

Análise de Desempenho da Terceirização de Serviços de Comércio Eletrônico

Bruno Diniz Wagner Meira Jr. Virgílio Almeida
e-SPEED - Departamento de Ciência da Computação
Universidade Federal de Minas Gerais
Belo Horizonte MG 31270-010
{diniz, meira, virgilio}@dcc.ufmg.br

Resumo

A escalabilidade de serviços de comércio eletrônico é fundamental para o crescimento e popularização dessa promissora aplicação tanto do ponto de vista de impacto social quanto do ponto de vista econômico. Este artigo discute as vantagens e desvantagens de uma estratégia comum para aumentar a escalabilidade de servidores de comércio eletrônico, a terceirização de serviços. Discutimos requisitos fundamentais para essa terceirização e analisamos o impacto da terceirização no desempenho de sítios de comércio eletrônico, em particular a terceirização de anúncios eletrônicos (*banners*).

Abstract

The scalability of electronic commerce services is essential for the growth and popularization of this promising new area in terms of both social impact and economic potential. One common strategy to improve the scalability of Internet servers is outsourcing, that is, the delegation of task executions to third party entities. This paper discusses the application of task outsourcing for enhancing the performance of electronic commerce servers. We present basic requirements for e-commerce tasks outsourcing and evaluate its impact on the performance of the servers, in particular the outsourcing of banner-based advertisement.

1 Introdução

Com o crescimento e a popularização da Internet, muitas e variadas aplicações surgiram, aproveitando a principal característica dessa rede mundial, a ausência de limitações em relação à distância. Os sítios de comércio eletrônico têm se multiplicado, o mesmo ocorrendo com seu número de usuários.

Para atender a essa demanda cada vez maior, há a necessidade de que os serviços prestados pelos sítios sejam escaláveis. Dessa forma, um crescimento substancial nessa demanda não implicaria em perda de qualidade na prestação dos serviços, permitindo que os sítios consigam atender a um número grande de requisições (clientes) com eficiência e rapidez.

esse tempo para elaborar a resposta também inclui o tempo de requisição ao servidor de anúncios.

Req	Não Terc.	Terc. s/ Notif.	Terc. servidor	Terc. c/ Notif.
browse	9.651 (294.7%)	8.970 (152.0%)	9.092 (276.8%)	6.110 (195.9%)
file	0.215 (23.1%)	0.299 (95.2%)	0.214 (28.9%)	0.393 (96.4%)
home	7.974 (30.4%)	8.024 (97.0%)	8.090 (31.4%)	6.340 (93.4%)
pay	5.779 (92.5%)	4.776 (97.1%)	5.773 (92.4%)	3.562 (98.4%)
search	9.045 (92.9%)	6.319 (82.9%)	9.256 (103.0%)	5.548 (96.6%)

Tabela 2: Tempo de resposta médio por serviço e seu desvio padrão relativo

6 Conclusões e Trabalhos Futuros

Neste artigo caracterizamos e avaliamos o impacto em termos de desempenho da adoção de estratégias de terceirização de comércio eletrônico. A caracterização foi baseada na natureza do serviço e no protocolo de terceirização. Os resultados mostraram não apenas que a terceirização prove ganhos significativos em termos de desempenho, como ainda pode ser mais efetiva se houver uma notificação antecipada dos serviços a serem terceirizados. Nas avaliações experimentais de um servidor terceirizado de anúncios, registramos ganhos de até 132% em termos de tempo de resposta do servidor de comércio eletrônico.

Continuamos investigando o impacto de outros fatores de implementação dos protocolos de terceirização, como a notificação pós-execução do serviço terceirizado e transmissão segura de dados. Estamos também implementando a terceirização de outros serviços como o cálculo de frete.

Referências

- [1] A. Basu and S. Muylle. Customization in online trade processes. In *Proc. of the International Workshop on Advanced Issues of E-Commerce and Web-Based Information Systems*, pages 120-127, April 1999.
- [2] S. M. Baker and B. Moon. Distributed cooperative web servers. In *Proceedings of WWW8*, pages 137-151, 1999.
- [3] P. Barford and M. Crovella. Generating representative web workloads for network and server performance evaluation. In *Proc. 1998 ACM SIGMETRICS International Conference on Measurement and Modeling of Computer Systems*, June 1998.
- [4] R. Bianchini, L. Kontothanassis, R. Pinto, M. De Maria, M. Abud, and C. Amorim. Hiding communication latency and coherence overhead in software DSMs. In *Proceedings of the 7th International Conference on Architectural Support for Programming Languages and Operating Systems*, Boston, MA, October 1996.
- [5] D. A. Menascé, V. Almeida, R. Fonseca, and M. A. Mendes. A methodology for workload characterization of e-commerce sites. In *Proc. 1999 ACM Conference on Electronic Commerce*, November 1999.

