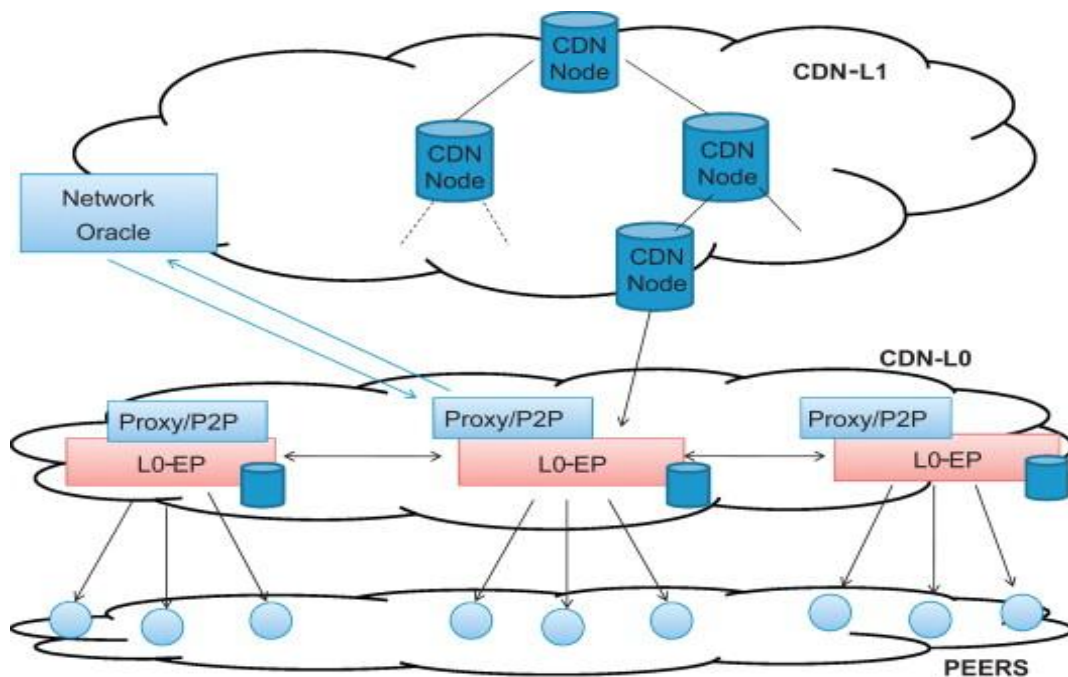


Figura 3: Arquitetura Híbrida (CDN-P2P).

2.4 Algoritmos Gossips para processamento distribuído de sinais

Em [1], mostra-se que os algoritmos Gossips possuem a propriedade de não necessitarem de um encaminhamento especializado o que as tornam vantajosas em sua utilização. Seu funcionamento ocorre da seguinte forma, cada nó existente na rede possui um subconjunto de dados da rede, a cada iteração informações são trocadas entre um subconjunto de nós e cada nó processa essa informação com a finalidade de atualizar seus dados, ou seja, manter uma estimativa da média da rede.

Um fator importante para a avaliação dos Gossips é a taxa de convergência que é o controle de erro do parâmetro, para os autores a topologia da rede influencia diretamente no tempo de convergência dos algoritmos e conseqüentemente nessa taxa, assim diferentes topologias possuem custos diferenciados para se obter a convergência da rede.

Apresenta-se três exemplos de algoritmos Gossips:

O conceito de Gossips geográficas, constituída da idéia de que se cada nó possui uma suposição de sua posição na rede e noções da topologia na qual esta inserida então pode utilizar o roteamento *greedy* para criar uma rede sobreposta que torna possível a comunicação entre todos os nós.

O LADA é um esquema que utiliza locais parciais e cadeia de markov para criar algoritmo Gossip, a idéia consiste em criar uma réplica de um nó para cada vizinho, dessa forma esse

algoritmo se torna mais rápido que o conceito visto anteriormente mesmo sendo um pouco mais complexo.

Gossips geográficas com média do caminho é outro exemplo dessa classe de algoritmo em que todos os nós por onde a informação passa recebe de volta a média da rede com a finalidade de atualizar as suas estimativas.

