

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE INFORMÁTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

**UMA METODOLOGIA PARA DEFINIÇÃO
DE MODELOS DE COBRANÇA EM
AMBIENTES DE NUVENS COMPUTACIONAIS**

SILVIO AUGUSTO LANGER

Dissertação apresentada como
requisito parcial à obtenção do grau de
Mestre em Ciência da Computação na
Pontifícia Universidade Católica do Rio
Grande do Sul.

Orientador: Prof. César Augusto. F. De Rose

Porto Alegre

2012

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

L276m Langer, Silvio Augusto

Uma metodologia para definição de modelos de cobrança em ambientes de nuvens computacionais / Silvio Augusto Langer. – Porto Alegre, 2012.

138 p. : il.

Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Informática, PUCRS.
Orientador: Prof. Dr. César Augusto F. De Rose.

1. Informática. 2. Computação em Nuvem. 3. Cobrança. I. De Rose, César Augusto F. II. Título.

CDD 004.36

**Ficha Catalográfica elaborada pelo
Setor de Tratamento da Informação da BC-PUCRS**



Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
FACULDADE DE INFORMÁTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

TERMO DE APRESENTAÇÃO DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Dissertação intitulada "Uma Metodologia para Definição de Modelos de Cobrança em Ambientes de Nuvens Computacionais", apresentada por Silvio Augusto Langer como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação, Processamento Paralelo e Distribuído, aprovada em 28/03/2012 pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. César Augusto FonticIELha De Rose -
Orientador

PPGCC/PUCRS

Prof. Dr. Luiz Gustavo Leão Fernandes -

PPGCC/PUCRS

Prof. Dr. Luciano Paschoal Gaspari -

UFRGS

Homologada em 05/06/2015, conforme Ata No. 09 pela Comissão Coordenadora?

Prof. Dr. Paulo Henrique Lemelle Fernandes
Coordenador.

PUCRS

Campus Central

Av. Ipiranga, 6681 - P32- sala 507 - CEP: 90619-900

Fone: (51) 3320-3611 - Fax (51) 3320-3621

E-mail: ppgcc@pucrs.br

www.pucrs.br/facin/pos

AGRADECIMENTOS

Quando traçamos nossos objetivos e vamos em busca deles, nosso êxito somente será completo se, ao final da conquista, dividirmos os méritos conquistados e agradecermos às pessoas que estiveram presente ao nosso lado durante todo o percurso. Por essa razão, expresso aqui os meus mais sinceros agradecimentos.

Ao Professor Dr. César Augusto F. De Rose, meu orientador, pela competência científica e acompanhamento do trabalho, pela disponibilidade e generosidade reveladas ao longo destes anos de trabalho, assim como pelas críticas, correções e sugestões relevantes feitas durante a orientação.

Um agradecimento especial a todos os colegas e amigos do LAD, que de alguma forma ajudaram-me na conclusão desta dissertação.

Agradeço também a revisora deste trabalho, Regina Coeli, por sua ajuda, suas sugestões e pela troca de ideias durante quatro meses.

Por fim, agradeço a minha família, que sempre me incentivou desde criança na busca pelo estudo e pelo conhecimento. Minha esposa, Gabriella Howes Langer, por tudo que representa para mim, minha companheira, sempre ao meu lado nos momentos difíceis e apoiando minhas decisões.

Esse trabalho foi desenvolvido com apoio financeiro da DELL Brasil Ltda.

UMA METODOLOGIA PARA DEFINIÇÃO DE MODELOS DE COBRANÇA EM AMBIENTES DE NUVENS COMPUTACIONAIS

RESUMO

Atualmente, as nuvens computacionais são consideradas um novo conceito para o fornecimento de infraestrutura computacional. Neste ambiente, os clientes acessam e utilizam software, plataforma ou infraestrutura como serviços, sendo cobrados por seu uso. Há dificuldades entre os provedores em definir um modelo de cobrança para esse ambiente por envolver a execução de uma série de processos na identificação dos melhores parâmetros, considerando requisitos específicos dos modelos de serviços, da infraestrutura disponível, dos produtos ofertados e dos clientes, e também, das estratégias de venda e do custo de operação por parte do provedor. Uma metodologia para definição de modelos de cobrança foi elaborada em função do problema descrito mediante a revisão da literatura e de práticas reconhecidas de cobrança. Foram construídos oito formulários, abarcando os processos da metodologia e submetidos aos responsáveis pelo Laboratório de Alto Desempenho da PUCRS, conforme os procedimentos de estudo de caso único. Pela metodologia são sugeridos novos parâmetros para os modelos de cobrança bem como indicação de um novo produto: armazenamento além, das já existentes, VM's 24x7 e *cluster*. A metodologia aplicada refere-se a um caso único, porém, permite seu uso extensivo a outros casos, inclusive, para sua validação.

Palavras-chave: Modelos de Cobrança, Nuvens Computacionais, Metodologia para definição de modelos de cobrança

A METHODOLOGY TO DEFINE CHARGING MODELS IN CLOUD COMPUTING ENVIRONMENTS

ABSTRACT

Nowadays cloud computing is considered a new concept for the provision of computational infrastructure. In this environment, clients can access and use software, platform or infrastructure as a service to reduce their costs, compared to the traditional values of *datacenter* model. To make this feasible, customers are charged by the use of computer resources by means of a charging model. These models determine how the use of any product or service will be paid by a client to a service provider. However, the definition of a charging model involves the execution of a series of processes so that is possible to identify the best parameters of the model for each provider. Therefore, it is necessary to clearly define the type of service that the provider adopts and the products you want to offer to the market. Moreover, it is necessary to verify the sales strategies adopted by the provider and the cost of operation. These difficulties were also found by PUCRS High Performance Laboratory (LAD-PUCRS). To facilitate this process, this paper presents a methodology to define and optimize charging models for providers of cloud computing. The method was applied in the LAD, which resulted in several improvements to the charging models used by the laboratory. Furthermore, the application of the methodology in this case study was evaluated and contributed to its improvement.

Keywords: Charging models, Cloud Computing, Methodology for the definition of charging models

LISTAS DE FIGURAS

Figura 2.1 – Modelos de Serviços em Nuvens Computacionais.....	34
Figura 3.1 – Serviço de Provisionamento – Subprocesso da Cadeia [LGC+10].....	45
Figura 3.2 – Excesso de Recursos Reservados[AWS10].....	51
Figura 5.1 – Processo: Analisar Características do Provedor.....	65
Figura 5.2 – Tarefas do Subprocesso: Definição dos Produtos.....	67
Figura 5.3 – Tarefas do Subprocesso: Definição da Estratégia de Venda.....	69
Figura 5.4 – Tarefas do Processo: Analisar a Capacidade Instalada	70
Figura 5.5 – Tarefas do Processo: Analisar Custo	74
Figura 5.6 – Tarefas do Processo: Elaborar Modelos de Cobrança	80
Figura 5.7 – Subprocesso: Construção dos Modelos de Cobrança.....	81
Figura 6.1 – Memória utilizada por um nodo em porcentagem.....	89
Figura 6.2 – Número de Núcleos alocados em função dos Jobs submetidos.....	90
Figura 6.3 – Proporção de consumo de energia por equipamento.....	94

LISTAS DE TABELAS

Tabela 3.1 – Ofertas de Serviços por Demanda [WABS09]	43
Tabela 6.1 – Classes do produto <i>Cluster</i>	87
Tabela 6.2 – Equipamentos de Armazenamento instalados no Provedor	93
Tabela 6.3 – Equipamentos de Rede instalados no Provedor	93
Tabela 6.4 – Servidores Físicos instalados no Provedor.....	93
Tabela 6.5 – Custos Operacionais estimados do Provedor LAD-PUCRS.	95
Tabela 6.6 – Mapeamento das Atividades do Provedor LAD-PUCRS.....	95
Tabela 6.7 – Associação dos Custos às Atividades do Provedor LAD-PUCRS	95
Tabela 6.8 – Atribuição de Custos aos Produtos do LAD-PUCRS.	96
Tabela 6.9 – Dados de uso do <i>cluster</i> : mês outubro de 2011.....	100
Tabela 6.10 – Comparativo entre os modelos de cobrança em valores monetários	101
Tabela 6.11 – Classificação das Taxas de Manutenção para os Modelos de Cobrança .	102
Tabela 6.12 – Síntese dos modelos de cobrança para o LAD-PUCRS	103