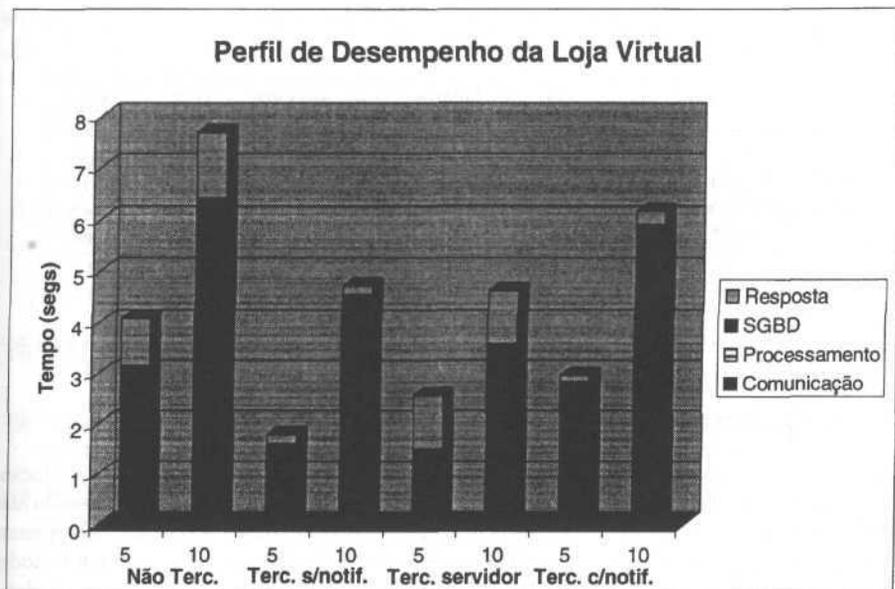


Figura 5: Perfil de Desempenho da Loja

comunicação, uma vez que a loja virtual envia uma notificação do anúncio a ser gerado para o servidor do anúncio quando ainda está construindo a página resposta ao cliente. Desta forma, quando o pedido do cliente chega ao servidor de anúncios, este já está pronto e é apenas retornado ao cliente.

Cientes	Não Terc.	Terc. s/ Notif.	Terc. servidor	Terc. c/ Notif.
1	1.738	1.781	1.791	1.055
5	2.855	1.740	2.308	1.165
10	3.646	2.110	2.576	1.571

Tabela 1: Tempo de resposta ao cliente

Na Tabela 2 podemos observar o tempo de resposta médio e desvio padrão relativo desse tempo de resposta para alguns serviços providos pela loja virtual. A menos de algumas oscilações, a estratégia de terceirização com notificação apresentou sempre os melhores resultados. Deve-se notar que a variância dos tempos medidos aumenta para serviços cujos parâmetros determinam o tempo de resposta do serviço, como por exemplo para o serviço *browse*.

Finalmente, verificamos o impacto da terceirização na carga de trabalho a que o servidor de transações está submetido através dos perfis providos pela ferramenta Profit [6]. Na Figura 5 podemos verificar que o tempo relativo à espera por respostas do banco de dados e processamento das requisições domina os custos do servidor de transações. O restante do custo de atendimento a uma requisição é dominado pelo tempo para construção da página resposta. Deve-se notar que nas configurações não terceirizada e terceirizada via servidor,

transações quanto o servidor de banco de dados executam em cada um em um computador Pentium 233Mhz. O servidor de anúncios também executa em um Pentium 233 Mhz. Os clientes são executados em um Pentium com 4 processadores. Em todas as máquinas foi utilizado o sistema operacional Linux 2.2.12.

5.2 Carga de Trabalho

A carga de trabalho em todos os experimentos é gerada por uma versão modificada do Surge [3] que é capaz de gerenciar sessões, ou seja, seqüências de requisições realizadas por um cliente. A carga de trabalho é baseada em um log real de uma livraria virtual e consiste de 123664 requisições distribuídas por 3177 sessões (em média 38.92 requisições por sessão). A base de dados utilizada na loja também é real, consistindo de 4309 produtos cujas informações foram obtidas junto à livraria virtual. Cada página contendo a resposta aos vários serviços providos pela loja contem três anúncios.