Os caminhos para o uso de algoritmos Gossips em redes de sensores são o de Localização Fonte que se trata de uma abordagem alternativa, utilizando algoritmos de fofocas, onde as formas da localização estimativa da rede são tomadas pela combinação linear dos locais dos sensores, ponderada por uma função de medição RSS, e o de Estimativa da compreensão distribuída e do campo, onde se os valores em diferentes nós estão correlacionados ou o sinal é compressível, então se pode transmitir menos dados sem perder as informações importantes no sinal.

2.5 Descoberta de pares estáveis na topologia gradiente de auto-organização.

Em [2], apresenta-se o algoritmo Gossip que possui a estratégia para escolha de nós da rede baseado na criação de topologia gradiente. Topologia gradiente é uma topologia de redes P2P onde os pares mais altos de utilidade são conectados entre si formando um núcleo chamado de sistema, esse núcleo é o responsável por manter os recursos e dados da rede, enquanto que os pares com menos utilidade estão dispostos gradualmente mais distantes do núcleo. A utilidade de um par é definida como a capacidade que cada par possui para manter os serviços e sua medição depende da aplicação construída em relação à topologia.

Para que se construa a topologia gradiente cada nó possui dois grupos de vizinhos, um grupo de vizinhos similares (vizinhos com características semelhantes) e um grupo de vizinhos aleatórios, a cada iteração os pares trocam esses conjuntos entre si. Quando um nó recebe esses conjuntos do vizinho, ele seleciona do conjunto dos vizinhos similares que recebeu uma entrada que possua uma utilidade mais próxima da dele e substitui uma entrada do seu conjunto de vizinhos similares, é esse mecanismo que garante que se forme o núcleo da rede com os pares com maior utilidade. Ao mesmo tempo o nó também seleciona aleatoriamente uma entrada do conjunto de vizinhos aleatórios que recebeu e troca por uma entrada do seu conjunto de vizinhos aleatórios, isso garante que o nó encontre outros nós com características similares e impede a formação de outros núcleos. Além disso, cada nó possui um cache que armazena os valores de utilidade dos vizinhos e a cada iteração com os nós vizinhos os valores do cache são atualizados.

A descoberta de pares estáveis na rede se realiza através da utilização da busca gradiente, onde qualquer par usa esse mecanismo para entregar uma mensagem para um par de utilidade da rede, isso acontece porque a mensagem é encaminhada para o vizinho de maior utilidade (através do cache existente em cada par), dessa forma serviços como consulta e atualização são oferecidos aos pares através da busca gradiente.

Os experimentos realizados sobre essa estratégia e os resultados obtidos revelaram que a busca gradiente exibe melhor desempenho do que a busca Boltzmann e andando ao acaso, em termos de número de saltos e a taxa de perda de mensagens. Dessa forma a topologia gradiente pode ser usada para melhorar a disponibilidade e o desempenho dos serviços do sistema, colocando-os sobre os pares mais altos de serviços públicos, bem como para reduzir a quantidade de tráfego de rede necessário para descobrir e usar estes serviços.

3. MÉTODOS UTILIZADOS

Nesta seção mostram-se os mecanismos utilizados para o desenvolvimento da pesquisa sobre os algoritmos Gossips ao longo do projeto.

O projeto foi desenvolvido em duas etapas. Na primeira etapa realizou-se o estudo da classe dos algoritmos Gossips com a identificação dos algoritmos existentes na literatura, através de pesquisas realizadas em artigos que tratavam direto ou indiretamente sobre o assunto. Em seguida, realizou-se uma avaliação teórica de qual dos algoritmos estudados possuía as características mais adaptáveis ao contexto do projeto. Dessa forma, as características encontradas nos diferentes Gossips definiram as vantagens e desvantagens de cada algoritmo e determinaram a viabilidade da utilização de um tipo dessa classe de algoritmo no projeto.

Na segunda etapa do projeto realizou-se a implementação do algoritmo Gossip com a estratégia de escolha de pares baseado na construção de uma topologia gradiente e do algoritmo Gossip com a estratégia de escolha de pares de forma aleatória. Em seguida houve a análise comparativa desses algoritmos em relação ao algoritmo baseado em um grafo completo, implementado anteriormente.

A implementação consistiu da codificação desses dois algoritmos e suas integrações em um simulador de rede baseado em eventos. O simulador e os algoritmos foram implementados utilizando a linguagem C com ambiente Linux. Após o período de implementação foi realizado o estudo de caso que consistiu das execuções das simulações de cenários da rede para avaliação da eficiência da distribuição de conteúdo multimídia e do comportamento dos algoritmos implementados em uma rede P2P, sendo os dados coletados em cinquenta períodos de tempo em cada simulação.

