

Um Serviço de Agregação Baseado em P2P para a Gestão de Redes e Serviços

Adriano Fiorese^{1,2}, Paulo Simões¹, Fernando Boavida¹

¹CISUC - Departamento de Engenharia Informática
Universidade de Coimbra

E-mail:{fiorese, psimoes, boavida}@dei.uc.pt

²Departamento de Ciência da Computação - DCC
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC
E-mail:fiorese@joinville.udesc.br

Resumo—Neste trabalho é proposta uma abordagem Peer-to-peer para o problema da localização de serviços de infraestrutura em ambientes multi-domínio. Esta solução permite ultrapassar algumas das limitações das abordagens clássicas, em cenários com múltiplos domínios administrativos, apresentando também melhorias de escalabilidade, resiliência e rapidez. Este trabalho inclui também uma avaliação baseada em simulação focada no desempenho e escalabilidade da solução, num cenário inter-domínio.

I. INTRODUÇÃO

O acesso a recursos informáticos interligados é hoje uma necessidade crescente. Serviços inexistentes há alguns anos atrás são actualmente indispensáveis, e novos requisitos e necessidades surgem a cada dia. Estas necessidades conduzem ao desenvolvimento de novos serviços, mais complexos e que frequentemente envolvem a colaboração cooperativa de diversos fornecedores (conectividade, conteúdos, processamento, armazenamento, etc.), pertencentes a múltiplos domínios administrativos. Para dar suporte a estes serviços, é necessário que as diversas infraestruturas tecnológicas envolvidas (redes, servidores, etc.) possam ser administradas numa lógica multi-domínio, sem que isso implique a perda de autonomia, segurança e privacidade de cada domínio envolvido no processo.

Várias actividades de gestão estão envolvidas na oferta de um serviço que abarque múltiplos domínios. Entre elas destaca-se a pesquisa de serviços que possam ser potencialmente usados como componentes na construção de serviços mais complexos oferecidos ao utilizador final. Esses componentes podem por exemplo corresponder a conteúdos (e.g. descobrir os vários vendedores de um filme que o utilizador pretenda visualizar; descobrir ofertas de legendagem para esse filme), conectividade (e.g. interligação entre o consumidor e a fonte dos conteúdos, com eventuais requisitos de *Quality of Service* (QoS) e/ou segurança) ou serviços complementares (por exemplo serviços de pagamento electrónicos, controladores de multisessão para sessões de video-conferência).

Num ambiente completamente aberto e dinâmico, como a Internet, poderá antever-se um cenário onde diversos

fornecedores competem entre si para oferecer estes componentes à entidade que, ao serviço do consumidor final, os subcontrata, coordenando a composição do serviço agregado. Um dos primeiros desafios enfrentados para a construção dinâmica e *on-demand* destes serviços agregados será a pesquisa e localização dos serviços em ambientes não estruturados e de larga escala. Tal desafio ainda padece de soluções satisfatórias.

Neste artigo é proposto o uso de um modelo de pesquisa de serviços, baseado em tecnologias Peer-to-Peer (P2P), que designaremos por Serviço de Agregação (SAg). O SAg envolve a publicação das ofertas de serviços e de mecanismos de gestão associados, por parte dos fornecedores envolvidos, num *overlay* P2P, e um serviço de pesquisa de serviços com base em critérios flexíveis.

Tal abordagem apresenta escalabilidade e é suficientemente flexível para manipular os registos de serviços e/ou componentes de serviço de forma distribuída, diferindo assim de abordagens tradicionais mais centralizadas, tais como o *Universal Description Discovery and Integration* (UDDI).

Este artigo está organizado da seguinte forma: na Secção II é discutido trabalho anterior relacionado. Na Secção III é apresentada uma descrição do SAg. Na Secção IV é apresentado um estudo de avaliação do SAg, baseado em simulação. A Secção V apresenta as conclusões finais.

II. TRABALHO RELACIONADO

A temática da gestão das redes e serviços em ambientes multi-domínio não é nova. Já em 1997, Soukouti e Holberg [1] propunham a integração de protocolos de gestão com as funcionalidades de pesquisa de objectos distribuídos proporcionada pela tecnologia CORBA. No entanto, o serviço de nomes do CORBA exigia um elevado *overhead* na sua configuração para suportar adequadamente ambientes inter-domínio, tornando esta solução pouco dinâmica e pouco escalável.