LISTA DE SIGLAS

ABC	<i>Activity based costing</i>
API	<i>Application Programming Interface</i>
AWS	<i>Amazon Web Service</i>
BPMN	<i>Bussiness Process Modeling Notation</i>
CPU	<i>Central Processing Unit</i>
EC2	<i>Elastic Compute Cloud</i>
Gb	<i>Gigabyte</i>
GSI	<i>Grid Security Infrastruture</i>
HPC	<i>High Performance Computing</i>
I/O	<i>Input /Output</i>
IaaS	<i>Infrastructure as a Service</i>
IETF	<i>Internet Engineering Task Force</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>
LAD	Laboratório Avançado de Desempenho
Mb	<i>Megabyte</i>
OMG	<i>Object Management Group</i>
PaaS	<i>Plataform as a Service</i>
PUCRS	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
QoS	<i>Quality of services / Qualidade de Serviço</i>
RH	Recursos Humanos
RPC	<i>Remote Procedure Call</i>
S3	<i>Simple Storage Service</i>
SaaS	<i>Software as a Service</i>
SDK	<i>Software Development Kit</i>
SLA	<i>Service Level Agreement</i>
SOA	<i>Service-oriented architecture</i>
SOAP	<i>Simple Object Access Protocol</i>
SORMA	<i>Self-Organizing ICT Resource Management</i>
TI	Tecnologia da Informação
VM	<i>Virtual Machine</i>
WSDL	<i>Web Service Definition Language</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	21
2	INFRAESTRUTURA DE TI E SERVIÇOS.....	25
2.1	Grades Computacionais. Computação Utilitária. Nuvens Computacionais: diferenciações.....	26
2.2	Conceituações de Nuvens Computacionais.....	29
2.3	Tecnologias Aplicadas às Nuvens Computacionais	31
2.4	Formatos de Entrega EM Nuvem Computacional	32
2.5	Modelos de Serviços em Nuvens Computacionais	34
2.5.1	<i>Infrastructure as a Service (IaaS)</i>	35
2.5.2	<i>Plataform as a Service (PaaS)</i>	35
2.5.3	<i>Software as a Service (SaaS)</i>	36
3	MODELOS DE COBRANÇA	39
3.1	Estado da Arte.....	39
3.2	Componentes dos Modelos de Cobrança	44
3.2.1	<i>Metering</i>	46
3.2.2	<i>Accounting</i>	47
3.2.3	<i>Pricing</i>	49
3.2.4	<i>Tarifa</i>	53
3.2.5	<i>Billing</i>	53
4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	55
4.1	Revisão Bibliográfica.....	55
4.2	Método do Estudo de Caso.....	55
4.3	Campo de Pesquisa	57
4.4	Participantes.....	58
4.5	Coleta de Dados.....	59
4.6	Análise e interpretação dos dados e avaliação do processo de pesquisa	60

5	DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA PARA DEFINIÇÃO DE MODELOS DE COBRANÇA EM NUVENS COMPUTACIONAIS	63
5.1	Processo: Analisar Características.....	64
5.1.1	<i>Tarefa: Definição do Modelo de Serviço</i>	65
5.1.2	<i>Subprocesso: Definição dos Produtos</i>	67
5.1.3	<i>Subprocesso: Definição da Estratégia de Venda</i>	68
5.2	Processo: Analisar a Capacidade Instalada.....	70
5.2.1	<i>Tarefa: Envio de solicitação sobre capacidade instalada</i>	70
5.2.2	<i>Tarefa: Realização do Levantamento da Capacidade Instalada</i>	70
5.2.3	<i>Tarefa: Envio de Relatório da Capacidade Instalada</i>	70
5.3	Processo: Analisar Custos	71
5.3.1	<i>Tarefa: Realização do Levantamento dos Custos Operacionais do Provedor</i>	75
5.3.2	<i>Tarefa: Identificação das Atividades do Provedor</i>	76
5.3.3	<i>Tarefa: Associação dos Custos às Atividades</i>	78
5.3.4	<i>Tarefa: Atribuição de Custos aos Produtos</i>	79
5.4	Processo: Elaborar Modelos de Cobrança	80
5.4.1	<i>Subprocesso: Construção dos Modelos de Cobrança</i>	81
5.4.2	<i>Tarefa: Definição do Método para Análise</i>	82
5.4.3	<i>Tarefa: Avaliação dos modelos de cobrança</i>	83
6	ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PARA DEFINIÇÃO DE MODELOS DE COBRANÇA PARA AMBIENTES DE NUVENS COMPUTACIONAIS	85
6.1	Definir Características do Provedor.....	85
6.1.1	<i>Modelo de Serviço</i>	85
6.1.2	<i>Produtos do LAD- PUCRS</i>	86
6.1.3	<i>Estratégias de Venda do LAD-PUCRS</i>	87
6.2	Capacidade instalada LAD- PUCRS	92
6.3	Custos do LAD - PUCRS.....	93
6.4	Modelos de Cobrança	96

6.4.1	<i>Parâmetros de pricing</i>	97
6.4.2	<i>Definição da tarifa</i>	97
6.4.3	<i>Definição dos parâmetros de Billing</i>	99
6.5	Modelos de Cobrança Propostos ao LAD-PUCRS.....	100
6.5.1	<i>Tarefa: Definição do Método de Análise</i>	100
6.5.2	<i>Tarefa: Avaliação dos Modelos de Cobrança</i>	100
6.5.3	<i>Sugestões de redefinição dos modelos de cobrança e produtos do LAD-PUCRS</i>	103
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	107
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	113
	ANEXO A.....	118
	APÊNDICE A - PROTOCOLO DE PESQUISA.....	120
	APÊNDICE B – ARTEFATOS DA METODOLOGIA	123

1 INTRODUÇÃO

As nuvens computacionais e os paradigmas a elas relacionados vêm sendo discutidos do ponto de vista técnico e econômico pela academia. A partir desse modelo de negócio surgiram inúmeros serviços na área computacional e os já existentes foram remodelados.

As empresas, aderindo as tendências atuais, parecem cada vez mais motivadas a concentrar modelos de negócios inovadores em vários aspectos da computação em nuvem para prover soluções, tanto em setores mais tradicionais quanto *games*, animação, produção de filmes, entre outros, mas também, impulsionar setores envolvidos diretamente com comércio eletrônico. A adoção massiva das nuvens computacionais pode incentivar a criação de negócios inovadores que tendem a usar a *Internet* com mais intensidade.

Através desse mercado, provedores podem beneficiar-se, acessando novos clientes e mercados, melhorando os tempos de sua implantação, podendo baixar seus custos e atingir novos fluxos de receita. Neste sentido, vários projetos de pesquisa começam a desenvolver estratégias para gerenciamento de recursos, baseados em preços que suportem a computação utilitária [DMJF10]. Para tanto, é necessário ter clareza dos modelos de serviço que o provedor adota ou pretende adotar, bem como, dos produtos que pretende oferecer ao mercado e quais clientes pretende atingir. É importante, para tanto, definir estratégias de venda para atrair clientes e oferecer modelos de cobrança que otimizem receitas.

Com o advento dos *clusters* e sua adoção massiva por inúmeros grupos de pesquisa, sobretudo no meio acadêmico, nascem as grades computacionais. Com o passar do tempo, essas grades saem desse domínio e são implementadas com finalidade comercial. Também nas universidades que trabalhavam em conjunto e mantinham projetos de grades computacionais, diagnosticou-se a necessidade de cobrar pelos recursos computacionais utilizados por um cliente ou pela oferta desses. Inúmeros projetos na área como *GridBank* [BB03] e SORMA[MG10] criaram suas próprias ferramentas para esta finalidade.

Na literatura, percebe-se que o gerenciamento de recursos tem sido pautado sob diferentes aspectos. Os primeiros trabalhos que focam a necessidade de cobrar recursos computacionais, referem-se à área de redes. Nestas, inicialmente, encontram-se propostas de cobrança pela quantidade de banda utilizada por um usuário. Em seguida, percebe-se que este modelo beneficia apenas clientes com grande consumo de banda e prejudica usuários que fazem uso esporádico dos serviços. Assim, começam a ser implementados novos modelos, visando o aprimoramento daquele através de diferentes parâmetros para cobrar clientes com diferentes necessidades.

Da mesma forma como ocorreu com as redes, as grades computacionais propuseram os primeiros modelos de cobrança baseados em uso, cobrando uma taxa fixa pelos recursos consumidos. No caso das grades computacionais, o produto ofertado pelos provedores, na grande maioria, é o processamento massivo. Novos modelos de cobrança surgem para otimizar a forma como os provedores cobram pelo uso dos recursos computacionais. Buyya *et al* [BM02] descrevem em seu trabalho, alguns desses modelos utilizados pelos provedores. A grande maioria deles adota parâmetros diferentes para incentivar o consumo dos recursos ou controlar a demanda. Os autores acreditam que esta abordagem de prover incentivos econômicos, promove as grades computacionais a uma plataforma de computação que pode levar ao surgimento de um novo serviço de computação.

As grades computacionais, por esta razão, tornam-se comerciais com a computação utilitária. Neste paradigma, provedores com *datacenters* passaram a explorar o poder computacional de *cluster* e servidores comerciais. Esta forma de gerenciamento de recursos utiliza muito a experiência desenvolvida pelas grades computacionais e seus modelos de cobrança com parâmetros mais definidos.