Na geração dos resultados foram utilizados procedimentos estatísticos implementados no simulador que nos revelava a taxa de acerto da busca dos vídeos dentro da comunidade, bem como outras variáveis relevantes para a análise dos cenários. Após estarmos com todos os resultados foi realizada a análise da eficiência dos três algoritmos comparando a eficiência obtida por cada algoritmo no cenário em relação ao tamanho da comunidade tanto para cenários caracterizados como rede homogênea quanto para os cenários caracterizados como rede heterogênea.

4. RESULTADOS

Nesta seção, avalia-se o desempenho dos algoritmos Gossips com a estratégia de escolha de pares baseado na construção de uma topologia gradiente, baseado em um encaminhamento aleatório e baseado em um grafo completo, na distribuição de conteúdo multimídia em uma rede P2P.

Para isso, utilizou-se um sistema de distribuição de vídeo auxiliado por um sistema P2P, no qual mediu a taxa de acerto da busca de um vídeo feita por um par na comunidade.

O sistema de distribuição de conteúdo, considerado nas simulações é um sistema híbrido (CDN-P2P) construído para distribuir vídeos de curta duração. Neste sistema, os pares da rede P2P auxiliam os servidores da CDN respondendo as requisições, quando possível, em substituição a estes servidores. A função utilidade utilizada no algoritmo gradiente esta baseada no tempo de permanência de cada par na rede, ou seja, a média do tempo online na rede de cada par da comunidade.

4.1 Cenários

As simulações foram construídas em torno de cinco variáveis: tamanho da comunidade, tamanho de buffer, tamanho da coleção de vídeos, tempo de conexão e desconexão do par na rede. Sendo que as simulações foram executadas em dois tipos de rede: homogênea e heterogênea.

Nas simulações de rede homogênea todos os pares compartilham características similares, sendo elas tamanho de buffer, tempo de conexão e desconexão.

Nas simulações de rede heterogênea definimos que 5% dos pares da comunidade compartilham características que os tornassem pares com maiores recursos (utilizados na manutenção e maior disponibilidade de serviços do sistema), sendo elas tamanho de buffer, tempo de conexão e desconexão. Os demais pares da comunidade possuíam características dos pares das simulações de rede homogênea. Tanto para as simulações de rede homogênea quanto para as simulações de rede heterogênea foram considerados os seguintes tamanhos da comunidade: 1000, 3000, 5000 e 10000 pares.

4.2 Simulação Homogênea

As Figuras 1, 2 e 3 apresentam os cenários de simulação onde os tamanhos das coleções de vídeos utilizadas foram de 50, 100 e 200 mil vídeos, respectivamente. A taxa de acerto do algoritmo gradiente apresenta melhor desempenho que o algoritmo aleatório em todos os cenários definidos. No entanto, a diferença de desempenho existente entre eles diminui à medida que se utiliza uma coleção de vídeos maior, isso pode ser explicado pelo fato de se

ter uma maior variedade de vídeos na rede, assim a disponibilidade do vídeo solicitado por um par da comunidade é menor.

O desempenho dos algoritmos aleatório e gradiente nestes cenários de simulação onde todos os pares apresentam características similares representam uma exceção das conclusões de estudos anteriores, já que os resultados apresentados nas simulações mostram que o aumento do tamanho da comunidade não aumenta as taxas de acerto dos algoritmos. Isso deve-se ao fato de que apesar da maior capacidade de armazenamento de vídeos na comunidade, a disponibilidade deles na comunidade era ruim, ou seja, os vídeos ficavam disponíveis por pouco tempo para consulta caracterizada pelo tipo de rede homogênea. Já no algoritmo gradiente apesar do maior número de pares na comunidade a construção dessa rede por si só não obtêm um ganho de eficiência já que a busca de um vídeo na comunidade não ocorria necessariamente para os pares de maior utilidade da comunidade.

