

# Seleção Baseada em Preço dos Melhores e Piores Provedores de Serviço em Rede de Sobreposição de Serviços Par-a-Par

Renato Balestrin Júnior<sup>1</sup>, Adriano Fiorese<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciência da Computação (DCC)  
Universidade Do Estado de Santa Catarina (UDESC)  
Rua Paulo Malschitzki, S/N- Campus Universitário Prof. Avelino Marcante - Bairro  
Zona Industrial Norte - Joinville – SC – Brasil 89219-710  
renatobalestrin@live.com, fiorese@joinville.udesc.br

**Abstract.** *Peer-to-Peer Service Overlay Networks (P2P SON) allow service providers a way to publish/offer their services to their contractors. The choice of which provider will be contracted is a challenge for customers. In order to face it, it is necessary to define an indicator which is the best and which is the worst peer in the network. In this work, a service provider selection approach for a peer-to-peer service overlay network is presented and evaluated by a mean of simulations using service price as the indicator.*

**Keywords:** *Service Overlay Networks, Indicator.*

**Resumo.** *As Redes de Sobreposição de Serviços Par-a-Par permitem aos provedores de serviço uma maneira de publicar/oferecer seus serviços para melhor oferta aos seus contratantes. Definir o provedor que será contratado é um desafio para os clientes, é necessário definir a partir de um indicador qual é o melhor e qual é o pior par fornecedor nessa rede. Para este trabalho uma arquitetura de rede de sobreposição de serviços par-a-par é apresentada e avaliada por uma simulação para definir o melhor e o pior par fornecedores de serviço utilizando o preço como indicador de seleção.*

**Palavras-chave:** *Rede de Sobreposição de Serviços, Indicador.*

## 1. Introdução

As Redes de Sobreposição de Serviços (*Service Overlay Networks*) são redes sobrepostas onde os prestadores de serviços podem disponibilizar os seus serviços. Segundo Fiorese et al. (2011), a rede de sobreposição de serviços pode ser composta por pares interconectados de forma a aprimorar a experiência na publicação dos serviços. Ela é responsável por oferecer um ambiente competitivo para os provedores de serviços e um ambiente onde os contratantes podem buscar e utilizar os serviços oferecidos.

Segundo Fiorese et al. (2011), utilizando a tecnologia par-a-par (P2P) para a construção da rede de sobreposição de serviços é possível obter uma sobreposição auto-organizável e também o compartilhamento dos custos de criação e manutenção da rede. Entretanto, mesmo com todos os benefícios existentes na tecnologia par-a-par, ainda é necessário uma forma de otimizar a busca dos serviços.

Com o objetivo de otimizar a escolha do melhor provedor, Fiorese et al. (2010, 2011) apresentam uma arquitetura para gestão de serviços chamada OMAN. Nela, um ambiente de Rede de Sobreposição de Serviços Par-a-Par (*Peer-to-Peer Service Overlay Network*) é recomendado. Essa arquitetura utiliza camada de sobreposição, chamada de Serviço de Agregação, para garantir a busca eficiente pelos serviços desejados. Para definir qual provedor de serviço será escolhido um indicador é utilizado. O indicador está relacionado com o preço do serviço, desta forma, o melhor provedor será o que oferece o serviço mais barato, enquanto o pior será o que oferece o serviço mais caro.

Para avaliar a busca dos melhores provedores (pares) utilizando o preço como indicador, a seguinte abordagem foi seguida: 1) Implementação do Serviço de Seleção do Melhor Par sobre o Serviço de Agregação; 2) Análise dos resultados em relação à distribuição dos pares em cenários distintos; 3) Análise dos resultados em relação à distribuição dos pares utilizando domínios geográficos diferentes.

Assim, este artigo é organizado na seguinte forma: A Seção 2 discute os trabalhos relacionados à seleção dos pares e descreve a arquitetura de gestão de serviços (OMAN). A Seção 3 define como é feita a busca pelo melhor par e apresenta o Serviço de Seleção do Melhor Par junto com o indicador utilizado. A Seção 4 apresenta a configuração da simulação e posteriormente os resultados obtidos. Por último, a Seção 5 descreve as contribuições e futuros trabalhos relacionados ao artigo.

## **2. Trabalhos Relacionados**

### **2.1. Seleção de Pares**

Bernstein et al. (2003) utilizam uma metodologia de aprendizado de máquina para a construção de estratégias para a seleção de pares em relação as experiências passadas.