O numero de clientes simultâneos acessando a loja variou durante os experimentos, e cada experimento durou 30 minutos. Os resultados apresentados nas seções a seguir foram obtidos pela ferramenta PROFIT [6], mas por questões de espaço foram sumarizados em tabelas e gráficos. A ferramenta PROFIT possui primitivas para instrumentação do servidor de comércio eletrônico, mecanismos para coleta de dados de desempenho durante a execução e ferramentas para análise e visualização destes dados. A granularidade básica de instrumentação são os serviços, ou seja, cada serviço executado é gerado um registro com as medições de desempenho. A coleta de dados de desempenho é feita utilizando primitivas do sistema Linux e essas informações são gravadas em um arquivo de registro. Apesar da geração de arquivos em tempo de execução ser potencialmente intrusiva, o volume de informações que geramos é pequeno e comparável ao próprio log do servidor WWW. A análise e visualização ocorrem após a execução, e organizam as informações coletadas em três dimensões: serviço, componente e categoria de processamento (computação, espera e comunicação). A menos da instrumentação, todas as tarefas são executadas de forma automatizada e transparente ao usuário.

Além das três estratégias discutidas anteriormente, também vamos avaliar o caso do próprio servidor provendo os anúncios (a qual denominamos "Não terceirizado"), que servirá como caso base para comparações de desempenho.

5.3 Avaliação Quantitativa

A terceirização de serviços de comércio eletrônico permite ganhos significativos em termos de tempo de resposta ao cliente, como mostrado na Tabela I e esses ganhos aumentam à medida que a carga de trabalho se torna mais intensa (ou seja, aumenta o número de clientes simultâneos acessando a loja virtual). A estratégia menos eficiente foi, como esperado, a que não emprega qualquer tipo de terceirização. O aumento da carga de trabalho resultou em uma aumento de mais de 100% no tempo de resposta.

Podemos estimar o impacto do serviço de anúncios se compararmos os resultados da configuração base com os resultados da estratégia que realiza a terceirização via servidor, que, embora tenha apresentado resultados melhores que a primeira, também se mostrou pouco escalável, com um aumento do tempo de resposta de 44%.

As duas estratégias de terceirização nas quais o cliente requisita os anúncios se mostraram claramente superiores às anteriores, principalmente a terceirização com notificação. O melhor desempenho dessa estratégia é explicado pela sobreposição entre computação e

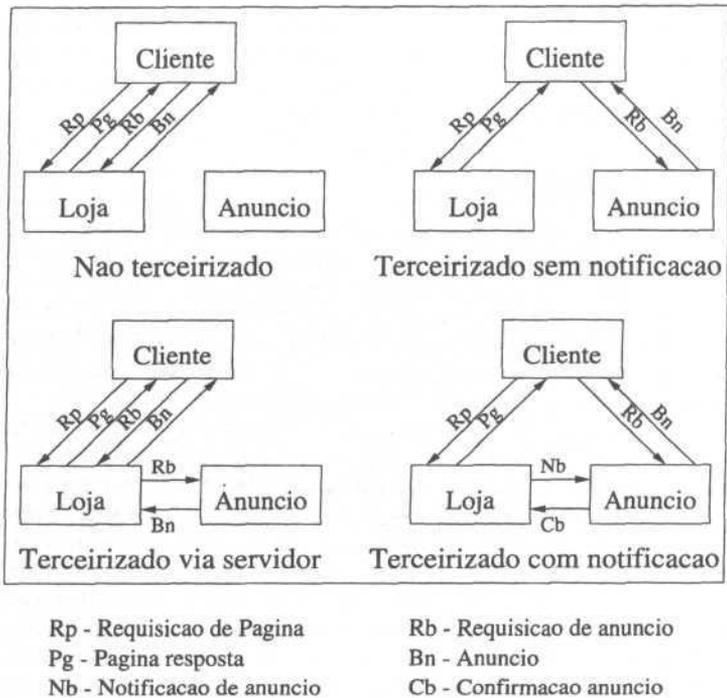


Figura 4: Estratégias de Terceirização

implícita, não havendo estratégia sem servidor. A grande vantagem desta estratégia é o controle total, por parte do servidor, dos anúncios veiculados nas páginas geradas para os usuários.