É muito difícil definir os limites entre as grades computacionais e a computação utilitária, pois ambas se confundem pela utilização de *datacenters*, pela disponibilização de recursos computacionais e pela cobrança dos mesmos. Reconhece-se que as nuvens computacionais, em escala cada vez maior, estão estabelecendo um novo paradigma no que se refere à comercialização de recursos computacionais. Vários autores consideram as nuvens computacionais o quinto utilitário entre a água, a energia, o telefone, a *Internet* e apostam que estabelecerão um novo conceito tecnológico. Comparadas às grades computacionais, as nuvens oferecem diversos produtos e serviços e têm ainda, um claro propósito de comercialização de recursos computacionais, tornando-se um negócio. Também, as nuvens computacionais encontram a mesma dificuldade em determinar ou definir seus modelos de cobrança.

Para Lindner *et al* [LGC+10], as nuvens computacionais são um serviço que combina a entrega de tecnologia de informação (TI), de componentes de infraestrutura e um modelo econômico. A aquisição de recursos, capacidades e manutenção da infraestrutura através das nuvens computacionais permitem que os clientes possam acessar e usar software, plataforma ou infraestrutura como serviço, podendo reduzir os seus custos se comparados aos tradicionais do modelo de *datacenter*.

Provedores têm feito grandes investimentos com o objetivo de ofertar seus recursos computacionais e, concomitantemente, têm intensificado a determinação de modelos de

cobrança mais eficientes que aumentem suas receitas. No entanto, definir um modelo de cobrança não é tarefa simples.

A motivação para o estudo aqui apresentado veio, justamente, do desafio posto pela relação entre a expansão e a venda de serviços computacionais em nuvem e a consequente necessidade de definição de modelos de cobrança pelos provedores. Esses cenários supõem a execução de uma metodologia envolvendo uma série de processos para identificação dos melhores parâmetros, considerando requisitos específicos dos modelos de serviços, da infraestrutura disponível, dos produtos ofertados e dos clientes, e também, das estratégias de venda e o custo de operação por parte do provedor. Em resumo, a realidade incentivou a pesquisa, demandando uma metodologia para definição de modelo de cobrança em resposta ao problema.

A escolha do Laboratório de Alto Desempenho da Pontifícia Universidade Católica (LAD-PUCRS) se justifica porque o Laboratório gerencia recursos, oferta diferentes produtos e possui clientes com demandas diversificadas o que o aproxima das características do paradigma das nuvens computacionais; depois, um dos problemas detectados em sua prática está na definição dos parâmetros a serem utilizados nos modelos de cobrança adotados a fim de aperfeiçoá-los ou alterar a forma como os seus clientes são cobrados; e, pelo fato do autor do estudo estar vinculado à Instituição enquanto bolsista pesquisador do Laboratório.

O estudo realizado teve por objetivo geral propor uma metodologia para a definição de um modelo de cobrança para provedores. Os objetivos específicos foram: averiguar a forma como atualmente os provedores estabelecem seus modelos de cobrança em nuvens computacionais a partir do levantamento das características do provedor; investigar parâmetros para determinar modelos de cobrança por essas características e pelos recursos utilizados por requisitos de seus usuários; inferir modelos de cobrança nos paradigmas discutidos na literatura e na prática; formular artefatos, considerando a prática do Laboratório, a fim de obter informações sobre clientes, produtos e características do provedor segundo a metodologia a ser proposta; aplicar a metodologia proposta entre diferentes participantes responsáveis pela execução dos processos e tarefas no Laboratório; analisar e interpretar as informações, verificando a aplicabilidade da metodologia.

Com a opção pelo método de estudo de caso único buscou-se adequar o objeto de pesquisa e sua proposta uma vez que se intencionava apenas análises exploratórias em uma situação de avaliação que não apresentava um conjunto simples e claro de resultados. Os temas predominantes na área de Sistema de Informação relacionam-se com estudos de

caso das possíveis causas (porquês) e formas (como) do sucesso e/ou fracasso de uma informação, para suporte a uma decisão [BGM87].

Os estudos teóricos realizados em torno de diferentes parâmetros de cobrança em diferentes paradigmas computacionais associados à realidade do provedor – campo da pesquisa, foi possível elaborar e propor uma metodologia para definição de modelos de cobrança em ambiente de nuvem computacional, com seus diversos processos e tarefas mediante um fluxo a ser executado e aplicar conforme estudo de caso único no provedor selecionado. Há expectativa de aplicabilidade generalizada, após outros estudos de validação, ressalvado que este não era o foco no primeiro momento.

Portanto, a metodologia elaborada contribui com procedimentos para provedores que busquem reformular seus modelos de cobrança, mas têm dificuldade de compreender todo o processo. A metodologia proposta sugere o estabelecimento de diversos processos, representados por um diagrama a ser seguido pelos provedores. Os resultados, após a aplicação da metodologia, são a [re]definição de modelos de cobrança que aumentem suas receitas, otimizem a utilização de sua infraestrutura, agreguem mais clientes e ofereçam novos produtos. Para tanto, a metodologia supõe a adequação dos parâmetros de cada um dos produtos do provedor e fornecer uma classificação mais adequada dos usuários aos modelos de cobrança.

Esta dissertação está estruturada em sete capítulos com suas respectivas seções e subseções, da seguinte maneira, após esta INTRODUÇÃO ao texto segue o Capítulo 2, apresentando a INFRAESTRUTURA DE TI E SERVIÇOS. O Capítulo 3 descreve os MODELOS DE COBRANÇA em diferentes paradigmas e no Capítulo 4, os PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS. Os capítulos 5 e 6 tratam, respectivamente, da DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA PARA DEFINIÇÃO DE MODELOS DE COBRANÇA EM NUVENS COMPUTACIONAIS e ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PARA DEFINIÇÃO DE MODELOS DE COBRANÇA PARA AMBIENTES DE NUVENS COMPUTACIONAIS. A síntese geral do estudo realizado, sua avaliação e as projeções para continuidade de pesquisas são apresentadas nas CONSIDERAÇÕES FINAIS (Capítulo 7). Completam o texto deste estudo, as REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS que sustentaram a pesquisa e a inclusão do ANEXO A, ELEMENTOS E NOTAÇÕES DA BPMN e os APÊNDICES A - PROTOCOLO DE PESQUISA e APÊNDICE B – ARTEFATOS DA METODOLOGIA em número de oito, correspondendo a cada processo da metodologia.

2 INFRAESTRUTURA DE TI E SERVIÇOS

O progresso das investigações de uma nova tecnologia depende da organização rigorosa do seu domínio de conhecimento e de uma compreensão abrangente de todos os seus componentes relevantes e suas relações. Conforme Youseff *et al* [YBDS08], as nuvens computacionais são uma tecnologia contemporânea oriunda de várias áreas de computação e de muitas pesquisas feitas pela comunidade científica. Com aplicações computacionais cada vez mais complexas e uma crescente demanda por seus recursos intensifica-se a difusão dos conceitos de grade computacional e nuvens computacionais.

Acredita-se que as grades computacionais e outros paradigmas contribuíram muito para o amadurecimento e para a adoção das nuvens computacionais e que estas são uma evolução daquelas. Embora existam diferenças entre estes dois tipos de oferta de recursos, percebe-se que as nuvens computacionais herdaram vários aspectos das grades computacionais e tornaram a oferta e o gerenciamento desses recursos num mercado que movimenta cada vez mais valores ao redor do mundo.

Comparações realizadas indicam a evolução e a passagem de um conceito econômico basicamente sustentado pela troca compartilhada de recursos a outro, com base no lucro, como constitui atualmente as nuvens computacionais. Esses comparativos incluem também, a presença de aspectos técnicos e, não apenas de aspectos econômicos, considerados na oferta de recursos através da nuvem.

Rappa [Rap04] associa essas transformações às da eletricidade na virada do século passado quando não havia um sistema centralizado. Há ganhos de eficiência a serem adquiridos a partir da centralização e da industrialização de TI - por meio de melhor utilização da capacidade e da redução de custos, dentre outros fatores. Em vez de comprar, operar e manter seus próprios servidores internos e *datacenters*, as organizações podem optar por adquirir essa capacidade e os serviços dos provedores, muitas vezes, a um custo muito menor e talvez, com mais recursos do que suas próprias infraestruturas instaladas.

É importante deixar claro, que a transição de um modelo compartilhado de recursos para um modelo de negócio não está totalmente amadurecido e gera muitas dúvidas para provedores e seus clientes visto que a troca de parâmetros trouxe alguns problemas, os quais precisam ser resolvidos para que as nuvens computacionais, de fato, se tornem uma tecnologia cada vez mais adotada pelas empresas.

2.1 GRADES COMPUTACIONAIS. COMPUTAÇÃO UTILITÁRIA. NUVENS COMPUTACIONAIS: DIFERENCIAÇÕES.

Indiscutivelmente, as nuvens computacionais estão atraindo muita atenção. Isso reforça a confusão geral sobre o paradigma e suas capacidades, atribuindo à nuvem qualquer solução que permita terceirizar hospedagem e recursos de computação. Na prática, também há confusão em torno do conceito de nuvens computacionais por sua relação com as grades. As distinções não são claras, talvez porque as nuvens e as grades compartilhem algumas características semelhantes, tais como: reduzir os custos de computação, aumentar a flexibilidade e a confiabilidade bem como, utilizar *hardware* operado por terceiros [SSWR10].