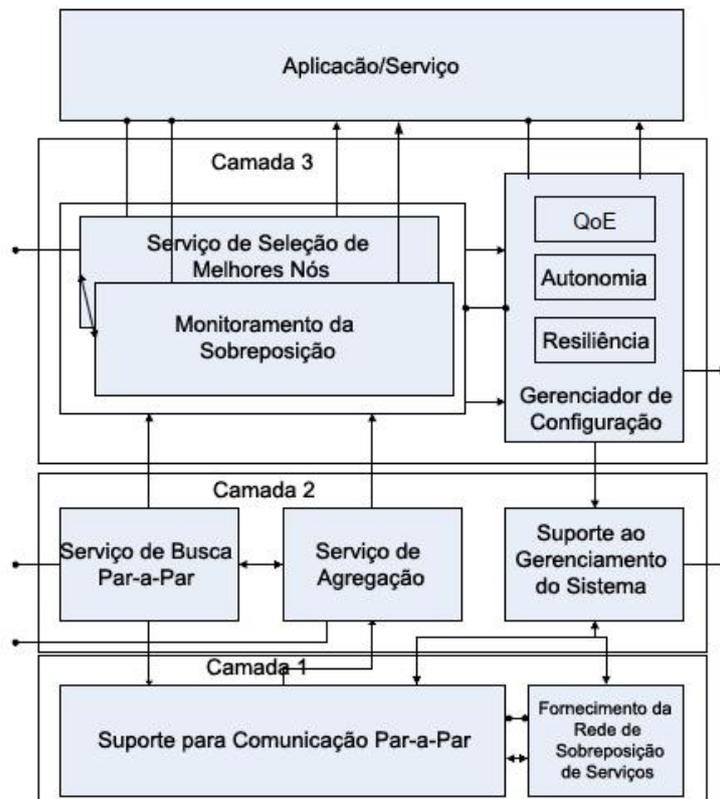
A seleção dos pares pode ser realizada através das informações e relacionamentos que os pares possuem com os seus vizinhos, como é apresentado por Haase et al. (2006) e Koo et al. (2006).

Wu e Li (2005) e Habib e Chuang (2006) enfrentam questões associadas à seleção de pares para entrega de dados na área de multimídia. É utilizado um algoritmo totalmente distribuído para alcançar a seleção dos pares e alocação da taxa de *streaming*, minimizando a latência fim-a-fim nas sessões de *streaming*.

Entretanto, a proposta desse trabalho não está direcionada aos ambientes de compartilhamento de dados. O problema consiste em selecionar o melhor provedor para o cliente em relação ao indicador utilizado, o preço.

### **2.2. Arquitetura de Gerenciamento da Sobreposição de Serviços (OMAN)**

Segundo Fiorese et al. (2010), a Arquitetura de Gerenciamento da Sobreposição de Serviços (OMAN) é uma arquitetura de rede de sobreposição de serviços par-a-par que suporta aspectos que vão desde a composição da rede de sobreposição de serviços até os aspectos de interação entre os serviços e a própria rede, incluindo como tirar vantagem da informação no nível de sobreposição par-a-par para melhorar os serviços e as aplicações. A Figura 1 representa as diferentes camadas da arquitetura OMAN.



**Figura 1. Arquitetura OMAN**

A camada 1 (camada inferior da arquitetura) é a camada básica da rede de sobreposição de serviços par-a-par, onde estão presentes os pares responsáveis por publicar/oferecer os serviços.

A camada 2 (camada central) tem como módulo central o Serviço de Agregação, sua responsabilidade é manter as publicações dos serviços efetuadas pelos pares da camada 1. Com o objetivo de otimizar o processo de busca pelo melhor par, apenas os pares pertencentes ao Serviço de Agregação participam da busca pelo melhor par, evitando que todos sejam envolvidos neste processo. Os pares que formam o Serviço de Agregação são chamados de pares de agregação.

A camada 3 (camada superior) possui o Serviço de Seleção do Melhor Par, que é construído sobre o Serviço de Agregação para selecionar o melhor par em relação a um indicador em particular. A operação de busca pelo melhor par é detalhada na seção seguinte.