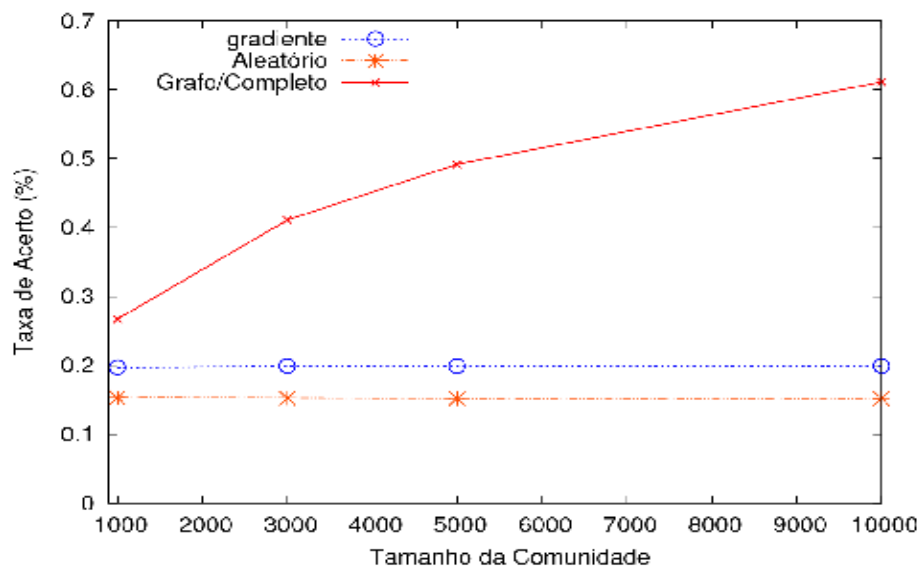


Figura 1: Gráfico do cenário de rede com uma coleção de 50 mil vídeos.

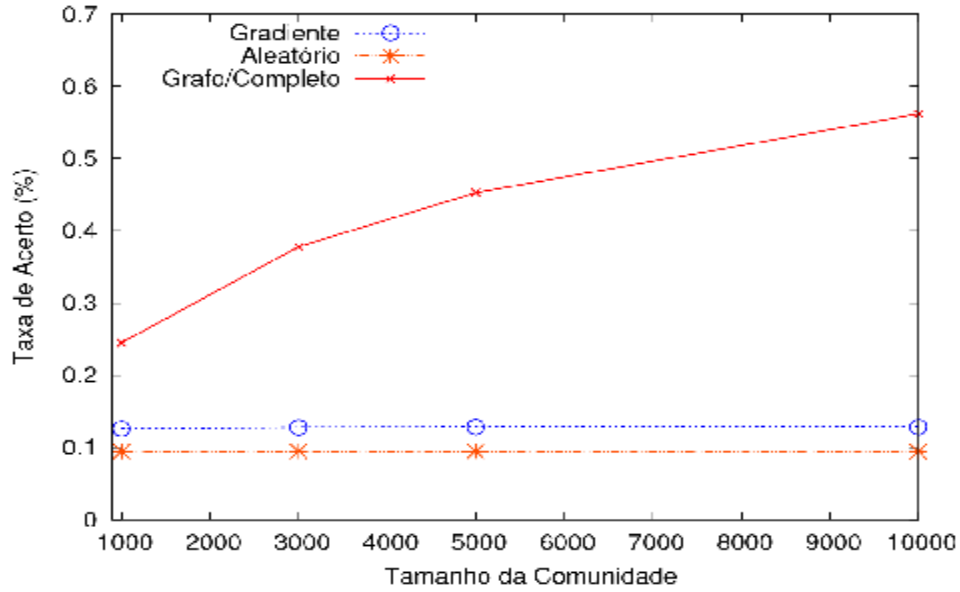


Figura 2: Gráfico do cenário de rede com uma coleção de 100 mil vídeos.