Terceirizado sem notificação: Nesta estratégia o cliente é quem faz a requisição ao servidor de anúncios, cuja URL também contém os parâmetros a serem utilizados para a geração dos anúncios.

Terceirizado com notificação: O cliente também é responsável por requisitar o anúncio ao servidor terceirizado e a URL dessa requisição contém parâmetros que regem a geração do anúncio. Entretanto, o servidor de comércio eletrônico também envia o pedido de anúncio para o servidor de anúncios para que este possa começar o processamento do pedido antes mesmo da página resposta ser enviada ao cliente.

5.1 Ambiente Experimental

Para os vários experimentos utilizaremos uma loja virtual cujo servidor de transações foi implementado por nós em linguagem C. Como mencionado, o servidor de comércio eletrônico é organizado em três níveis: servidor WWW, servidor de transações e servidor de banco de dados. O servidor WWW é o Apache versão 1.3.9 executando em um Pentium 166Mhz. O servidor de banco de dados é o MYSQL versão 3.22.22 e tanto o servidor de

uma sessão, um cliente requisita serviços como os descritos na Seção 4.3. O padrão de navegação de um grupo de usuários pode ser caracterizado por "Grafos de Modelagem de Comportamento de Clientes" (GMCC), como descrito em [7, 5]. Um GMCC é um grafo onde vértices correspondem a serviços de comércio eletrônico e arestas correspondem a transições de um serviço para o próximo na mesma sessão. Cada aresta possui um par de atributos (p, z) , onde p é a probabilidade de uma transição ocorrer e z é o intervalo médio de tempo entre requisições. Desta forma, para caracterizar e modelar uma carga de trabalho de comércio eletrônico, devem ser seguidos os seguintes passos:

1. identificar os diferentes tipos de sessões que compõem a carga de trabalho e gerar um GMCC por sessão;
2. calcular os parâmetros da carga de trabalho, como taxa de chegada de requisições e
3. determinar parâmetros de utilização de recursos para cada tipo de requisição de serviço (p.ex., busca, navegação, pagamento).

Os parâmetros da carga de trabalho são essenciais para determinar as demandas por serviços a serem terceirizados.

5 Estudo de caso: Terceirização de Anúncios

De forma a avaliar os ganhos e custos da terceirização de serviços de comércio eletrônico, implementamos uma loja virtual que terceiriza anúncios eletrônicos (*banners*).

Essa modalidade de terceirização que tem se tornado bastante comum é contratação da geração de anúncios eletrônicos por parte de lojas virtuais (ou outros sítios de comércio eletrônico). Desta forma, os anúncios veiculados por estes sítios sempre são gerados por um ou mais servidores terceirizados. De acordo com a caracterização discutida na Seção 3.2, esta modalidade de terceirização é um provimento de informação (o anúncio) na forma de imagens binárias que são cobradas por requisição, ou seja, cada anúncio tem um custo. Os anúncios são personalizados, sendo a personalização baseada em informações incorporadas à própria URL que requisita o anúncio. Finalmente, não há garantias de sucesso da requisição, ou seja, a loja virtual não é notificada após o anúncio ter sido servido ao cliente.

Com relação ao protocolo de terceirização, as requisições são parametrizadas, demandando processamento por parte do servidor de anúncios e não são usadas conexões seguras. Também não há autenticação entre servidor de comércio eletrônico e servidor de anúncios e as requisições são assíncronas, ou seja, o servidor de comércio eletrônico não aguarda uma confirmação do servidor de anúncios para responder a requisição do cliente.

Do ponto de vista de implementação de um protocolo de terceirização, há basicamente dois fatores que devem ser considerados: (1) o nível de controle do contratante sobre os anúncios gerados e (2) o componente que executa a requisição ao servidor terceirizado. A partir destes fatores, podemos distinguir três estratégias de terceirização possíveis (como representado na Figura 4):

Terceirizado via servidor: Nesta estratégia o servidor é que faz a requisição ao servidor de anúncios, e repassa a resposta para o cliente ao recebê-la. Como o anúncio a ser provido para o cliente é recebido pelo servidor, a notificação de execução do serviço é

Página inicial: É o ponto de entrada da loja virtual.

Navegação: Permite ao cliente verificar itens seguindo uma classificação prévia.

Busca: Clientes selecionam itens de acordo com critérios providos quando da busca, como autor, título ou palavra-chave.