### 3. Serviço de Seleção do Melhor Par

O objetivo do Serviço de Seleção do Melhor par é a partir de uma lista de provedores de serviços, filtrar o melhor par em relação ao indicador utilizado e devolver essa informação para o contratante/requisitante da busca pelo melhor par.

A Figura 2 ilustra o funcionamento do Serviço de Seleção do Melhor Par junto com uma Rede de Sobreposição de Serviços e a camada de Serviço de Agregação. Portanto, os serviços que são oferecidos pelos provedores são publicados por pares pertencentes à rede de sobreposição de serviços, enviando essa publicação a um par do

Serviço de Agregação. Dessa forma, os pares do Serviço de Agregação terão informações sobre todos os serviços que foram publicados no sistema. Quando um serviço é requisitado, um par da rede de sobreposição de serviços envia um pedido de melhor par para o Serviço de Seleção do Melhor Par. Este, por sua vez enviará um pedido para o Serviço de Agregação. Ao receber esse pedido, os pares de agregação enviam a mensagem de busca, cada qual ao seu vizinho, e assim que todos os pares são percorridos é retornada ao Serviço de Seleção do Melhor Par uma lista de pares que possuem o serviço desejado. A partir dessa lista, utilizando o indicador escolhido, é possível determinar o melhor par e em seguida retornar ao requisitante esse par para que possa ser efetuado o contrato do serviço.

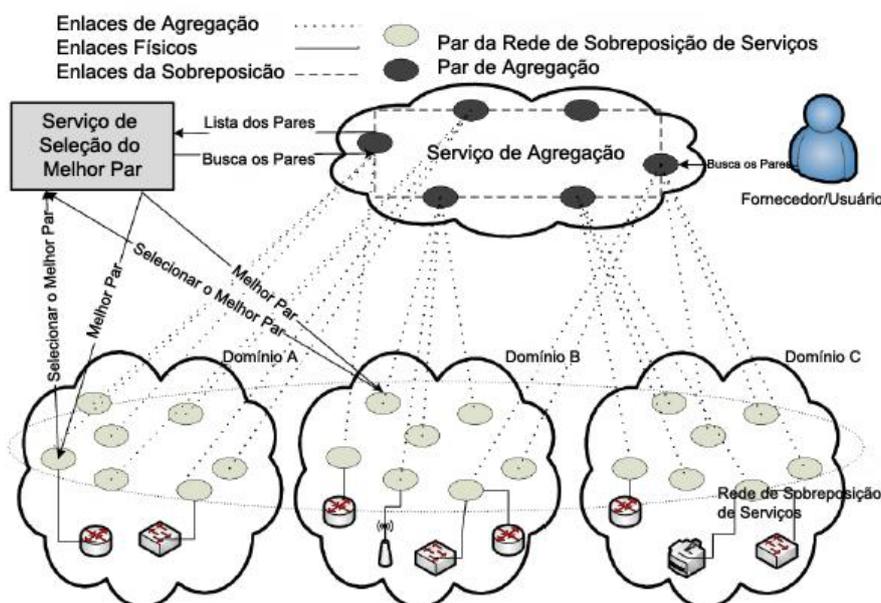


Figura 2. Serviço de Seleção do Melhor Par

### 3.1. Indicadores

Para definir o melhor ou pior par, o Serviço de Seleção de Melhor Par precisa de um critério, um indicador para avaliar os serviços oferecidos. Esse indicador busca favorecer o contratante, buscando o provedor de serviço que melhor satisfaça as suas necessidades.

Serviços como vídeo sob demanda, por exemplo, precisam que o sistema tenha um bom desempenho para que a qualidade não seja afetada. Alguns indicadores estão relacionados ao desempenho do sistema. Este é o caso da distância euclidiana entre o par requisitante e o par escolhido. Este indicador é baseado no trabalho de Kaune et al. (2009) e utilizado por Fiorese et al. (2011). Nesse caso a distância euclidiana é a medida entre dois pontos representando a disposição dos pares em um plano cartesiano gerado a partir da modelagem do atraso na Internet, com dados reais, por Kaune et al. (2009). Essa modelagem leva em consideração diversas informações de desempenho da rede, bem como a localização geográfica dos nós. Portanto o indicador de distância euclidiana não deve ser confundido com a distância física ou geográfica. Nesse caso, o melhor par será aquele que possui a menor distância euclidiana em relação ao par requisitante.