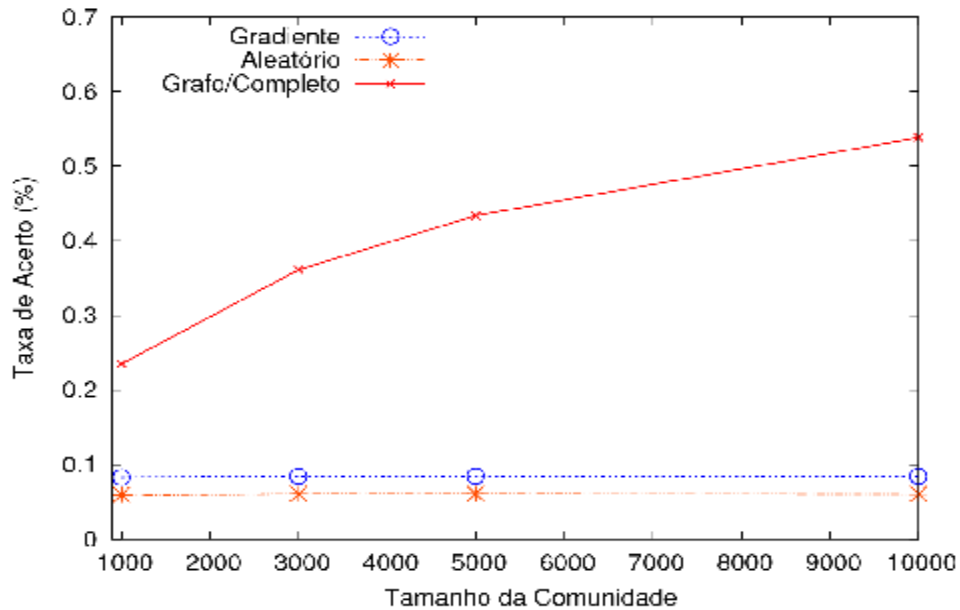


Figura 3: Gráfico do cenário de rede com uma coleção de 200 mil vídeos.

4.3 Simulação Heterogênea

As Figuras 4, 5 e 6 apresentam os cenários de simulação onde os tamanhos das coleções de vídeos utilizadas foram de 50, 100 e 200 mil vídeos, respectivamente. Assim como nas simulações homogêneas, as taxas de acerto do algoritmo gradiente apresentaram melhores desempenhos que o algoritmo aleatório em todos os cenários definidos e a diferença de

desempenho existente entre eles diminui à medida que se utiliza uma coleção de vídeos maior.

Diferente do que ocorreu na simulação homogênea, o aumento da quantidade de pares na comunidade resultou no aumento da taxa. Isso deve-se ao fato do aumento de pares no núcleo, como este concentra os vídeos mais acessados, a capacidade de armazenamento torna-se maior, o que resulta em uma maior disponibilidade desse conteúdo, e conseqüentemente a redução de carga sobre a CDN.

Percebe-se nos resultados, que a diferença da taxa de acerto entre o algoritmo gradiente na simulação heterogênea para a simulação homogênea se mantém acima de 17%. A construção de um núcleo que contenha os pares com as maiores utilidades da rede (no caso, pares que ficam mais ativos) e o mecanismo implementado que coloca os vídeos mais acessados nestes pares são as principais razões para essa diferença de desempenho, já que os vídeos mais acessados ficam disponíveis por mais tempo na rede. Além disso, a redução da diferença da taxa de acerto entre os algoritmos gradiente e grafo completo observada nas simulações de rede homogênea para as simulações de rede heterogênea são resultados da presença dos mecanismos citados anteriormente.

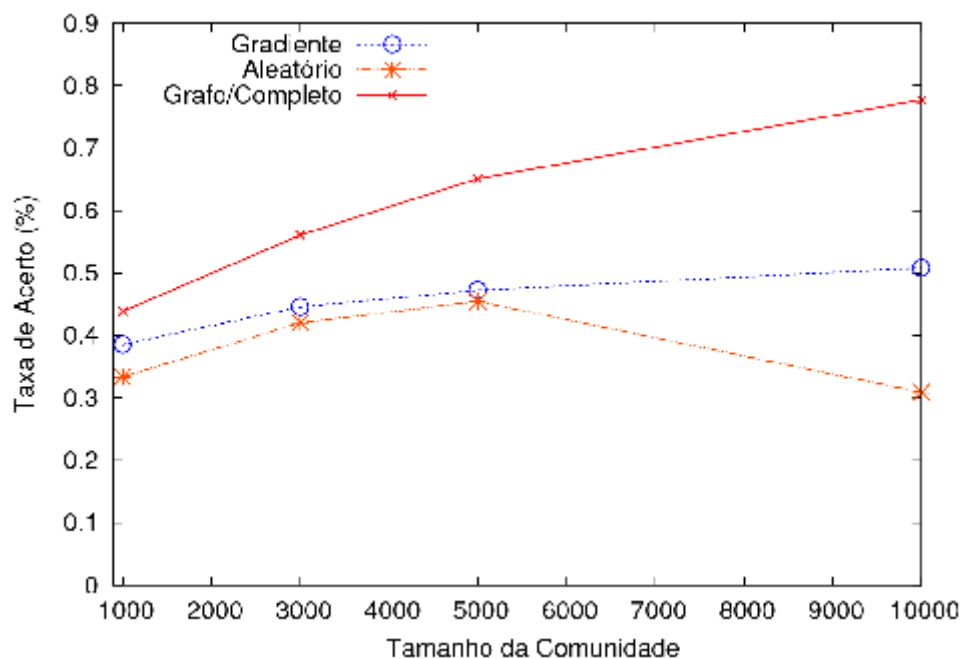


Figura 4 Gráfico do cenário de rede com uma coleção de 50 mil vídeos.