Em 2002, Foster *et al* [FZRL08] propuseram uma definição de grade como “um sistema que coordena recursos não sujeitos ao controle centralizado, com padrão aberto, protocolos de propósito geral e interfaces para entregar qualidades não triviais de serviço”. Para Elmroth *et al* [EMHF09], as grades podem ser vistas como um dos vários antecessores de computação em nuvem, frequentemente utilizados para fazer grandes cálculos, usando grandes quantidades de recursos, enquanto nuvens computacionais têm a finalidade de disponibilizar uma grande quantidade de recursos para diversas aplicações por um longo período de tempo.

Identificam Foster *et al* [FZRL08] diferenças entre grades e nuvens computacionais em vários aspectos: modelo de segurança, programação, aplicação, abstração, dentre outros. A virtualização é também apontada como um dos elementos que distingue as grades computacionais das nuvens. Estas aproveitam a virtualização para maximizar o poder de computação. Enquanto as grades alcançam grande utilização na atribuição de uma tarefa ou trabalho em vários servidores, a virtualização em nuvens computacionais alcança grande utilização ao permitir que vários servidores sejam instanciados em um equipamento.

Os termos computação nas nuvens e computação utilitária, um outro conceito também utilizado, são frequentemente usados como sinônimos, mas os especialistas explicam que a computação em nuvens é um avanço em relação à utilitária. É certo que esta também oferece recursos agrupados sob demanda. A diferença é que a computação em nuvem se destina, especificamente, às novas infraestruturas ultrapoderosas em que soluções sob medida são projetadas e implantadas para executar aplicativos virtuais de desempenho extremo, compartilhando recursos e disponibilizando capacidade de aumentar e diminuir dinamicamente seu tamanho, além de oferecer redundância às falhas, elevando a computação utilitária a um nível estratosférico.

Para Andrzejak *et al* [AAR02], a computação utilitária tem sido proposta como um mecanismo de partilha para uma utilização mais eficaz da infraestrutura de computação. Isso pode levar a períodos prolongados nos quais os recursos são subutilizados. A partilha de recursos em várias aplicações podem: aumentar a utilização de ativos; manter os recursos ocupados; melhorar a agilidade dos negócios; tornar os recursos disponíveis na demanda por meio da redução do consumo de energia ao deslocar o trabalho a partir de recursos levemente carregados, colocando-os num modo de economia de energia com menor custo global das propriedades e reduzindo a quantidade e o espaço necessários para a infraestrutura e ainda, aumentando a automatização.

Por esta realidade, que é comum confundir computação em nuvem com computação utilitária. Basicamente, a computação utilitária envolve clientes que recebem recursos de TI de um provedor de serviços terceirizados e pagam somente pelo que usa. Já as principais diferenças entre grades e nuvens computacionais quanto ao gerenciamento, às tecnologias aplicadas, à disponibilidade de recursos e a forma de fazê-lo, podem ser identificadas pelos: modelo de negócio, modelo de computação e compartilhamento de recursos e nível de abstração e de segurança.

O **modelo de negócio** em nuvens computacionais cobra taxas de acordo com a utilização dos serviços, através de um *Service Level Agreement* (SLA) entre o cliente do serviço e o seu provedor, baseado por exemplo, em Mb de dados armazenados, Mb de dados transmitidos, disponibilidade do serviço etc. É semelhante ao que se faz hoje para comprar energia elétrica e água [Wyl09]. De acordo com Foster *et al* [FZRL08], para um cliente acessar um serviço é preciso apenas acordar os termos de um SLA, não sendo necessário se preocupar com quais recursos de *hardware* que serão utilizados para isso. Por outro lado, o modelo de grade prevê que o cliente saiba, antecipadamente, quais recursos deseja utilizar, de forma a requisitá-los.

Na prática, o modelo de cobrança mais difundido neste paradigma é a operação através de uma forma cooperativa, por meio da qual uma instituição que possui recursos disponíveis se associa a outra, e juntas, formam uma grade que combinam as suas capacidades de processamento e armazenamento.

Em relação ao **modelo de computação e compartilhamento de recursos**, a maioria das grades disponíveis utiliza o modelo de programação em *batch*, no qual uma aplicação cliente solicita a uma grade que um determinado conjunto de *jobs* seja executado durante um determinado período, dentro de uma quantidade de recursos específicos [FZRL08]. Assim, o provedor da grade provê a seus usuários um certo controle sobre os

recursos disponibilizados. Eventualmente, as grades não possuem recursos suficientes à disposição do usuário, neste caso, sua aplicação ficará em uma fila, aguardando para ser atendida.

Já em nuvens computacionais, a situação é bastante diferente. Sua utilização parte do pressuposto de que os recursos necessários sempre estarão disponíveis [VMCL09], obrigando o fornecedor do serviço a garantir sua disponibilidade dentro dos limites do SLA, acordado entre as partes [BYV+09]. Assim, o usuário não tem acesso aos recursos propriamente dito, mas apenas à disponibilidade e à capacidade de processamento e de armazenamento que proporcionam. Desse modo, diferentemente das aplicações em grades, as aplicações desenvolvidas para serem clientes de nuvens computacionais não se preocupam em gerenciar, monitorar ou escalonar a utilização dos recursos.

Uma das grandes diferenças entre implementações de grades e nuvens computacionais, ocorre no **nível de abstração e de facilidade de uso**, pela simplicidade das interfaces através das quais os serviços em nuvens são providos [JM08]. Existem implementações que se propõem fornecer os mesmos tipos de serviço. Essas facilidades providas pelo maior nível de abstração utilizado nas nuvens computacionais têm origem em seu modelo de negócio que oferece aos clientes uma ideia de que os recursos disponíveis são ilimitados e de que cada cliente irá pagar por esses recursos de forma proporcional ao que utilizar. Para que este modelo seja financeiramente viável, é necessário um grande volume de clientes, o que torna complicado de atingir, caso as interfaces utilizadas para acessar as nuvens computacionais sejam complexas.

Também, a forma como as grades e nuvens computacionais tratam a questão da **segurança** é bastante diferente. O controle de segurança em nuvens computacionais é muito mais simples do que a implementada por grades [FZRL08], [JM08]. Nestas, são utilizados protocolos *Grid Security Infrastructure* (GSI) para autenticação, autorização e proteção de comunicações, enquanto que as implementações em nuvens utilizam, em geral, um formulário na *Internet* para cadastro e concluem o processo de identificação através do envio de uma senha por *e-mail*, sem preocupação com segurança ou criptografia [FZRL08].

Assim, o nível de confiança de um usuário com acesso à grade é muito maior em comparação ao que tem acesso às nuvens computacionais. Esta diferença é esperada, visto que o controle exercido pelos usuários de uma grade sobre os recursos disponíveis é muito maior do que o exercido sobre uma nuvem computacional. Apesar de menos sofisticado, não se pode afirmar que o controle de segurança disponibilizado por uma nuvem

computacional seja inadequado. É que o nível de segurança implementado está relacionado, apenas, a uma exigência menor.

2.2 CONCEITUAÇÕES DE NUVENS COMPUTACIONAIS

O que distingue a nuvem computacional de outros paradigmas que a antecederam, é a evolução de uma vasta gama de tecnologias para *Internet*. O sucesso de empresas como *Google*, *Facebook* e *Amazon* é a programação avançada (acesso a APIs, RPCs, SDKs) proposta pelos desenvolvedores, afirmam Lenk *et al* [LKN+09].

O modelo de nuvens computacionais, segundo Wyld [Wyl09], representa nada menos do que uma mudança fundamental para a computação, sobretudo em relação à localização dos recursos computacionais. Com o crescimento do uso da *Internet*, com a proliferação de dispositivos móveis, com a necessidade de eficiência energética, constata-se que este modelo de computação está baseado na ideia da computação como utilidade, conforme descreve Rappa, detalhadamente [Rap04].

Afirmam Buyya *et al* [BYV+09] que nuvens computacionais podem ser definidas como um tipo de sistema paralelo e distribuído, que consiste num conjunto de computadores interligados e virtuais, dinamicamente provisionados e apresentados como um ou mais recursos de computação unificada, baseados em SLA's e estabelecidos através da negociação entre o prestador do serviço e o consumidor. Para esses autores, as nuvens computacionais tornaram-se um paradigma estabelecido para executar serviços em infraestruturas nas quais capacidade ilimitada e virtualizada podem ser alocadas a fim de se adequar às necessidades de diferentes usuários e novas instâncias podem ser desenvolvidas ou instaladas em pouco tempo.

Para Elmroth *et al* [EMHF09], as nuvens computacionais denotam um serviço dinamicamente elástico, utilizado por *datacenters*. No caso, a entrega, também, torna a unidade mínima de compra mais granular. Nesse contexto, as empresas passam a comprar o *software* por hora, em vez de obter uma licença ou adquirir o espaço do servidor por período, tamanho e tempo, em vez de locar um servidor físico [IBM10]. Segundo Armbrust *et al* [AFG+09], a ideia original por trás das nuvens computacionais, ou seja, da computação como utilidade, tornou-se uma realidade através de novas tecnologias, como *Web 2.0*, da virtualização e do mundo dos negócios interligados através da *Internet* [Ana10].