A gestão multi-domínio tem sido um objectivo recorrente nos vários modelos que têm vindo a ser propostos para gestão de redes e serviços. Reconhecidas as evidentes limitações das arquitecturas clássicas, como o SNMP [2], [3], várias

tecnologias têm vindo a ser propostas, incluindo agentes móveis [4], [5], gestão baseada em políticas [6], Web Services [7] e, mais recentemente, a utilização de tecnologias P2P.

State e Festor [8], por exemplo, propõem a aplicação de soluções P2P como forma de criar uma rede *overlay* para as operações de gestão, permitindo assim interligar interfaces de gestão clássicos (por exemplo em SNMP) que de outro modo não poderiam ser interligados, por exemplo por restrições de segurança ou de topologia de rede. No entanto, esta proposta é ainda restrita a um único domínio administrativo.

Uma iniciativa que apresenta a utilização de P2P e sua integração com sistemas legados é encontrada em [9]. Essa iniciativa aborda a gestão inter-domínio, uma vez que disponibiliza mecanismos concentrados em entidades de software (designadas por *peers*), que podem comunicar entre si para actuar sobre dispositivos SNMP.

Alguns outros trabalhos que propõem mecanismos P2P para gestão de redes e serviços [10], [11], [12], exploram o uso do paradigma P2P usando um modelo cooperativo entre os gestores de rede, através da facilidade de troca de mensagens e permitindo a realização de tarefas de gestão por grupos de *peers*, que podem também desempenhar um papel importante em contextos de gestão autónoma e *self-healing*.

Os mecanismos propostos neste artigo inscrevem-se nesta corrente de aplicação de tecnologias P2P como forma de ultrapassar algumas das limitações impostas pelas soluções actuais de gestão. Na próxima Secção são apresentadas as principais características destes mecanismos, que serão depois avaliados na Secção IV.

III. O SERVIÇO DE AGREGAÇÃO

O Serviço de Agregação (SAG) aqui proposto, é um *overlay* P2P não estruturado, constituído por *peers* que representam os potenciais fornecedores interessados em oferecer componentes de serviços, para composição de forma cooperativa/competitiva. A natureza destes *peers* é diferente da natureza dos *peers* envolvidos em outras aplicações (por exemplo *file sharing*). No ambiente da gestão de redes e serviços espera-se que os *peers* sejam mais perenes. Cada fornecedor pode ter mais que um *peer* anunciando os seus serviços, permitindo assim alguma redundância. Estes *peers*, pertencentes ao SAG, serão designados como *aggregation peers*, por oposição a uma segunda classe de *peers*, que constituem a interface de acesso aos serviços propriamente ditos (Figura 1).

O Serviço de Agregação não disponibiliza directamente o acesso aos serviços de gestão, mas sim uma referência para os *management peers* que efectivamente asseguram o acesso a esses serviços, seja por via directa (o próprio *peer* executa o serviço) ou por via indirecta (o *management peer* é um intermediário de acesso aos serviços de gestão legados). Esta arquitectura em duas camadas permite separar com clareza as funções de publicação e pesquisa (asseguradas pelo SAG) das funções de gestão executadas pelos *Management Peers*. Deste modo, o gestor de cada domínio pode manter sob reserva

a configuração sensível do seu domínio (serviços de gestão existentes, topologias, etc.), disponibilizando para o exterior apenas um conjunto previamente seleccionado de interfaces para serviços.

Os *management peers* fazem parte do *framework* de gestão na medida em que disponibilizam interfaces para requisição e administração de serviços a terceiros. A disponibilização inicia-se com a publicação dos serviços junto a alguns *aggregation peers* previamente escolhidos no momento da formação do *overlay*. A Figura 1 ilustra esta relação entre a camada de agregação e a camada de gestão. O SAG pode assim ser visto como uma extensão natural de propostas anteriores, tais como a plataforma ManP2P [10], [12].