Entretanto, no trabalho proposto não será utilizado um indicador diretamente relacionado ao desempenho do sistema. O indicador utilizado modela um critério econômico, fazendo com que a busca pelo melhor e pior par (provedor) esteja relacionada ao preço do serviço. A escolha desse indicador se justifica pelo fato de que independente do serviço oferecido, as regras de negócio fornecem um diferencial competitivo entre os provedores do mesmo serviço. Para isso, o preço para cada serviço foi definido como:

$$\{\text{preço} \in \mathbb{R} \mid 20 \leq \text{preço} \leq 100\} \quad (1)$$

## 4. Avaliação

Para avaliar o funcionamento do Serviço de Seleção do Melhor Par, foi conduzido um estudo envolvendo simulação para verificar a distribuição dos melhores e piores pares em relação a um domínio geográfico em particular.

### 4.1. Simulador Utilizado

Segundo Steinmetz (2011), o PeerfactSim.KOM (Kovacevic et al., 2007) é um simulador baseado em Java para a simulação em larga escala de sistemas par-a-par. Ele pode ser utilizado para verificar o funcionamento das redes de sobreposição e assim comparar os resultados dos indicadores de forma clara. O simulador foi lançado pelo *Multimedia Communications Lab* (KOM) da Universidade de Darmstadt, na Alemanha.

### 4.2. Configuração das Simulações

Os cenários foram modelados dividindo os pares em 5 domínios geográficos (Portugal, Espanha, França, Itália e Alemanha) e entre pares da rede de sobreposição de serviços e pares de agregação. Essa configuração foi determinada para possíveis comparações com a pesquisa apresentada por Fiorese et al. (2011). A proporção entre pares da rede de sobreposição de serviços e pares de agregação é de 10%, assim, em um cenário de 50 pares da rede de sobreposição é utilizado 5 pares de agregação, sendo esses pares divididos igualmente entre os domínios geográficos utilizados. Por exemplo, no cenário de 50 pares, cada país terá 10 pares da rede de sobreposição de serviços e 1 par de agregação. Entretanto, em cenários com 75 pares da rede de sobreposição de serviços não é possível dividir os pares de agregação igualmente entre os domínios, então é utilizada a configuração do cenário anterior, no caso 5 pares de agregação e 1 par para cada domínio.

As simulações foram divididas em 11 cenários distintos, onde cada um possui um número em particular de pares de agregação e pares da rede de sobreposição de serviços. Os cenários utilizados são de 50 a 300 pares da rede de sobreposição de serviços e variam em 25 pares.

### 4.3. Estratégia da Simulação

Para cada cenário foram simuladas 50 horas de trabalho. Cada simulação foi repetida 10 vezes para a obtenção dos valores médios. Cada simulação consiste em 100 operações de busca pelo melhor par que são executadas por pares escolhidos aleatoriamente dentro do domínio de Portugal.

Para a obtenção do pior par, é utilizada a mesma lista de pares que foi utilizada para a escolha do melhor par, entretanto, o par com o serviço mais caro será o escolhido. Em relação ao par médio, essa lista é ordenada em relação ao preço e é escolhido o elemento que satisfaça a Equação (2), onde  $P_M$  é o par médio,  $x_i$  é o  $i$ -ésimo par da lista e  $n$  é o número de pares na lista:

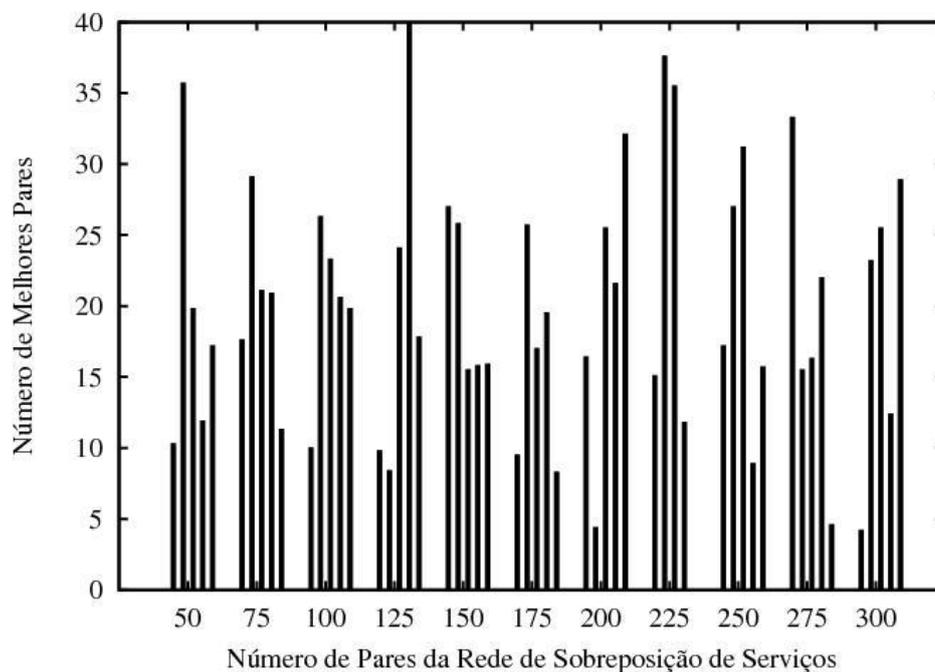
$$P_M = x_{(n+1)/2} \quad (2)$$

O objetivo de utilizar cenários com diversos tamanhos é avaliar como o indicador se comporta em diversos ambientes, desde aquele com poucos prestadores de serviços até ambientes com vários prestadores.

#### 4.4. Resultados

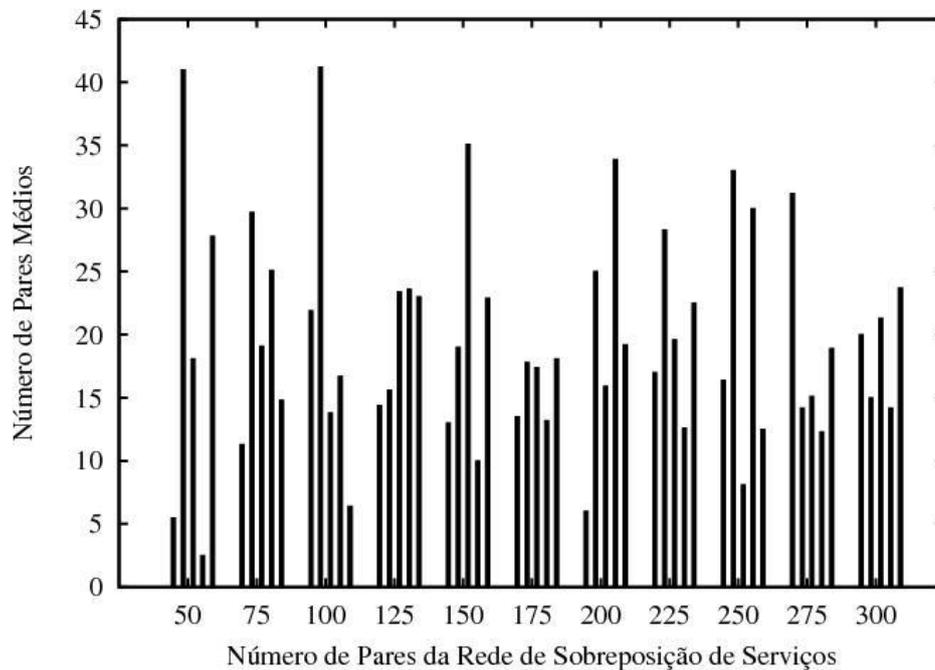
Os resultados apresentados nessa Subseção ilustram a distribuição dos melhores pares, pares médios e piores pares em relação ao indicador escolhido.

A Figura 3 ilustra a distribuição dos melhores pares nos 11 cenários simulados. Cada cenário está dividido em 5 barras que representam o número de melhores pares encontrados em cada domínio geográfico na seguinte ordem: Portugal, Espanha, França, Itália e Alemanha. O domínio onde foi encontrado o maior número de melhores pares foi o da Espanha com 24,5%, seguido por França com 24%, Itália com 19,5%, e Alemanha e Portugal com 16%, aproximadamente.