Aos poucos, as grandes empresas estão adotando apenas alguns tipos de serviços públicos baseados em nuvem. A demanda é crescente por serviços de nuvem pública em torno de benefícios de aplicativos para RH, *e-commerce* e armazenamento, por exemplo.

Também estão interessadas em construir ou alugar esses serviços para oferecer suporte a grandes cargas de trabalho e, ao mesmo tempo, projetos de curto prazo. Além disso, a nuvem oferece novas maneiras para proteger os usuários da complexidade crescente da gestão de uma infraestrutura de TI.

As aplicações emergentes em nuvens computacionais, como redes sociais, portais de jogos, aplicações de negócio, entrega de conteúdo e *workflows* científicos operam na camada mais elevada da arquitetura [CRRB09]. Essas aplicações possuem diferentes requisitos de QoS (*Quality of Service*) de acordo com a criticidade de tempo e os padrões de interação dos utilizadores.

Esta multiplicidade de interfaces oferece uma oportunidade sem precedentes aos integradores de sistemas para que realizem suas ideias de negócio com um investimento mínimo no desenvolvimento de infraestrutura. Como afirmam Lenk *et al* [LKN+09], a escalabilidade imediata e a otimização do uso de recursos são elementos fundamentais para a nuvem computacional, fornecidos por maior monitoramento e automação da gestão dos recursos em um ambiente dinâmico. Outros autores discordam de que este seja um requisito para uma infraestrutura ser considerada como nuvem computacional [VMCL09].

Entre os aspectos a serem destacados como características das nuvens computacionais ressaltam-se: interfaces centradas no usuário; serviços de provisionamento por demanda; QoS; sistema autômatos; escalabilidade e flexibilidade.

A computação em nuvem abrange o conceito de computação utilitária [Rap04]. Os serviços em nuvem computacional por **serem centrados no usuário**, devem ser acessados com métodos simples. Segundo Wang *et al* [WLKT10], as interfaces de nuvens computacionais não forçam os usuários a mudar seus hábitos de trabalho e ambientes, como, por exemplo, linguagem de programação, compiladores e sistemas operacionais. Esta característica distingue nuvem computacional de grade computacional, em que os usuários desta têm que aprender novos comandos e APIs (*Application Programming Interface*) para acessarem seus recursos e serviços.

Em nuvens computacionais, recursos de computação e serviços são **provisionados por demanda** para usuários. Os usuários podem personalizar seus ambientes de computação, por exemplo, instalação do *software* e/ou configuração da rede, como usuários com privilégios administrativos [AFG+09].

Para Cao *et al* [CLX09], em geral, **QoS** são implementados através de SLA com os usuários. Há negociação sobre os níveis de disponibilidade, a facilidade de manutenção, o desempenho, o funcionamento ou outros atributos do serviço, como faturamento e até

mesmo, sanções em caso de violação do SLA. Segundo Stanoevska-Slabeva *et al* [SSWR10], QoS são essencialmente um conjunto de métricas que devem ser cumpridas durante a prestação do serviço. Mensuráveis, constituem uma descrição do que um serviço pode ser entregue. QoS de TI são frequentemente expressas em termos de capacidade, latência, largura de banda, número de solicitações atendidas, número de casos, dentre outros.

As nuvens computacionais são um **sistema autônomo** e gerenciado de forma transparente pelos usuários. *Hardware*, *software* e dados dentro da nuvem podem ser reconfigurados automaticamente e consolidados para apresentar uma imagem de plataforma única aos usuários. Por fim, as características de **escalabilidade** e de **flexibilidade** são as mais importantes por terem impulsionado o surgimento da computação em nuvem. As plataformas de computação devem ser flexíveis para se adaptar às várias exigências de um número, potencialmente, grande de usuários.

2.3 TECNOLOGIAS APLICADAS ÀS NUVENS COMPUTACIONAIS

Para as características das nuvens computacionais serem implementadas muitas tecnologias foram desenvolvidas para tal e outras, já existentes, foram redimensionadas [CLX09]. Algumas delas são apresentadas a seguir: Virtualização; *Web Services* e Serviços Orientados à Arquitetura (SOA); *Web 2.0* e Modelo de Programação.

As tecnologias de **virtualização** particionam o *hardware* e assim, fornecem plataformas de computação flexível e escalável. As aplicações de *VMWare* [VMw] e *Xen* [Cit11] permitem infraestrutura de TI virtualizada sob demanda [WLKT10]. No entanto, segundo Deelman *et al* [DSL+08], virtualizar os recursos de *hardware* e sua oferta não está necessariamente vinculada ao modo de entrega externa, geralmente associada a nuvens computacionais. Empresas e outras organizações também usam virtualização e computação orientadas a serviços para aumentar a utilização dos seus recursos existentes de TI e aumentar sua flexibilidade. Segundo a IBM [IBM10], a taxa de utilização de ambientes de servidor tradicional está entre 5 e 15%. Desta forma, através da virtualização agressiva, as grandes empresas podem aumentar suas taxas de utilização de servidores para até 35%, o que está perto do nível dos fornecedores de nuvem computacional, como o *Google* com 38% [MKC10]. A maior utilização torna possível consolidar ambientes de servidores, ou seja, o número de servidores físicos pode ser reduzido. Isso diminui os custos de manutenção de *hardware*, o espaço físico necessário para os servidores, os custos de energia e refrigeração.

Os serviços de nuvem computacional, segundo Wang *et al* [WLKT10], são normalmente expostos como serviços na *Internet* que seguem os padrões da indústria, tais como *Web Service Definition Language* (WSDL), *Simple Object Access Protocol* (SOAP) e *Universal Description Discovery and Integration* (UDDI). A organização de serviços dentro de nuvens computacionais pode ser gerida por **arquiteturas orientadas a serviços** (SOA); também, pode ser usada em um ambiente de aplicações SOA, tornando-os disponíveis em várias plataformas de distribuição e serem acessadas através da *Internet*. Para a construção escalável de plataformas de nuvem computacional é preciso aproveitar SOA para construir componentes reutilizáveis, interfaces baseadas em padrões e arquiteturas de solução extensível.

Web 2.0 é uma tecnologia emergente que descreve as tendências inovadoras, visa estimular a criatividade, a partilha de informação, a colaboração e sua funcionalidade. A ideia básica por trás desta tecnologia é melhorar a interconectividade e a interatividade de suas aplicações. O novo paradigma para o desenvolvimento e o acesso a aplicações *Web* permite aos usuários acessá-la com mais facilidade e eficiência. Para Wang *et al* [WLKT10], serviços de nuvem computacional por natureza são aplicações que se utilizam dessa tecnologia que presta serviços de computação sob demanda desejável.

Usuários movem-se para as nuvens computacionais com dados e aplicações. Segundo os autores referidos anteriormente, alguns **modelos de programação** devem ser propostos para que os usuários se adaptem à infraestrutura de nuvens computacionais pela simplicidade e pelo fácil acesso. Desta forma, o modelo de programação não deve ser demasiado complexo ou demasiado inovador para os usuários finais.

2.4 FORMATOS DE ENTREGA EM NUVEM COMPUTACIONAL

Para distinguir os provedores de serviços de nuvens computacionais externas e os esforços das empresas para construir infraestruturas internas de nuvens computacionais, dois termos distintos são comumente usados: **nuvem pública**, para as nuvens externas e **nuvem privada**, para nuvens computacionais internas [AFG+09]. Com o crescimento significativo da adoção de aplicações em nuvens computacionais é necessário compreender com clareza estes modelos. Somente a partir de uma análise é possível identificar qual solução melhor atende as necessidades do usuário, levando em conta critérios de investimento, segurança e nível de disponibilidade da informação. Considerando tais aspectos, esta seção explicita a classificação dos formatos de entrega na nuvem computacional.

Segundo Stanoesvska-Slabeva *et al* [SSWR10], ambientes de nuvens computacionais podem ser diferenciados entre os simples e os múltiplos, os quais, se combinados, distinguem-se entre dois tipos de ambientes: nuvens computacionais híbridas e federadas.

As nuvens computacionais **públicas** são *datacenters* de *hardware* e *software* executadas por terceiros, que expõem seus serviços a empresas e consumidores através da *Internet*. A nuvem pública não se restringe a uma base limitada de usuários. Normalmente é disponibilizada no modelo *pay-per-use* ao público [AFG+09]. A este modelo de implantação não pode ser aplicado restrições de acesso quanto ao gerenciamento de redes e menos ainda, técnicas de autenticação e autorização.