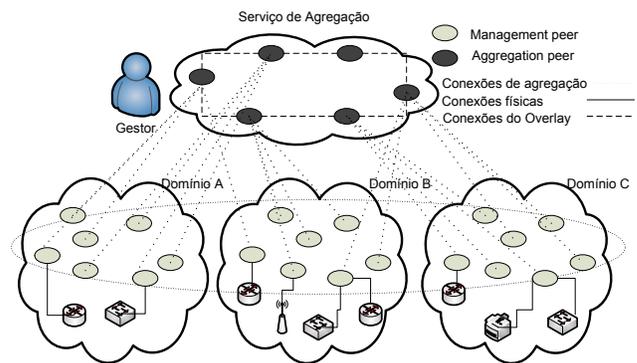


Figura 1. Serviço de Agregação como um *overlay* P2P

O SAG ilustrado na Figura 1 consiste num *overlay* P2P com topologia lógica em anel. Este anel é formado através de ligação de cada *aggregation peer* com o seu sucessor. Para efeitos de consistência, cada *aggregation peer* também mantém um *link* com o seu predecessor no anel. Este *overlay* é assim não estruturado, simplificando os mecanismos de encaminhamento.

A. Cenário de Utilização

A utilização do SAG por parte de um fornecedor de serviços compostos é bastante simples. Com o Serviço de Agregação ele poderá pesquisar em que *management peer* se encontra o componente de serviço pretendido. Tomando como referência a Figura 1, consideremos que um fornecedor de serviços do domínio A subcontrata serviços localizados nos domínios B e C (por exemplo um serviço de conectividade com garantias de QoS e acesso a um conteúdo multimédia). A localização desses serviços é assegurada pelo SAG, sendo o posterior acesso às interfaces de gestão desses serviços (monitorização e gestão durante o ciclo de vida dos serviços contratados) assegurados por acesso aos *management peers* que representam os serviços em questão. Apesar das barreiras inter-domínio, uma aplicação de gestão poderá monitorizar a experiência do utilizador (visualização do conteúdo multimédia, na rede do domínio A) acedendo às interfaces de gestão oferecidos nos domínios B (serviço de

conectividade entre A e C) e C (*streaming* do conteúdo multimédia).

B. Operações

O funcionamento do Serviço de Agregação é baseado em operações. A Tabela I mostra as principais operações previstas e mensagens associadas que são trocadas entre *peers*.

IV. VALIDAÇÃO

Para a avaliação do SAg, foram realizadas diversas simulações, com o objectivo de medir o caminho médio na pesquisa de *management peers* que disponibilizem um determinado serviço. O caminho médio serve como métrica para avaliar a eficácia do Serviço de Agregação. As simulações envolveram um total de 1.000 *aggregation peers* que mantiveram publicados os serviços disponibilizados por 10.000 *management peers* distribuídos por 10 domínios diferentes. Para efeitos de simplificação, um determinado *management peer* pode oferecer um máximo de 7 serviços, tomados aleatoriamente (usando uma distribuição uniforme) do conjunto de serviços $S = \{S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7\}$. O subconjunto de serviços de cada *management peer* pode ser publicado num máximo de 10 *aggregation peers* distintos, escolhidos aleatoriamente (seguindo também uma distribuição uniforme) entre os 1.000 *aggregation peers* definidos. Assim, é possível que mais que uma *management peer* ofereça o mesmo subconjunto de serviços dentro do mesmo domínio e os publique no mesmo *aggregation peer*. Para efeitos de simplificação, a pesquisa termina quando é encontrado o primeiro *match* com o serviço pesquisado. Essa abordagem permite que o mesmo *management peer* correspondente a um determinado serviço seja encontrado diversas vezes. Nesse sentido, o balanceamento da carga entre os serviços pertencentes àquele provedor específico localizado em um domínio administrativo particular é de responsabilidade daquele provedor.