Seleção: Prove *informações detalhadas* ao *cliente* a respeito de um produto selecionado.

Adição à cesta: O cliente "adiciona" um item à sua cesta para compra posterior.

Pagamento: O cliente escolheu e selecionou os itens que deseja comprar e efetua a compra, informando os dados para pagamento (p.ex., cartão de crédito) e entrega.

4.4 Métricas de Desempenho de Comércio Eletrônico

Duas métricas tradicionais são usadas para quantificar o desempenho de serviços de comércio eletrônico: taxa de serviço e tempo de resposta.

Taxa de serviço mede a taxa de execução de operações. Uma medida comum de taxa de serviço em servidores WWW é requisições atendidas por segundo. Requisições HTTP em sítios de comércio eletrônico são associados a serviços providos pelo sítio. Esses serviços têm uma grande variância com relação às demandas de processamento e outros recursos. Por exemplo, uma requisição de busca normalmente consome mais recursos que uma requisição da página inicial do sítio. Desta forma, é melhor desmembrarmos a taxa de serviço do sítio pós operação, ou seja, número de operações executadas por unidade de tempo, como buscas por segundo ou navegações por segundo.

Tempo de resposta mede o tempo necessário para responder totalmente a uma requisição de usuário. Esse tempo de resposta é a soma de diversos componentes: o tempo de resposta do servidor, a latência de rede e o tempo de formatação da resposta no navegador do cliente. Neste artigo focamos em medir o tempo de resposta do servidor, que é uma função da arquitetura do sítio, da capacidade dos servidores e da estrutura do *software* empregado. Nós dividimos os fatores que afetam o tempo de serviço do servidor em três grupos:

Tempo de computação: É o tempo total executando a tarefa nos vários componentes arquiteturais envolvidos (p.ex., servidor WWW, SGBD).

Tempo de espera: Tempos de espera são consequência da contenção por recursos de *hardware* e *software*. No primeiro caso o tempo de resposta aumenta por que demanda um recurso de *hardware* que está sendo usado por outro serviço. Atrasos associados a contenção por software se originam em tarefas que competem por recursos como travas de bancos de dados e semáforos.

Tempo de comunicação: Este grupo contém custos associados à comunicação entre os vários componentes da arquitetura do servidor de comércio eletrônico.

4.5 Características de Cargas de Comércio Eletrônico

Um cliente interage com um servidor de comércio eletrônico através de uma seqüência de requisições correlatas ao sítio. Essas requisições constituem uma sessão. Durante

4.1 Decomposição Funcional

Do ponto de vista do cliente, o funcionamento de servidores de comércio eletrônico é muito semelhante a servidores WWW tradicionais, recebendo requisições e gerando página de resposta. Entretanto, o funcionamento dos servidores de comércio eletrônico pode ser decomposto funcionalmente em três níveis: apresentação, lógica de negócio e armazenamento de dados, os quais são descritos a seguir:

Apresentação O nível de apresentação prove as funcionalidades de recepção de requisições e geração de páginas de resposta. Nesse nível é realizado o controle de acesso por parte dos clientes e a encriptação da resposta. O nível de apresentação é responsável por interpretar os parâmetros das transações demandadas, as quais são repassadas ao nível de lógica do negócio. Após o processamento da transação, o nível de apresentação recebe os resultados das transações que são formatados e enviados para o cliente.

Lógica de Negócio A lógica do negócio implementa as transações associadas aos serviços providos pelo servidor. É nesse nível que são manipulados os dados sobre produtos, clientes e implementadas as ações sobre os produtos.

Armazenamento de Dados O nível de armazenamento de dados é responsável por manter de forma persistente todos os dados gerados ou utilizados para executar transações de comércio eletrônico.

A associação de funcionalidades a componentes não é fixa e é função do custo e qualidade de serviço desejados.

4.2 Implementação de Serviços de Comércio Eletrônico

O fluxo de processamento de uma requisição em um sítio de comércio eletrônico pode ser visualizado na Figura 3. A requisição de um cliente é recebida pelo sítio como uma mensagem HTTP, que é tratada pelo servidor WWW. Essa requisição pode ser por um objeto estático (p.ex., uma página HTML ou uma imagem) ou por uma funcionalidade de comércio eletrônico provido pelo sítio. No segundo caso, o servidor WWW ativa o servidor de transações através de uma interface CGI-BIN ou uma servlet, por exemplo. O servidor de transações executa a funcionalidade requisitada e freqüentemente demanda acesso a dados armazenados no servidor de banco de dados (SGBD).