As empresas podem não estar dispostas a suportar os riscos associados a uma mudança para nuvem pública e então, se beneficiarem da criação de nuvens computacionais **privadas** [SSWR10]. Estas referem-se a *datacenters* internos de uma empresa ou outra organização [AFG+09]. Neste formato de entrega, a empresa tem controle total sobre os aplicativos executados na infraestrutura, o lugar onde estão sendo executados e as pessoas ou organizações que os utilizem [SSWR10]. Para George [Geo09], a principal vantagem de uma nuvem privada é ganhar todas as vantagens da virtualização, mantendo total controle sobre a infraestrutura.

Neste modelo de oferta são empregadas políticas de acesso aos serviços. Hospedar as aplicações em nuvem dentro de uma infraestrutura própria permite maior segurança e privacidade das informações, já que os dados ficam armazenados e protegidos no ambiente interno, com acesso restrito. Entretanto, além do investimento, é necessário preocupar-se com a grande disponibilidade de aplicação, pois abrigar uma nuvem dentro da corporação requer injeção de capital na contratação de soluções de replicação de dados.

As nuvens computacionais **híbridas** combinam nuvens públicas e privadas e permitem a uma organização executar algumas aplicações numa infraestrutura de nuvem privada e outras, em pública. Desta forma, as empresas podem se beneficiar de recursos escaláveis de TI, oferecidos por provedores de nuvens públicas, mantendo as aplicações específicas e os dados protegidos através de acesso restrito. Ambientes híbridos aumentam a complexidade quanto à distribuição de aplicações em diferentes ambientes, ao monitoramento das infraestruturas interna e externa envolvidas, à segurança e à privacidade e podem não ser adequados para aplicações que exijam bases de dados complexas ou sincronização.

As nuvens computacionais **federadas** podem conter um ou mais provedores, compartilhando suas capacidades conforme acordos estabelecidos entre eles. Geralmente es-

tas estruturas não interagem com usuários finais, apenas com outros provedores, que implementam serviços disponibilizados aos usuários finais. Segundo Elmroth *et al* [EMHF09], esta abordagem é uma alternativa de custo mais eficiente para dimensionar a quantidade de servidores, a fim de lidar com cargas de pico, como recursos adicionais a partir de outros locais nas nuvens computacionais federadas. Da mesma forma, os recursos subutilizados podem ser disponibilizados para outros locais durante períodos de baixa carga como uma fonte extra de renda.

2.5 MODELOS DE SERVIÇOS EM NUVENS COMPUTACIONAIS

Nuvens computacionais objetivam terceirizar o fornecimento de infraestrutura computacional necessária para serviços de hospedagem [VMCL09].

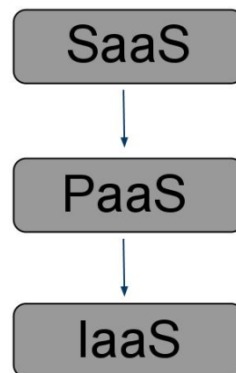


Figura 2.1 – Modelos de Serviços em Nuvens Computacionais

Weinhardt *et al*, no artigo *Cloud Computing - A Classification, Business Models, and Research Directions* [WABS09], sugerem uma ontologia dos modelos de negócio em nuvens computacionais, oferecendo um quadro claro para caracterizar e classificar ofertas de nuvem. Usuários e prestadores de nuvens computacionais podem usá-los para produtos, para identificação de clientes e fornecedores e para definição de esquemas de preços. Novas áreas de pesquisa no contexto da computação em nuvem, sem dúvida, focam a necessidade de uma interface de programação de aplicações (API), padrão para as mesmas, as questões de segurança, novos modelos de negócio e sistemas de precificação dinâmica para serviços complexos.

A seguir, são definidos os modelos de serviços presentes em nuvens computacionais, conforme mostra a Figura 2.1, caracterizando-os e apontando as diferenças entre si. Em ambientes de computação em nuvem podem ser verificados três modelos de serviços, definidos por um padrão arquitetural: IaaS, PaaS, SaaS, dependendo do tipo de recursos

previstos nos quais as nuvens são usadas.

2.5.1 *Infrastructure as a Service (IaaS)*

As ofertas de IaaS são recursos computacionais que fornecem processamento e armazenamento. *Platform as a Service* (PaaS) e fornecedores de *Service as a Service* (SaaS) podem recorrer às ofertas de IaaS. Em vez de vender infraestrutura de *hardware* puro, prestadores típicos de IaaS oferecem infraestrutura como um serviço ou *hardware* virtualizado. Segundo Stanoesvska-Slabeva *et al* [SSWR10], já antes do advento das nuvens computacionais, a infraestrutura estava disponível como um serviço. Isto tem sido referido como computação utilitária ou *utility computing*, reconhecida por alguns autores como a camada de infraestrutura deste paradigma.

Para Weinhardt *et al* [WABS09], este modelo de serviço, pode ser classificado em duas categorias: uma que provê capacidade de armazenamento e outra que provê poder de processamento. Este modelo de serviço aplica-se a clientes que necessitam de máquinas virtuais (VM's), armazenamento e componentes de infraestrutura de rede, como *firewalls* e serviços de configuração.

Em comparação com as ofertas iniciais de computação utilitária, IaaS denota uma evolução para suporte integrado a todos os três modelos: IaaS, PaaS e SaaS, dentro da nuvem (Figura 2.1). Ainda segundo os referidos autores, ficou evidente para os provedores, que é necessário fornecer uma interface fácil de compreender, programar e usar, ou seja, uma API que permita uma fácil integração entre a infraestrutura e as aplicações de clientes potenciais.

São exemplos do modelo IaaS: *Amazon Web Services* [AWS] oferece *elastic computer (EC2)* para processamento e *simple storage service (S3)* para armazenamento e *joyent*, infraestrutura altamente escalável por demanda para a execução de aplicações *Web*.

2.5.2 *Platform as a Service (PaaS)*

Os sistemas de nuvens computacionais podem oferecer um nível adicional de abstração. Ao invés de fornecer uma infraestrutura virtualizada, eles podem fornecer a plataforma de *software* na qual os sistemas são executados. O dimensionamento dos recursos de *hardware* exigidos pela execução dos serviços é feito de forma transparente e denominada de plataforma como serviço.

As plataformas são uma camada abstrata entre as aplicações de *software* (SaaS) e infraestrutura virtualizada (IaaS). As ofertas de PaaS são destinadas a desenvolvedores de *software*. Estes podem programar suas aplicações de acordo com as especificações de

uma determinada plataforma sem precisar se preocupar com a infraestrutura de *hardware* subjacente. Desenvolvedores fazem *upload* do código da aplicação para uma plataforma que gerencia o *upscaling* automático quando o uso da aplicação cresce.

As ofertas de PaaS podem cobrir todas as fases de desenvolvimento de *software* ou podem ser especializadas em torno de uma área específica, como gerenciamento de conteúdo. Para tanto, esta camada interage com a camada de IaaS, que virtualiza o acesso aos recursos disponíveis e com a camada de SaaS fornece interfaces padronizadas.

São exemplos do modelo PaaS: *Google App Engine* permite que aplicativos sejam executados em infraestrutura do *Google* e na plataforma *Salesforce*[Sal11].

2.5.3 *Software as a Service (SaaS)*

Há serviços de interesse potencial para uma ampla variedade de usuários hospedados em sistemas de nuvens computacionais. Muitas atividades da rotina de uma empresa, por exemplo, utilizam serviços de *software* como sua base de negócio. Provedores que oferecem esses serviços tornam-os acessíveis aos usuários por meio de interfaces baseadas na *Internet*. Este modelo é chamado *Software as a Service (SaaS)* e elimina a necessidade de instalar e executar o aplicativo em computadores locais do cliente.

SaaS é a camada mais visível das nuvens computacionais para os usuários finais, porque aí estão hospedados os aplicativos acessados e utilizados. Do ponto de vista do usuário, a obtenção de *software* como um serviço é essencialmente motivada por vantagens de custo, devido ao modelo de pagamento baseado em utilidade.

Segundo Stanoevska-Slabeva *et al* [SSWR10], o usuário típico de SaaS, em geral, não tem conhecimento nem controle sobre a infraestrutura subjacente, seja da plataforma de *software* cuja oferta é baseada em PaaS, seja da infraestrutura de *hardware* (IaaS). No entanto, essas camadas são relevantes para o provedor de SaaS. Obter plataformas, e também infraestrutura, como um serviço, é atraente para os provedores de SaaS, uma vez que isso pode aliviar os pesados custos e investimentos em licenças e infraestrutura. Exemplificam este modelo bem conhecido: *Salesforce.com* e *Google Apps*, como o *Google Mail* e *Google Docs*.

Além disso, aplicativos SaaS implantados têm a vantagem de estarem disponíveis em qualquer lugar, a qualquer hora e até mesmo, em qualquer plataforma. Além de empresas, os consumidores ou assinantes deste modelo de serviço podem ser pessoas físicas, também. Na maioria dos casos, a taxa de utilização é calculada com base no número de usuários. Por exemplo: o *Google Apps* é gratuito até 10 contas de *e-mail*, mas cobra cinco dólares por usuário/mês para empresas (com mais de 10 usuários).