A distribuição dos *management peers* pelos diversos domínios pode ser vista na Figura 2. A análise de regressão indica que esta é uma distribuição sinusoidal com desvio padrão de aproximadamente 14 e com coeficiente de regressão

ao redor de 0,85, de acordo com a Eq 1. Os valores para os coeficientes desta fórmula são: $a = 1002.1192$, $b = 27.367036$, $c = 0.72303593$ e $d = -4.1803035$. Essa análise indica a forma de generalização da distribuição dos *management peers* em mais domínios para o caso da análise de escalabilidade do cenário simulado. Assim, seguindo esse modelo, para mais um domínio a ser simulado seriam acrescentados mais 974 *management peers*.

$$y = a + b * \cos(cx + d) \quad (1)$$

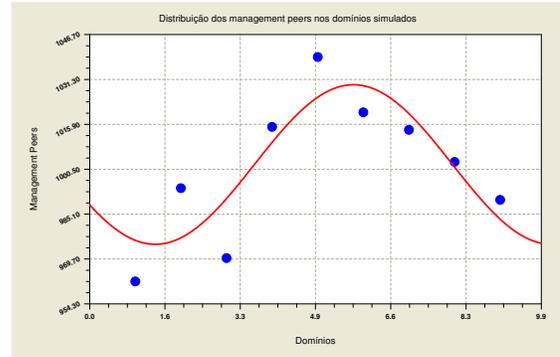


Figura 2. Distribuição dos Management Peers nos Domínios Simulados

Um fragmento do arquivo gerado aleatoriamente, com a topologia de uma das simulações efectuadas, é apresentado na Figura 3. Neste fragmento é possível observar a definição de um dos *management peers* envolvidos. Cada *peer* recebe um identificador, seja ele *aggregation peer* (A_n) ou *management peer* (M_i). Esse identificador é usado pelos *management peers* para publicar, para cada *aggregation peer* da sua lista, o subconjunto de serviços por ele executados e disponibilizados. Assim, é gerada para cada operação *Publish* um número de mensagens *PublishMessage* equivalente ao número de *aggregation peers* na lista de publicação de serviços de cada *management peer*. Esses identificadores são depois utilizados

Tabela I
TABELA DE OPERAÇÕES E MENSAGENS DO SAG

Operação	Objectivo	Executante	Mensagens enviadas
Join	Associar-se ao serviço de agregação	<i>aggregation peer</i>	<i>JoinMessage</i> enviada pelo <i>peer</i> requisitante ao seu sucessor e ao seu predecessor no <i>overlay</i> .
Leave	Abandonar o SAg (de forma controlada)	<i>aggregation peer</i>	<i>LeaveMessage</i> enviada pelo <i>peer</i> requisitante ao seu sucessor e ao seu predecessor no <i>overlay</i> .
Query	Pesquisar por <i>management peers</i> que forneçam um determinado serviço de acordo com determinados critérios ^a	<i>aggregation peer</i>	<i>QueryMessage</i> enviada pelo <i>peer</i> requisitante ao seu sucessor. Aqui a mensagem é reencaminhada, percorrendo o anel até que seja atingido o objetivo ou até a mensagem se encontrar novamente no <i>peer</i> de origem. Quando é encontrado o serviço é criada uma mensagem <i>QueryReply</i> que é transmitida diretamente ao <i>peer</i> que originou a operação de <i>Query</i> .
Publish	Publicar os serviços disponibilizados	<i>management peer</i>	<i>PublishMessage</i> enviada pelo <i>management peer</i> para o(s) <i>aggregation peer(s)</i> que manterá(ão) público(s) o(s) serviço(s) informado(s). É enviada uma mensagem para cada <i>aggregation peer</i> . Não há mensagem de confirmação, como forma de optimização.

^aEssa operação também pode procurar pelos serviços disponibilizados por um determinado *management peer*.

na configuração das ações da simulação (Figura 4).

```
<Host groupID="M86">
<Network/>
<TransLayer/>
<MOVerlayNode isaggregatorNode="false"
aggregationNode="A593,A67,A222,A797,A134,A433"
service="S4@Domain6,S6@Domain6,S7@Domain6,S3@Domain6"/>
<ManagementNodeApplication/>
</Host>
```