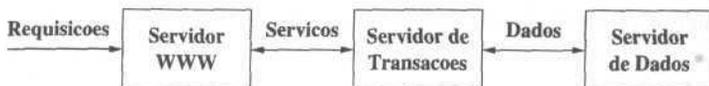


Figura 3: Fluxo de requisições em um servidor de comércio eletrônico

4.3 Implementação de Lojas Virtuais

Uma modalidade de comércio eletrônico muito popular são as lojas virtuais. A finalidade primeira dessas lojas é comercializar bens como livros e CDs.

Um conjunto típico de funcionalidades provido por lojas virtuais são:

3.2.2 Protocolos de Terceirização

Controle sobre o serviço Define quais os parâmetros que são providos pelo cliente quando da requisição do serviço terceirizado.

Requisição parametrizada: O cliente (agente terceirizado) conhece o serviço e os parâmetros necessários para a sua execução. Esse parâmetros são essenciais para o sucesso do serviço.

Requisição sem parâmetro (sem controle): O agente prestador de serviços não precisa de parâmetro algum para prestar o serviço.

Segurança no tráfego dos dados Define como os dados que os agentes, terceirizado e prestador de serviços, trocam serão transmitidos.

Dados criptografados: Todas as informações, parâmetros e mensagens enviadas entre os agentes são criptografadas.

Dados em texto puro: Não há criptografia sobre os dados que trafegam entre os agentes

Autenticação de agentes Esse critério determina a necessidade ou não de autenticação no momento que o agente terceirizado faz a requisição ao agente prestador de serviços.

Com autenticação: Para que a requisição seja processada, há a necessidade de se autenticar o agente terceirizado que a enviou. Esse processo é fundamental no caso de se escolher delimitação de cotas como fim lucrativo.

Sem autenticação: A requisição é processada sem uma prévia autenticação.

Temporização Esse critério define como será a forma de criação da requisição no agente prestador de serviços, além de determinar o comportamento do agente terceirizado assim que ele fez uma requisição por um serviço.

Assíncrono: O agente terceirizado não espera até que o agente prestador de serviços processe a requisição para que então envie a página ao usuário (browser). Assim que a requisição é feita, uma página é enviada.

Síncrono: A página é enviada ao usuário somente quando o agente prestador de serviços terminar de processar a requisição.

4 Arquitetura de Servidores de Comércio Eletrônico

Nesta seção discutimos a arquitetura de servidores de comércio eletrônico, descrevendo as suas funcionalidades, implementação, o seu desempenho e a caracterização das cargas de trabalho a que esses servidores estão submetidos.

Provedor de informação: O agente prestador de serviços pode ou não realizar algum processamento, mas obrigatoriamente deve fornecer como resultado uma informação.

Processamento de alto desempenho: O agente prestador de serviço possui uma boa infraestrutura de hardware e software e fornece serviços de demandam muito processamento.

Formato do Resultado Quando o browser do usuário requisita ao agente prestador de serviços a resposta à requisição, o agente deve saber qual o formato do dado que deve ser retornado ao cliente, no caso, um browser. Esse formato varia e é devido a essa característica que pode-se estender o modelo de terceirização proposto a qualquer ambiente que necessite de terceirização.

- Texto puro
- . HTML
- . XML
- Objeto (imagem, arquivo binário)

Finalidade Comercial Esse critério determina as características do serviço em relação ao lucro que se obterá com a prestação do mesmo.

Sem fins lucrativos: O serviço é prestado sem ônus adicional ao cliente da terceirização. Se esse critério é selecionado, o uso de autenticação no momento da requisição é dispensável, como mostrado posteriormente no texto.

Lucro por transação (requisição): O agente prestador de serviço cobra um valor por requisição feita, sendo que o número de requisições possíveis é ilimitado.

Delimitação de cotas: São criadas cotas no agente prestador de serviço, de forma que os clientes (agentes terceirizados) pagam um valor fixo (mensal, anual, etc) e têm o direito de realizar um certo número de requisições. Caso o número de requisições feitas ultrapasse o valor estipulado, pode ser cobrado um acréscimo por requisição adicional.

Personalização Define se o agente prestador de serviços pode manter as informações passadas como parâmetro do serviço para que posteriormente estas sejam usadas para a prestação de um serviço personalizado.