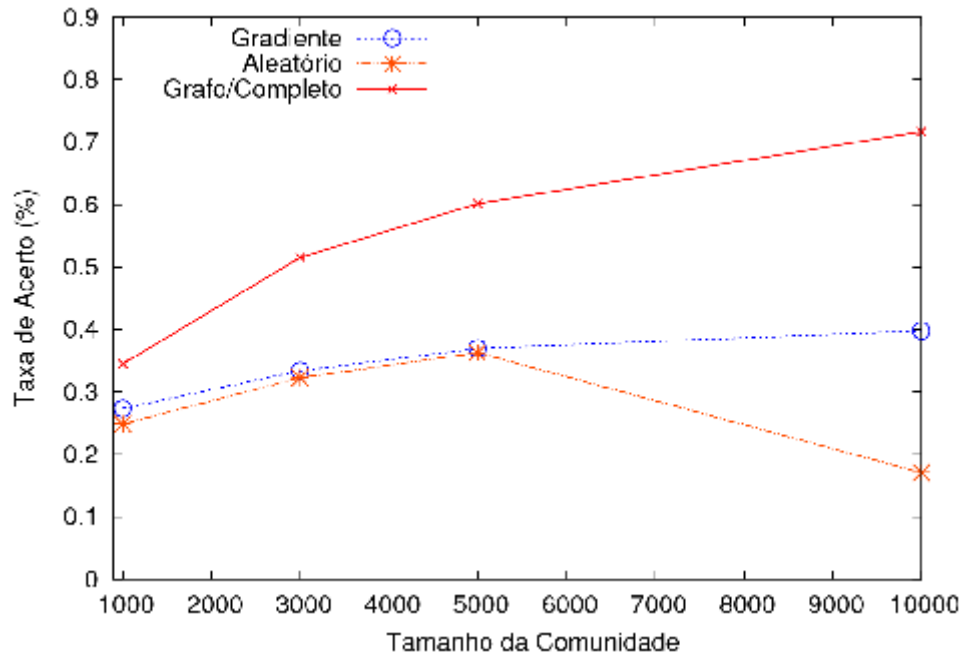


Figura 5: Gráfico do cenário de rede com uma coleção de 100 mil vídeos.

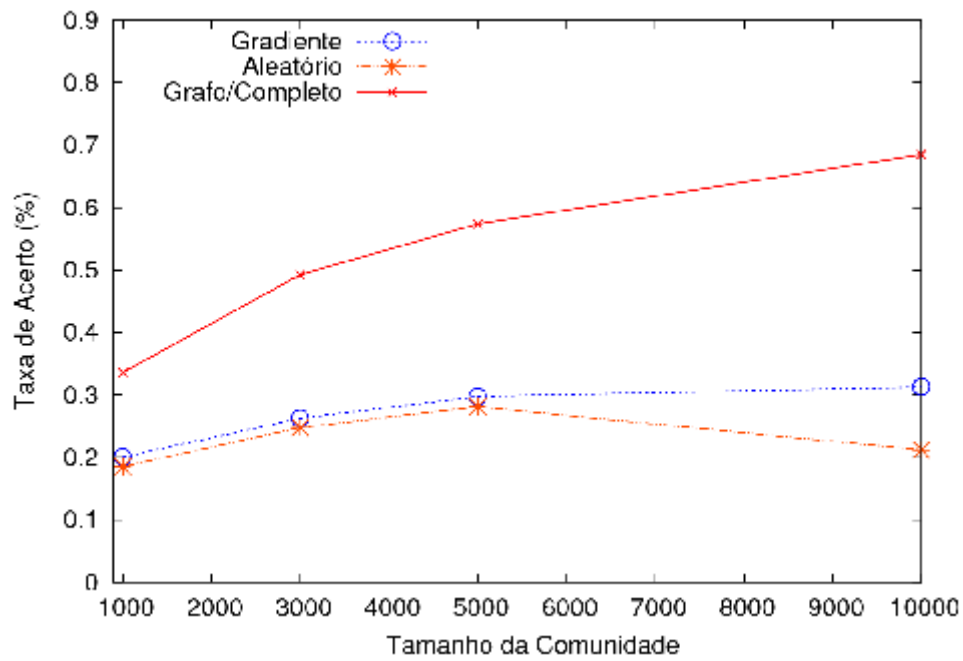


Figura 6: Gráfico do cenário de rede com uma coleção de 200 mil vídeos.