O benefício pode ser visto através de um exemplo bem simples: um editor de texto. No modelo tradicional, o usuário precisa ter uma cópia do *software* e sua respectiva licença de uso no seu *desktop* ou *laptop*. O usuário adquire esta licença para uso 24 X 7, mesmo que não o use. Porém, se levar trabalho para casa e tiver que usar outro computador, como seu PC doméstico, terá que obter uma segunda licença. No modelo SaaS, quando o *software* não está sendo usado, não está sendo pago e o usuário pode usar o editor em casa ou no escritório, sob a mesma assinatura, pagando apenas pelo seu uso.

Neste capítulo foram apresentados, com base na literatura, uma visão geral e de forma sucinta, conceitos referentes às nuvens computacionais e seus paradigmas correlacionados; uma diferenciação entre nuvens computacionais e os paradigmas que as antecederam e as principais tecnologias que compõem as nuvens computacionais com suas definições. Foram elencados ainda os formatos de entrega, utilizados pelas empresas, em nuvem pública, privada e híbrida ou federadas. Por fim, foram apresentados os modelos de serviço atualmente aplicados, com exemplos de cada um. Diante do desenvolvido, as nuvens computacionais evidenciam, em relação aos modelos antecessores, questões relacionadas aos modelos de negócio, que também fazem delas um paradigma que necessita ser estudado quanto à aplicação com a finalidade de vender recursos computacionais, *softwares* ou outros serviços.

No capítulo seguinte serão abordadas questões relacionadas aos modelos de cobrança e sua aplicação em nuvens computacionais, bem como, aos mecanismos necessários para sua implementação e os modelos de cobrança mais utilizados atualmente nesse ambiente.

3 MODELOS DE COBRANÇA

Para gerar modelos de cobrança é necessário estabelecer parâmetros, métricas, formas de contabilizar dados e seus respectivos períodos, atribuir preços a recursos, calcular tarifa a fim de atender a relação entre a solicitação do usuário e os recursos alocados pelo provedor. Sem a definição desses componentes pode ocorrer que o modelo de cobrança não seja preciso e/ou pode ocorrer que a estimativa de recursos para um cliente não o seja. O *Service Level Agreement* (SLA) identificará multas ao provedor, pois o mesmo não atendeu as especificações determinadas, ou a estimativa poderá ser muito alta e o provedor permanecerá com recursos ociosos. Por este motivo, os modelos de cobrança representam um desafio à medida que se deseja estabelecê-los como formas capazes de variar medidas e parâmetros conforme o usuário, e, simultaneamente, oferecer a capacidade de mudar os parâmetros ou de modelos durante a execução de um serviço.

Em ambientes de nuvens computacionais, os modelos de cobrança referem-se às forças econômicas, aos fatores de negócios e às questões estruturais que afetam o custo e o benefício da adoção das tecnologias [AKTH10]. Para Wyld [Wyl09] estabelecer preços, avaliar e negociar contratos serão um grande problema durante a próxima década com as mudanças que acompanharão este paradigma.

O presente Capítulo discute modelos de cobrança através do estado da arte (Seção 3.1) e apresenta os componentes necessários para um modelo de cobrança (Seção 3.2).

3.1 ESTADO DA ARTE

Nos serviços de provisionamento, a cobrança depende dos processos definidos a partir de modelos de negócio, conforme Dirk *et al* [DMJOF10] enquanto Fankhauser e *al.* [FSP99] asseguram que os modelos de cobrança são necessários para determinar a dependência entre os mecanismos que atribuem o preço a um serviço em uma situação particular e os parâmetros monitoráveis. Enfim, modelos de cobrança devem basear-se em componentes que monitoram recursos/serviços ofertados.

Há diferentes abordagens definindo modelos de cobrança. O que há em comum, é a procura do impacto sobre a estrutura de incentivos, baseados nos preços a serem cobrados aos clientes. É importante salientar que a maior parte dos modelos utiliza os já praticados em outras áreas e aplicados à computação. Por este motivo alguns autores os denominam: economias computacionais.

Segundo Buya e Murshed [BM02], os sistemas de gestão de recursos baseado em

modelos econômicos, precisam fornecer mecanismos e instrumentos que permitam aos clientes e aos provedores expressarem seus interesses. Em grades computacionais, os modelos de cobrança são empregados nas decisões de escalonamento, tomadas, dinamicamente, em tempo de execução, orientadas e dirigidas pelos requisitos dos usuários. A atribuição de preços é baseada na demanda dos clientes e na oferta de recursos, sendo esta relação, o principal motor dos modelos de cobrança competitivos de mercado [BAV05]. Portanto, um usuário compete com outros usuários e proprietários de um recurso competem com outros.

Sim [Sim06] indica que estas atividades de negociação ou competitividade são necessárias em uma grade computacional e aponta três fatores que as justificam: não se pode presumir que um provedor de recursos possa, incondicionalmente, fornecer uma capacidade particular para o consumidor; uma vez que os participantes da grade são órgãos independentes, algum mecanismo é necessário para resolver suas diferenças; e, através da negociação, aos participantes de um mercado de grades (provedores e consumidores) são dadas oportunidades de maximizar o retorno sobre o investimento e minimizar seu custo, respectivamente.

Modelos econômicos competitivos proveem políticas, ferramentas e algoritmos para partilha de recursos ou alocação em grades computacionais. Para Buya e Murshed [BM02], estes modelos podem ser baseados em troca de recursos ou atribuição de preços. Nos modelos baseados em troca, todos os participantes precisam possuir seus recursos e comercializá-los e no modelo de cobrança, os preços são atribuídos com base na demanda e no fornecimento. Continuando, os autores defendem que uma abordagem econômica em ambientes de grades computacionais introduz uma série de novas questões como a negociação de recursos e qualidade de serviço (QoS).

Para lidar com essas novas questões, grades computacionais baseadas em modelos econômicos necessitam suportar: modelos de cobrança para estabelecer o valor dos recursos; esquemas de preços para recursos e mecanismos de *billing*; protocolos de negociação; mediadores para atuar como agência reguladora, determinando o valor dos recursos e as normas da moeda; mecanismos de *accounting*; e, requerimentos de QoS para usuários.

O termo economias computacionais também é utilizado na área de *e-commerce*, indicando o uso de recursos computacionais para resolver difíceis problemas financeiros [WBPB03]. Estes autores afirmam que, em qualquer sistema econômico, a relação da oferta e procura, determina o valor e que um mecanismo de alocação de recursos pode ser de

natureza econômica e deve assegurar, fundamentalmente, alguns pressupostos. Um deles é o **valor do recurso determinado pela oferta e procura**. É interessante notar que esta relação de elevar o preço aumentará a oferta e diminuirá a demanda. Outro pressuposto refere-se à **necessidade de uma moeda**, pois, esta pode associar-se a um recurso específico e a moeda possui utilidade para todos os envolvidos. Se a moeda não pode ser usada para comprar recursos universalmente pois, por exemplo, se há uma moeda diferente para cada tipo de recurso e não há maneira de traduzir as diferenças, o sistema não será econômico. O pressuposto seguinte indica o **equilíbrio de mercado**. O valor relativo é medido com precisão apenas quando o equilíbrio de mercado é alcançado. A relação de equilíbrio de valor é importante para a avaliação da eficácia de um determinado sistema econômico. Se o preço de um recurso estiver muito alto, causando pouca demanda, o mecanismo de alocação está trabalhando de forma eficiente do ponto de vista econômico, mesmo que muitos dos recursos possam estar ociosos. Neste caso, o modelo capta com precisão o valor do recurso, medido pela vontade do provedor de vendê-lo e pelo desejo do consumidor de comprá-lo. No entanto, se a mesma quantidade de recursos estiver disponível, mas o preço especificado for inferior ao preço de equilíbrio, então, a demanda irá exceder a oferta, deixando alguns consumidores insatisfeitos.

Na *Internet*, o gerenciamento de redes também está baseado em modelos econômicos. Segundo Burgess *et al* [BRG+06b], em sua forma atual, tem determinado a base para muitos modelos de negócios bem sucedidos. Comumente, no entanto, segundo Hartanto [HC99], modelos de cobrança em arquiteturas para este ambiente utilizam-se de ccessões de cobrança. Estas ccessões podem ser definidas por vários acordos estabelecidos, utilizando, normalmente como parâmetros, recursos reservados ou consumidos.

De acordo com Koutsopoulou [KKA02], os modelos de cobrança usados em telecomunicações e redes de dados exigem uma arquitetura genérica de cobrança, que podem acomodar vários modelos de cobrança (por exemplo: tempo, volume, QoS baseada em taxas etc). Outro requisito imposto por operadoras de telefonia móvel é o suporte a modelos de *billing* como pré-pagos e pós-pagos.

Em ambientes de computação utilitária ou mesmo da nuvem computacional, os modelos, mais utilizados resumem-se ao modelo econômico de *commodities*, conforme Lindner *et al* [LGC+10]. A justificativa para a utilização de poucos modelos econômicos pode ser entendida pelo fato de que, no paradigma das nuvens computacionais, os provedores oferecem serviços ou mesmo infraestrutura aos usuários como um produto, diferente do paradigma das grades computacionais em que modelos econômicos como o da troca

cooperativa e compartilhamento proporcional de recursos são mais explorados.