Habilitada: Podem ser usadas técnicas de personalização no processamento do serviço e mantidas os dados passados como parâmetro do serviço.

Desabilitada: O serviço é prestado sem o uso de personalização.

Garantia de sucesso da requisição Esse critério permite que o agente terceirizado possa saber se o serviço requisitado por ele foi executado com sucesso.

Confirmação pós-execução: Em caso de sucesso do processamento do serviço, o agente prestador de serviços envia ao agente terceirizado uma confirmação. Caso contrário, a confirmação não é enviada.

Sem confirmação: O agente terceirizado não sabe se o serviço foi prestado correntemente, pois a confirmação citada no item acima nunca é enviada.

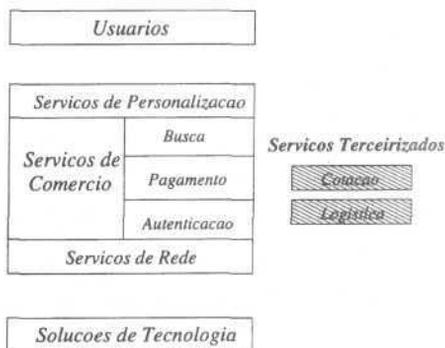


Figura 2: Possíveis Serviços Terceirizáveis

- Como os prestadores de serviços terceirizados serão especializados em um certo serviço, eles poderão, por exemplo, realizar promoções, melhorar esse serviço, enfim, eles terão maior flexibilidade e poder sobre o serviço prestado, resultando em um serviço personalizado e de qualidade para o usuário final;
- A especialização do prestador de serviços também traz o benefício de poder otimizar as configurações do sistema a fim de favorecer a prestação do serviço específico em questão;
- Não é mais necessária a sincronização entre o prestador de serviço e o sítio sempre que alguma alteração nos predicados do serviço ocorrer. Os sítios de terceirização são responsáveis pelas modificações que devem ser feitas, sendo estas refletidas a todos os clientes assim que forem efetuadas.

3.2 Caracterização de Serviços Terceirizados

Podemos caracterizar a terceirização de serviços de comércio eletrônico através de vários critérios, os quais podem ser divididos em duas categorias:

Natureza do serviço: Determinam as características inerentes ao serviço em si. Todos os critérios podem ser modificados e reconfigurados. Um conjunto desses critérios representa uma configuração possível do serviço a ser prestado.

Protocolo de terceirização: Esse critérios definem as características e o comportamento da requisição que os agentes terceirizados farão ao agente prestador de serviços. Como no item anterior, podem ser modificados e reconfigurados.

Esses conjuntos de critérios são discutidos nas seções a seguir.

3.2.1 Natureza do serviço

Tipo do Serviço Esse critério determina o que o prestador de serviços fará, ou seja, qual o tipo de serviço prestado por ele.

2.1 Serviços de Rede

Essa é a camada onde estão localizados os serviços responsáveis por dar suporte de rede ao comércio eletrônico (Internet, Extranet ou Virtual Private Network (VPN)). Dentre os serviços prestados nessa camada, podem ser destacados as implementações de protocolos de rede, conexões seguras e gerenciamento de recursos de rede. Eles representam a base para que o comércio eletrônico possa existir, além de possibilitar segurança e confiança ao usuário final.

2.2 Serviços de Comércio

Os serviços prestados por essa camada são exatamente os que são disponibilizados pelo sítio de comércio eletrônico. A terceirização de serviços atua nessa camada, retirando alguns serviços e delegando-os a terceiros. Com isso, o impacto que essa camada tem no desempenho da aplicação de comércio eletrônico se reduz. Podem ser observados nessa camada alguns serviços como: busca, pagamento, logística [9], cotação, autenticação, dentre outros.

2.3 Serviços de Personalização

Essa camada possui serviços que, como o próprio nome já diz, são personalizados de acordo com o usuário. À medida que as interações com os clientes crescem, seus perfis podem ser mais bem definidos, possibilitando uma personalização mais fiel.

3 Terceirização de Serviços de Comércio

3.1 Oportunidades de Terceirização

Como discutido na Seção 2.2, a camada que será afetada com o novo modelo de negócio será a de Serviços de Comércio. A figura 2 representa possíveis serviços a serem terceirizados¹ e mostra como seria a arquitetura de comércio eletrônico após a implementação do modelo de negócio. Pode-se observar que existe um número menor de funcionalidades na camada de Serviços de Comércio, reduzindo a carga do sítio e possibilitando uma melhoria na qualidade do serviço prestado.