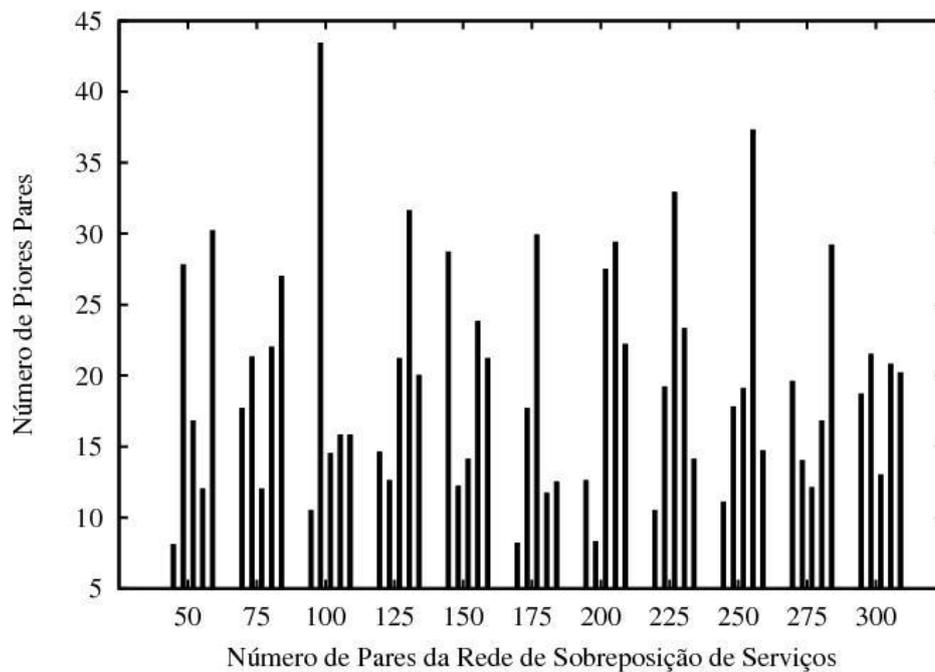
**Figura 3. Distribuição dos Melhores Pares**

A Figura 4 ilustra a distribuição dos pares médios encontrados durante a simulação. A Espanha teve aumento no número de pares encontrados alcançando 26,5% do total, enquanto a França teve redução para 19,5%. A maior variação ocorreu no domínio da Alemanha, onde foram encontrados 20% dos pares médios. Itália obteve 18% e Portugal 16%, aproximadamente.



**Figura 4. Distribuição dos Pares Médios**

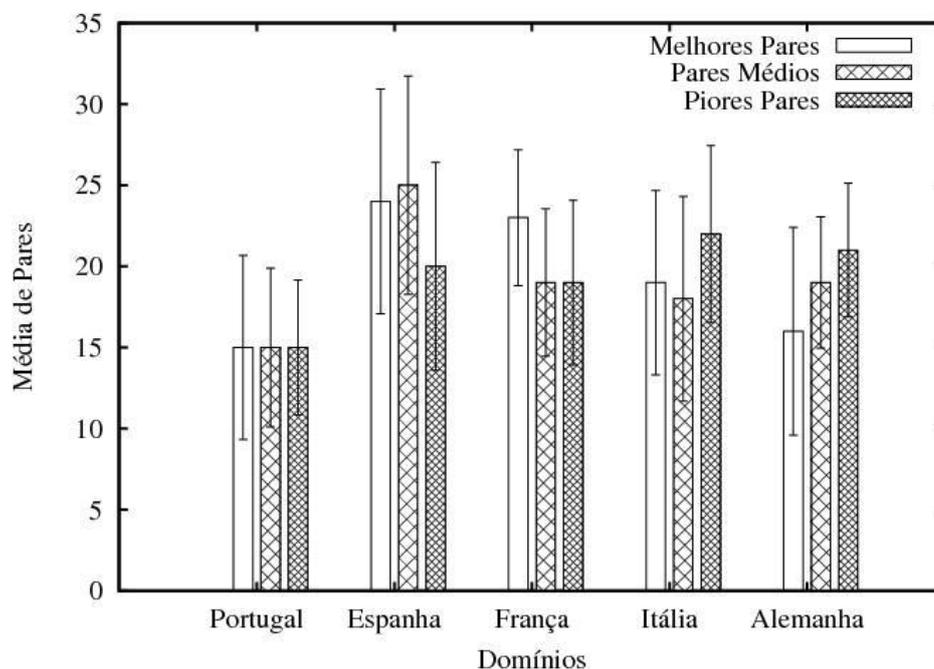
A Figura 5 ilustra a distribuição dos piores pares (aqueles cujo serviço é mais caro). O domínio com mais pares escolhido foi da Itália com 23%, seguido por Alemanha com 21,5%, Espanha com 20,5%, França com 20% e Portugal com 15%, aproximadamente.