Figura 3. Fragmento do arquivo de configuração da simulação

Foi simulada a operação de tal cenário durante 50 horas. Para cada simulação manteve-se o mesmo cenário, alterando-se o conjunto de operações de pesquisa realizadas (que variou de 100 a 1.000 operações). Todas as operações são discretizadas em relação ao tempo de execução. Um fragmento do arquivo de operações que alimenta a simulação pode ser visto na Figura 4.

```
A433 497m join
A134 721m join
A593 777m join
A67 1402m join
A797 2734m join
A222 2813m join
M86 2921m ManagementNodesApplication:publish
A134 1342m leave
A433 1361m leave
A67 2422m leave
A797 2770m leave
A593 2818m leave
A222 2861m leave
A628 2937m searchService S7@Domain6
```

Figura 4. Fragmento do arquivo de operações

As simulações realizadas foram executadas num cenário “bem comportado”: como se pode observar na Figura 4, a operação de publicação das informações só ocorre quando todos os *aggregation peers* pertencentes à lista de publicações do *management peer* já executaram as suas operações de associação ao *overlay*. O mesmo ocorre para as operações *Leave*. Assim, para este exemplo, a operação de pesquisa realizada por A628 retornaria M86, caso algum dos {A593, A67, A222, A797, A134, A433} ainda não tivesse deixado o anel. Nesse caso, somente haverá uma mensagem *QueryReply* para A628 caso algum outro *management peer* pertencente ao domínio *Domain6*, tenha feito sua publicação do serviço S7 para outro(s) *aggregation peer(s)* que ainda não tenha(m) deixado o *overlay*.

A. Simulador

Foi utilizado o simulador PeerFactSim.KOM [13], baseado em eventos discretos e especificamente destinado a simular redes P2P. Este simulador permite a criação de *overlays* P2P e a simulação de redes P2P em larga escala.

B. Resultados Obtidos

As simulações realizadas levaram em consideração dois ambientes: sem a replicação do resultado da busca no *peer* que a requisitou (1); e com a replicação desse resultado (2). Espera-se que com esta replicação o caminho médio seja menor.

A Figura 6 mostra a relação entre a quantidade total de operações simuladas e as operações de pesquisa. Nota-se um aproveitamento (*query hit ratio*) de quase 100% em termos de conclusão positiva das operações de pesquisa, ou seja, o serviço desejado existe em determinado domínio e é fornecido por um *peer* pertencente a este domínio.

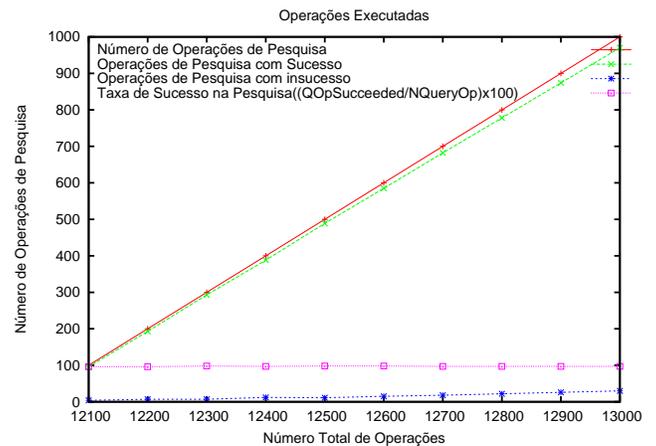


Figura 6. Operações de Busca

Como foi já mencionado anteriormente (vide Tabela D), a operação de pesquisa gera uma mensagem inicial que é retransmitida sucessivamente até encontrar a informação desejada ou o *peer* que a originou. Cada transmissão/retransmissão representa um *hop* no caminho percorrido pela mensagem. Deste modo, o caminho médio percorrido pela mensagem de pesquisa será a razão entre o número de *hops* e o número de mensagens ou operações de pesquisa concluídas com sucesso ou insucesso, dependendo da análise pretendida.

A Figura 7 apresenta a quantidade de mensagens de pesquisa enviadas, de respostas recebidas de pesquisas bem sucedidas e de operações de pesquisa com e sem sucesso. Além disso, é apresentado o número de *hops* das mensagens de pesquisa bem sucedidas, bem como das mensagens que não obtiveram sucesso. É possível observar, através da diferença entre o número de operações *Query* terminadas com sucesso e o número de mensagens *QueryReply* retornado, que houve operações que não necessitaram de enviar mensagens, pois o *aggregation peer* que realizou a busca é o mesmo que detém a informação pesquisada. Ainda na Figura 7, observa-se que o número de *hops* das mensagens de pesquisa sem sucesso é menor que o número de *hops* das mensagens de pesquisa com sucesso. Isso é esperado uma vez que a quantidade de

operações de pesquisa sem sucesso também é menor.