Uma forma de realizar a terceirização seria criando um sítio que disponibilizasse serviços via requisições HTTP. Sempre que um sítio necessitasse de um serviço prestado por um outro sítio, ele enviaria uma requisição HTTP, informando os dados necessários. O sítio terceirizador de serviços, por sua vez, computará as informações vindas de seus clientes e disponibilizará uma resposta ao pedido recebido. Essa resposta é acessada diretamente pelos clientes WWW do sítio (por exemplo, um *browser*) que requisitou o serviço.

Com isso, a responsabilidade de computar a resposta à requisição fica com o sítio prestador de serviços terceirizados, cabendo aos sítios clientes do mesmo simplesmente o envio da requisição. O processamento da requisição é, então, transferido para o sítio que está prestando o serviço. São várias as vantagens:

¹ A figura 2 é simplesmente um exemplo, *não* significando que somente os serviços de cotação e logística podem ser terceirizados. Todos eles podem passar pelo processo de terceirização

As funcionalidades disponíveis nos primeiros sítios criados eram restritas devido ao pouco que se tinha explorado nessa área. Com o tempo, comércio eletrônico tornou-se um negócio promissor, atraindo cada vez mais investimentos de grandes empresas e estimulando o aparecimento de novas idéias.

Com o crescimento dos serviços oferecidos e da sua diversidade, além do aumento do número de usuários, o custo e o tempo de resposta dos sítios também cresceram. Essa diversificação causa problemas tanto para o desenvolvimento e operação do servidor de comércio eletrônico quanto para a sua escalabilidade. Quanto mais serviços, maior o número de tarefas a serem executadas.

Há basicamente dois fatores habilitadores de serviços terceirizados, ambos ligados à eficiência dos serviços como um todo. O grau de especialização dos agentes terceirizadores permite um serviço mais eficiente, seja pelo maior volume de serviços providos ou pela maior quantidade de informação disponível. A delegação de serviços também melhora a eficiência pela menor contenção pelo servidor que terceirizou serviços. Essa estratégia é freqüentemente empregada em sistemas paralelos, onde sempre que possível tenta-se sobrepor comunicação e computação. A terceirização de serviços é uma estratégia muito comum em sistemas de computação. Os vários tipos de co-processadores empregados desde os primeiros computadores construídos seja para execução de operações de entrada e saída e operações de ponto flutuante. Os computadores vetoriais, por exemplo, têm uma unidade de processamento que é responsável por gerenciar os vários processadores dedicados. Arquiteturas de memória compartilhada distribuída [4] se utilizam de co-processadores para manutenção da coerência da memória. Essa estratégia também tem sido utilizada extensivamente na WWW, integrando caches WWW [8], servidores de conteúdo [2] e clientes com servidores [10].

2 Serviços de Comércio Eletrônico

As arquiteturas de comércio eletrônico (ACE) atuais podem ser divididas em camadas [1]. Como mostrado na Figura 1, uma ACE é formada de três níveis de serviços: os serviços de rede, os serviços de comércio e os serviços de personalização.



Figura 1: Arquitetura Atual de Sítios de Comércio Eletrônico

- [6] G. Paixão, W. Meira Jr., V. Almeida, D. Menascé, A. Pereira. Design and implementation of a tool for measuring the performance of complex e-commerce sites. In *Proceedings of the 11th International Conference on Modelling Tools and Techniques for Computer and Communication System Performance Evaluation (Performance Tools 2000)*, March 2000.
- [7] D. A. Menascé, V. Almeida, R. Fonseca, and M. A. Mendes. Resource management policies for e-commerce servers. In *Proc. Second Workshop on Internet Server Performance*, Atlanta, GA, May 1st 1999. in conjunction with ACM SIGMETRICS 99/FCRC.
- [8] P. Krishnam and B. Sugla. Utility of co-operating web proxy caches. In *Proceedings of WWW7*, 1998.
- [9] Doug Tygar. Netbill: An internet commerce system optimized for network-delivered systems. *IEEE Personal Communications*, pages 20-25, August 1995.
- [10] Chad Yoshikawa, Brent Chun, Paul Eastham, Amin Vahdat, Thomas Anderson, and David Culler. Using smart clients to build scalable services. In *Proceedings of the 1997 USENIX Technical Conference*, Jan. 1997.