**Figura 5. Distribuição dos Piores Pares**

Na Figura 6 é possível verificar a variação na escolha dos pares em relação ao domínio geográfico. Cada domínio possui 3 barras que representam a distribuição média

com um intervalo de confiança de 95% para os melhores pares, pares médios e piores pares, respectivamente.

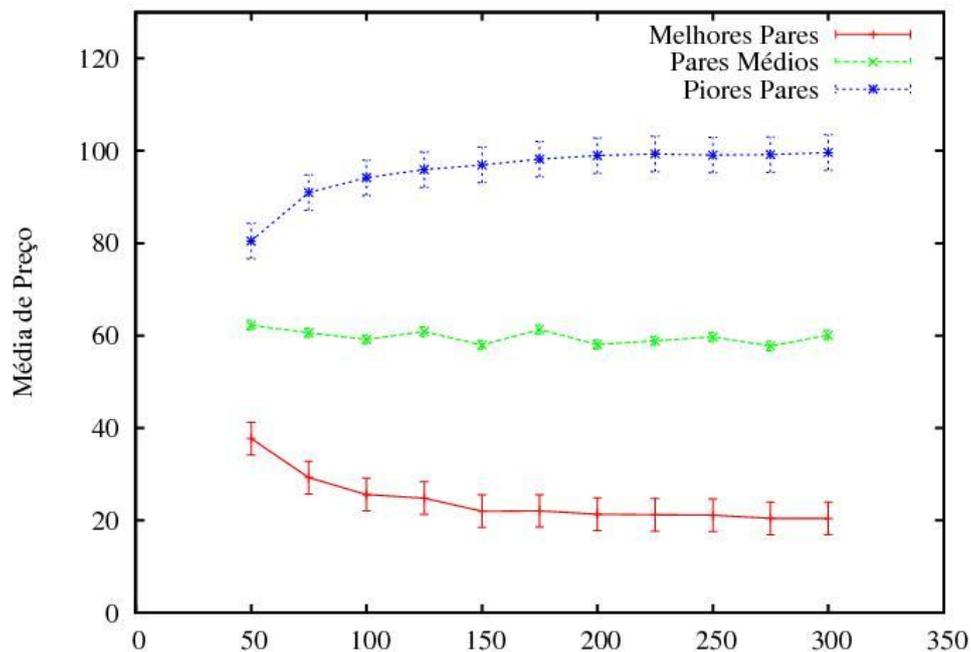


**Figura 6. Média de Pares por Domínio Geográfico**

Assim, é possível perceber a pouca variação nos pares pertencentes ao domínio de Portugal e variação maior nos outros domínios. Nos domínios geográficos Itália e Alemanha, que não foram os domínios mais escolhidos em relação aos melhores pares, foram os que obtiveram o maior número de piores pares. Enquanto Espanha e França que possuem o maior número de melhores pares tiveram, em comparação, uma redução em relação aos piores pares.

A Figura 7 ilustra as médias dos preços encontradas nas buscas pelos melhores pares, pares médios e piores pares com intervalo de confiança de 95%. O preço do serviço variou de acordo com o tamanho do cenário (número de concorrentes). Comparando os cenários de 50 pares e o de 300, é possível observar a variação de 45,86% nos melhores pares e 19,22% nos piores pares. Os pares médios obtiveram a menor variação, 3,43%.

Assim, de acordo com esses dados, inicialmente não é possível concluir positiva ou negativamente quanto à aplicabilidade individual do indicador preço na escolha de provedores de serviço. Se por um lado é possível perceber diferenças com relação ao número de pares escolhidos por domínio (Figuras 3,4 e 5), por outro na média a variação no número de melhores, médios e piores pares por domínio geográfico é praticamente irrelevante para se concluir que o preço é aplicável. Entretanto, tais dados demonstram que de acordo com os preços utilizados nas simulações (de acordo com a Figura 7) a concorrência (diferença de preços na oferta de um mesmo serviço) dentro dos domínios geográficos é aparentemente justa.