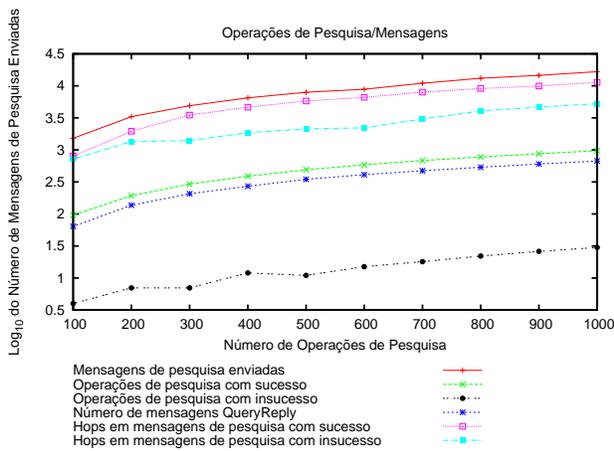


Figura 7. Resultados de Mensagens e Operações

Entretanto, como esperado, o caminho médio para pesquisas infrutíferas é maior que o caminho médio nas pesquisas com sucesso. É o que mostra a Figura 8 para o ambiente em que ocorre replicação do resultado da pesquisa no *aggregation peer* que a originou. A Figura 8 permite observar que o caminho médio nas pesquisas com sucesso se comporta de maneira estável, crescendo suavemente à medida que cresce o número de mensagens de pesquisa enviadas.

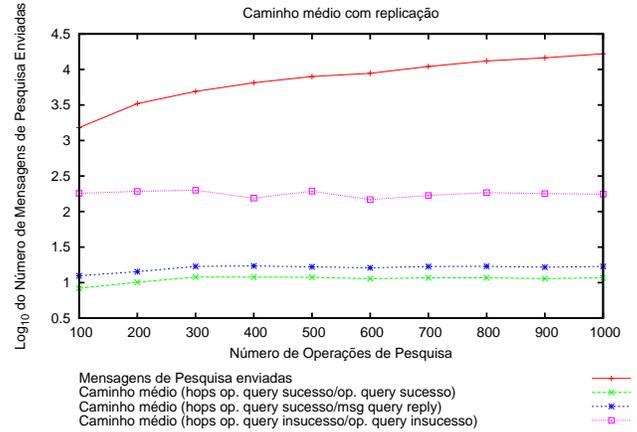


Figura 8. Resultados do Caminho Médio no Ambiente com Replicação

A Figura 5 mostra o resultado das simulações para o caminho médio comparando os ambientes com e sem replicação dos resultados das pesquisas. A comparação é realizada em função do número de operações Query executadas e do número de mensagens QueryReply recebidas. Para os casos das operações Query que falharam, a replicação não altera o resultado, uma vez que as informações não são encontradas.

A comparação entre as curvas do caminho médio para os ambientes com e sem replicação mostra a vantagem da