5. CONCLUSÕES

Neste projeto, estudou-se o algoritmo Gossip, em especial o Gossip com a estratégia de escolha de nós na rede baseado na construção de uma topologia gradiente e o impacto do Churn sobre o algoritmo na disseminação de conteúdo multimídia. Avaliou-se o aumento do número de pares e a estruturação da rede como uma ação para aumentar a taxa de acerto da busca de um vídeo na comunidade, uma vez que a capacidade de armazenamento de vídeos seja afetada pela entrada e saída de pares na rede.

Os resultados obtidos revelaram que a estruturação da rede apresentou melhor desempenho em todos os cenários analisados em relação ao encaminhamento aleatório. Ressalta-se que a diferença de desempenho se torna expressiva quando ocorre à estruturação da rede onde a comunidade apresenta pares que possuem características diferenciadas dos demais pares da comunidade, no caso, o tempo de conexão desses pares é maior e a disponibilidade desses vídeos também se torna maior para acesso pelos demais pares da comunidade.

Assim os objetivos do projeto foram alcançados, a estruturação da rede no contexto da distribuição de conteúdo multimídia apresenta-se como um promissor mecanismo para diminuir o gerenciamento da CDN sobre a malha. Os resultados obtidos principalmente o desempenho do algoritmo gradiente em um cenário de rede heterogêneo em relação ao desempenho do algoritmo baseado em um grafo completo confirmam a viabilidade em sua utilização.

Como trabalhos futuros pretendem-se avaliar a melhoria do algoritmo gradiente utilizando outros critérios para a utilidade dos pares como o custo dos objetos da cache e falta de variabilidade dos objetos na cache dos pares do núcleo. Investigar se mecanismos de incentivo a participação dos pares podem ser aplicados em um sistema híbrido (CDN-P2P).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Alexandros G. Dimakis, Soummya Kar, José M. F. Moura, Michael G. Rabbat and Anna Scaglione. *Gossip Algorithms for Distributed Signal Processing*. 2010.

CALZAROSSA, M.; GELENBE, E. (Ed.). *Performance Tools and Applications to Networked Systems, Revised Tutorial Lectures [from MASCOTS 2003]*, v.2965 de *Lecture Notes in Computer Science*,(Lecture Notes in Computer Science, v. 2965). [S.1.]:Springer, 2004. ISBN 3-540-21945-5.

[2] J. Sacha, J. Dowling, R. Cunnigham, R. Meier, Discovery of stable peers in a self-organising peer-to-peer gradient topology, in: *Proceedings of Distributed Applications and Interoperable Systems*, 2006.

LIU, Y.; GUO, Y.; LIANG, C.; A survey on peer-to-peer video streaming systems. *Peer-to-Peer Networking and applications*, v.1, n.1, p. 18-28, mar 2008. ISSN 1936-6450.

PATHAN, M.; BUYYA, R.; VAKALI, A. Content delivery networks: State of the art, insights, and imperatives. In: BUYYA, R.; PATHAN, M.; VAKALI, A. (Ed.). *Content Delivery Networks*. [S.1.]: Springer Berlin Heidelberg, 2008,(Lecture Notes in electrical Engineering, v. 9). p. 3-32. ISBN 978-3-540-77887-5_1.

VAKALI, A.; PALLIS, G. Content delivery networks: status and trends. *Internet Computing*, IEEE, v. 7, n. 6, p. 68-74, nov-dec. 2003. ISSN 1089-7801.

VU, Q. H. et al. *Peer-to-Peer-Computing: principles and applications*. New York, USA: Springer Berlin Heidelberg, 2010. ISBN 978-3-642-03513-5.

XU, D. et al. Analysis of a cdn-p2p hybrid architecture for cost-effective streaming media distribution. *Multimedia Systems*, Springer Berlin / Heidelberg, v. 11, p. 383-399, 2006. ISSN 0942-4962. 10.1007/s00530-006-0015-3.