**Figura 7. Média dos Preços dos Melhores, Médios e Piores Pares**

Uma maneira de se aproximar de uma conclusão embasada para a aplicabilidade do preço como indicador relevante para a escolha do provedor de serviço adequado, é execução do serviço nos pares escolhidos como melhores, médios e piores e analisar o desempenho obtido em transações que envolvam características de desempenho da rede, que deveriam ser levadas em consideração pelos provedores em sua política de atribuição de preços. Esta abordagem é proposta para o desenvolvimento de trabalho futuro visando a comparação entre preço praticado e desempenho entregue pelos diversos provedores de serviço envolvidos.

## 5. Conclusão

Neste artigo, foi proposta, estudada e avaliada uma abordagem para seleção do melhor par, par médio e pior par em relação a um indicador em particular em um ambiente de rede de sobreposição de serviços simulado.

Para a seleção dos pares foi utilizado o Serviço de Seleção do Melhor Par, que é um módulo da arquitetura OMAN sendo responsável por escolher o melhor par em relação a um conjunto de pares disponíveis. Visando otimizar a busca pelos pares foi utilizado o Serviço de Agregação.

Os resultados mostraram a variação existente entre a localização dos melhores pares, pares médios e piores pares. Foi possível visualizar que os domínios com os melhores pares tiveram redução no número de piores pares, enquanto os que não tinham os melhores pares sofreram aumento no número de piores pares.

A distribuição dos pares em relação aos domínios geográficos mostrou-se justa. Entretanto, é necessário simular os serviços para testar o desempenho e assim será possível avaliar qual a faixa de preço que possui o serviço que melhor satisfaz o seu contratante.

Com os resultados obtidos novas linhas de pesquisas estão abertas. É possível verificar a eficiência dos indicadores simulando um serviço de teste; investigar qual é o melhor custo/benefício para os clientes em relação ao desempenho e o preço oferecido; ou ainda utilizar novos indicadores para otimizar a escolha pelo melhor par.

## Referências

- Bernstein, D. S., Feng, Z., Levine, B. N., Zilberstein, S. (2003) “Adaptive peer selection”, In: Proceedings of the 2nd International Workshop on Peer-to-Peer Systems, IPTPS03, Berkeley, CA.
- Fiorese, A., Simões, P., Boavida, F. (2011) “An approach to peer selection in service overlays”, In: 7th International Conference on Network and Service Management (CNSM 2011).
- Fiorese, A., Simões, P., Boavida, F. (2010) “An Aggregation Scheme for the Optimization of Service Search in Peer-to-Peer Overlays”, In: 6th International Conference on Network and Services Management (CNSM 2010).
- Fiorese, A., Simões, P., Boavida, F. (2010) “OMAN – A Management Architecture for P2P Service Overlay Networks”, In: 4th International Conference on Autonomous Infrastructure, Management and Security (AIMS 2010).
- Fiorese, A., Simões, P., Boavida, F. (2011) “Seleção de pares em redes de sobreposição utilizando critérios de localização geográfica”, In: 11ª Conferência Sobre Redes de Computadores (CRC 2010).
- Haase, P., Siebes, R., Harmelen, F. (2007) “Expertise-based peer selection in Peer-to-Peer networks”, Knowledge and Information Systems, vol. 15, no. 1, p. 75-107.
- Habib A., Chuang, J. (2006) “Service differentiated peer selection: an incentive mechanism for peer-to-peer media streaming”, Multimedia IEEE Transactions on, vol. 8, no. 3, p. 610-621.
- Kaune, S., et al. (2009) “Modeling the internet delay space based on geographical locations”, In: IEEE 17th Euromicro International Conference on Parallel, Distributed and Network-based Processing.
- Koo, S. G. M., Kannan, K., Lee, C. S. G. (2006) “On neighbor-selection strategy in hybrid Peer-to-Peer networks”, Future Generation Computer Systems.
- Kovacevic, A., Kaune, S., Liebau, N., Steinmetz, R., Mukherjee, P. (2007) “Benchmarking platform for peer-to-peer systems”, IT – Information Technology, vol. 49, no. 5, pp. 312-319.
- Steinmetz, R. (2011), Documentation for PeerfactSim.KOM.
- Wu, C., Li, B. (2005) “Optimal peer selection for minimum-delay peer-to-peer streaming with rateless codes”, In: Proceedings of the ACM workshop on Advances in peer-to-peer multimedia streaming. New York, NY, USA.