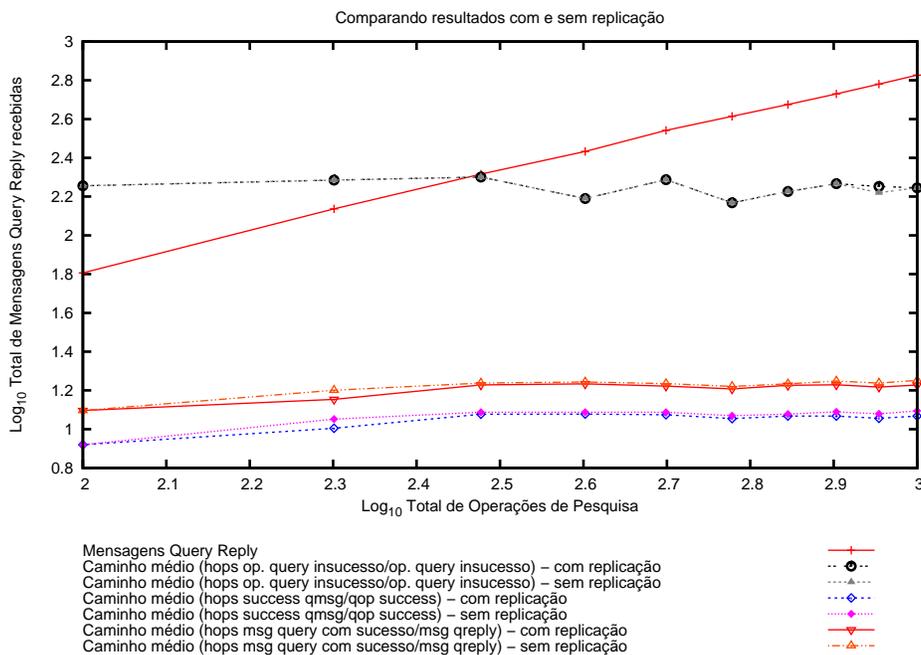


Figura 5. Análise do caminho médio

replicação, através da diferença existente entre as curvas (com e sem replicação). Além disso, esta comparação também evidencia o facto de existirem operações de pesquisa que executaram com sucesso, sem a correspondente mensagem QueryReply (como já comentado anteriormente).

Desta forma, considerando os dados gerais resultantes do caminho médio, é possível observar que o caminho médio é dependente da quantidade de *aggregation peers* activos no SAg. Ainda que o número de *aggregation peers* simulados seja 1.000, o SAg, para efeitos das pesquisas, foi em média composto de cerca de 177 *peers*, com $\sigma = 16$. Esses são valores referentes ao total de *hops* em operações de pesquisa que falharam, ou seja, percorreram todo o anel e não encontraram a informação desejada. Desta forma, o SAg apresenta escalabilidade. O caminho médio é pequeno, apresentando alta taxa de pesquisas com sucesso, mesmo com a variação no número de operações de pesquisa realizadas. Uma investigação futura poderá tratar o ambiente onde restrições temporais entre operações sejam relaxadas.

A manutenção da consistência dos dados no Serviço de Agregação deve ser também tratada em um trabalho futuro. Esse tratamento diz respeito à verificação/monitorização dos *management peers* que disponibilizam os componentes de serviços pesquisados no SAg, para que o resultado da pesquisa não represente um falso positivo.

Este trabalho não cobre os aspectos de segurança necessários para garantir que apenas *peers* certificados e que que realmente ofereçam serviços possam publicá-los bem como apenas *aggregation peers* legítimos façam parte do *overlay*. Tal melhoramento permitiria a resolução de possíveis ataques de negação de serviço por parte de *aggregation peers* mal-intencionados e portanto esse também é um trabalho futuro que pretende-se desenvolver.

Ainda em função dos resultados gerais do caminho médio se observa que a replicação dos resultados das pesquisas auxilia no desempenho do SAg. Com a diminuição do caminho médio, pela utilização da replicação, é economizada largura de banda (menos *hops* para se alcançar o destino) e processamento (menos buscas nos *caches* locais, menos *forwarding* de mensagens), aumentando assim o desempenho de novas pesquisas pelo mesmo componente de serviço. Com a replicação a resiliência também é aumentada, uma vez que um componente de serviço pesquisado será encontrado na réplica, caso no momento da pesquisa o *aggregation peer* onde foi originalmente publicado não esteja mais activo no *overlay*.

V. CONCLUSÃO

Neste artigo foi proposto um Serviço de Agregação (SAg) baseado em *overlay* P2P para a pesquisa de componentes de serviços em ambientes não estruturados, de larga escala e envolvendo múltiplos domínios administrativos. O SAg envolve a publicação das ofertas de componentes de serviços e de mecanismos de gestão associados, por parte dos fornecedores envolvidos, no referido *overlay* P2P. A composição de novos serviços e/ou a utilização dos serviços

localizados pelo SAg depende de interacção direta entre o requisitante e o serviço.

Este trabalho apresentou uma avaliação do SAg, baseada em simulação. Dois ambientes foram levados em consideração para a avaliação. Primeiro, o ambiente com a replicação do resultado da pesquisa no *peer* que a originou. Segundo, o ambiente sem a replicação de tal resultado. A avaliação usou o caminho médio na pesquisa de componentes de serviços em tais ambientes como métrica para avaliação da eficácia (em termos da escalabilidade, desempenho e resiliência) do SAg.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi parcialmente financiado pela FCT (bolsa SFRH/BD/45683/2008).

REFERÊNCIAS

- [1] N. Soukouti and U. Hollberg, "Joint inter domain management: CORBA, CMIP and SNMP," in *Proceedings of the fifth IFIP/IEEE international symposium on Integrated network management V : integrated management in a virtual world*. London, UK: Chapman & Hall, Ltd., 1997, pp. 153–164.
- [2] J. D. Case, M. Fedor, M. Schoffstall, and J. Davin, "Rfc1157 - simple network management protocol (SNMP)," 1990. [Online]. Available: <http://www.ietf.org/rfc/rfc1157.txt>
- [3] J.-P. Martin-Flatin and S. Znaty, "A simple typology of distributed network management paradigms," in *The 8th IFIP/IEEE International Workshop on Distributed Systems: Operations and Management (DSOM'97)*, 1997, pp. 13–24.
- [4] A. Bieszczad, B. Pagurek, and T. White, "Mobile agents for network management," *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, vol. 1, no. 1, 1998.
- [5] H. H. To, S. Krishnaswamy, and B. Srinivasan, "Mobile agents for network management: when and when not!" in *SAC '05: Proceedings of the 2005 ACM symposium on Applied computing*. New York, NY, USA: ACM, 2005, pp. 47–53.
- [6] D. C. Verma, "Simplifying network administration using policy-based management," *Network, IEEE*, vol. 16, no. 2, pp. 20–26, 2002.
- [7] R. L. Lemos Vianna, M. J. B. Almeida, L. M. R. Tarouco, and L. Z. Granville, "Investigating web services composition applied to network management," in *Web Services, 2006. ICWS '06. International Conference on*, 2006, pp. 531–540.
- [8] R. State and O. Festor, "A management platform over a peer-to-peer service infrastructure," in *10th International Conference on Telecommunications (ICT 2003)*, vol. 1, 2003, pp. 124–131.
- [9] M. Rosa, A. Nascimento, L. Sytnik, and E. P. Duarte, "JXTA peer SNMP: An SNMP peer for inter-domain management," in *Proceedings of the 11th IEEE/IFIP Network Operations and Management Symposium: Pervasive Management for Ubiquitous Networks and Services, NOMS*. Salvador, Bahia, Brazil: IEEE, April 2008, pp. 645–659.
- [10] L. Z. Granville, D. M. da Rosa, A. Panisson, C. Melchioris, M. J. B. Almeida, and L. M. R. Tarouco, "Managing computer networks using peer-to-peer technologies," *Communications Magazine, IEEE*, vol. 43, no. 10, pp. 62–68, 2005.
- [11] C. C. Marquezan, C. R. P. d. Santos, J. C. Nobre, M. J. B. Almeida, L. M. R. Tarouco, and L. Z. Granville, "Self-managed services over a p2p-based network management overlay," in *2nd Latin American Autonomic Computing Symposium (LAACS 2007)*, Petropolis - Rio de Janeiro - Brazil, 2007, p. 7.
- [12] C. R. P. dos Santos, L. F. D. Santa, C. C. Marquezan, S. L. Cechin, E. M. Salvador, L. Z. Granville, M. J. B. Almeida, and L. M. R. Tarouco, "On the design and performance evaluation of notification support for P2P-based network management," in *SAC '08: Proceedings of the 2008 ACM symposium on Applied computing*. New York, NY, USA: ACM, 2008, pp. 2057–2062.
- [13] A. Kovacevic, S. Kaune, N. Liebau, R. Steinmetz, and P. Mukherjee, "Benchmarking platform for peer-to-peer systems," *it - Information Technology*, vol. 49, pp. 312–319, 2007.