A cobrança na computação utilitária baseia-se em dois modelos gerais de preços. Primeiramente, o modelo de precificação baseado na assinatura. Nele, os usuários são cobrados em uma base periódica quando acordam um serviço. O segundo modelo é o de medição, pelo qual os usuários são cobrados com base na utilização real dos recursos. A escolha do modelo de preços tem impacto sobre a estrutura de incentivos. Enquanto o primeiro modelo de preços dá origem a um desperdício de recursos, uma vez que a cobrança independe do uso, ou de medição. Do ponto de vista dos usuários, a dosagem de uso pode ser atraente, porque se paga por aquilo que se usa [DMJF10] e para o prestador do serviço, o modelo de medição é atraente, pois oferece a oportunidade de apresentar capacidade ociosa do computador. O modelo de medição deve ser determinado pelos preços que uma empresa cobra e pelo período que os recursos são medidos.

As políticas de atribuição de preços para nuvens computacionais geralmente são baseadas em uso e podem ser confusas e, até mesmo irritantes para os gerentes de TI e executivos da organização. Descreve Allan Leinwand [Bro10]:

Você está falando sobre as unidades que as pessoas não costumam pensar: hora CPU. Isso não é algo que eu vou comprar. Eu compro um servidor *blade*, e as horas são infinitas, elas são minhas. Mesmo que um profissional de TI ache fácil compreender horas CPU, o chefe do setor financeiro talvez não. Tente explicar a ele quantas horas CPU você vai usar na nuvem, e veja se eles se importam.

Segundo a publicação, *IBM Global Business Services* [IBM10], uma grande variedade de modelos de negócios para as nuvens computacionais surgirão ao longo dos próximos anos, e a maioria delas, provavelmente, falhará e a rentabilidade dos modelos de negócio que sobreviverem, flutuará muito. Alguns modelos de negócios vencedores irão manter as margens de lucro saudáveis enquanto outros, não. Diante desta realidade, para Buyya *et al* [BYV+09], é necessário criar estratégias para facilitar a gestão dos recursos computacionais de forma a tornar a oferta e a procura destes recursos satisfatórias e ao mesmo tempo, criar mecanismos que possam atribuir valor através do seu uso. Como os usuários dependem do provisionamento oferecido pela nuvem computacional, exigem que os provedores possuam práticas de QoS, a fim de cumprir com contratos estabelecidos, necessitando, desta maneira, encontrar parâmetros para cada usuário, conforme suas necessidades e suas demandas [EMHF09].

Ultimamente, nota-se um número crescente de serviços de *Internet* sob demanda.

Prestadores proeminentes, tais como *Amazon, Google, Sun, IBM, Oracle e Salesforce* têm expandido sua infraestrutura computacional e plataformas para prover serviços para computação, armazenamento, bancos de dados e aplicações, incluindo aquelas para *e-mail*, finanças, meios de comunicação e processamento de dados de alto nível. A Tabela 3.1 apresenta um panorama de alguns provedores de nuvens computacionais, os tipos de serviços oferecidos, seus modelos e preços. Weinhardt *et al* [WABS09] classificam esses serviços em: infraestrutura de banco de dados; serviços de armazenamento; gerenciamento de processos de negócios; faturamento; contabilidade; *e-mail*; compartilhamento de dados; processamento de dados e *web*.

A Tabela 3.1 mostra a popularidade dos modelos de atribuição de preços *pay-per-use* e de assinatura. Aparentemente, usuários e provedores preferem modelos simples e estáticos, fáceis de prever pagamentos. Do ponto de vista do provedor, em particular, as políticas de precificação dinâmica podem obter receitas economicamente mais eficientes e preços para serviços com valores maiores. Em um mercado de nuvens computacionais, caso haja recursos escassos e demanda elevada, a atribuição de capacidade depende da escolha do cliente, da classificação e dos preços adequados [LGC+10]. Os fornecedores de nuvens computacionais podem ganhar um aumento nas receitas através da oferta de produtos personalizados e serviços adicionais com base no mesmo produto.

Tabela 3.1 – Ofertas de Serviços por Demanda [WABS09]

Companhias/Produtos	Tipos de serviço	Modelos de atribuição de preços
<i>Amazon EC2 S3, SimpleDB, SQS, FPS, DevPay</i>	computação, armazenamento, banco de dados, pagamento, fatura.	<i>pay-per-use</i>
<i>Appian Anywhere</i>	gerenciamento de processos de negócio	<i>pay-per-use</i>
<i>Box.net</i>	armazenamento	<i>pay-per-use</i>
<i>FlexiScale</i>	infraestrutura	<i>pay-per-use</i>
<i>Google App Engine</i>	infraestrutura, aplicações <i>Web</i>	<i>pay-per-use</i>
<i>Gmail</i>	<i>email</i> , armazenamento	não pago e <i>pay-per-use</i>
<i>MuxCloud</i>	processamento de vídeo.	<i>pay-per-use</i>
<i>Nirvanix</i>	armazenamento	<i>pay-per-use</i>
<i>Network.com</i>	infraestrutura	<i>pay-per-use</i>
<i>OpSource</i>	faturamento	assinatura
<i>Process Maker Live</i>	gerenciamento de processos de negócio	<i>pay-per-use</i>
<i>Salesforce.com</i>	plataforma	<i>pay-per-use</i>
<i>MS SkyDrive</i>	armazenamento	livre
<i>SmugMug</i>	compartilhamento de dados (fotos)	assinatura
<i>Strikelron</i>	serviços <i>Web</i>	assinatura e <i>pay-per-use</i>
<i>XDrive</i>	armazenamento	assinatura
<i>XCalibre</i>	infraestrutura	assinatura

Em nuvens computacionais, outro importante fator são os SLAs. Segundo Buyya *et*

al [BYV+09], estes são responsáveis pela interação entre o usuário e a nuvem. Especifica os detalhes do serviço a serem prestados em termos de métricas acordadas por todas as partes, bem como, recompensas e penalidades em caso da violação do acordo. O mercado de oferta e procura de recursos computacionais liga diferentes nuvens computacionais que permite aos consumidores escolherem um provedor que se adapte às suas necessidades.

Nesta seção fêz-se referência aos modelos de cobrança aplicados às nuvens computacionais e seus antecessores. Na próxima, são detalhados os componentes de um modelo de cobrança com seus respectivos conceitos, suas relações e o seu funcionamento.

3.2 COMPONENTES DOS MODELOS DE COBRANÇA

A cobrança de um serviço ocorre, de fato, quando o recurso monitorado é cobrado a alguém [FSP99]. Um sistema de cobrança deve suportar diferentes parâmetros. Para Fankhauser *et al* [FSP99] existem três mecanismos importantes dentro dos modelos econômicos: *accounting*; *pricing*; *billing*.

Buyya e Murshed [BM02] afirmam que os modelos econômicos podem ajudar a gerir e a avaliar a alocação de recursos para os usuários em ambientes de grades computacionais. Num ambiente de grade, baseado em economias computacionais, os proprietários de recursos e os usuários querem maximizar seus benefícios. Como haverá muitos provedores a oferecerem serviços similares, os proprietários precisam estabelecer uma estrutura de preços competitivos, a fim de atrair usuários, utilizando eficientemente os recursos para maximizar os lucros.

Como já se referiu, com o advento das nuvens computacionais, os modelos de cobrança continuam sendo um desafio. Sugerem Weinhardt e Blau [WB09] que é necessário encontrar mecanismos que sejam capazes de assegurar as informações registradas, atribuição de preços e tarifas aos usuários, capazes de manter provedores e ao mesmo tempo, satisfazer os clientes. Por outra parte, Buyya e Murshed [BM02] sugerem que os recursos consumidos pelos aplicativos de usuários precisam ser contabilizados, cobrados e suportar vários mecanismos de pagamento.

Os modelos de cobrança devem, primeiramente, passar pela medição, para ser formatado adequadamente, para posterior processamento. As informações contábeis resultantes são recolhidas e agregadas pelos componentes de *accounting*, os quais transmitem os dados agregados através de uma função de cálculo de cobrança para a interface do componente *billing*. Além disso, o cálculo da cobrança recebe informações de preços do

componente *pricing*, que traduz a informação contábil para carregar os registros, mapeando as informações de recursos em valores monetários, orientado a partir do componente *accounting*. Dentro do cálculo da taxa, podem ser aplicadas estratégias de descontos, regimes de preços de comercialização, bem como, descontos referentes à violação do SLA. Finalmente, o sistema *billing* usa esses valores para emitir a fatura a ser enviada aos clientes.

Os modelos de cobrança podem ser utilizados para uma avaliação detalhada do uso de recursos, gerar contas aos clientes ou para análise interna pelo prestador do serviço. Uma simples avaliação de gastos pode ser usada para indicar uma estimativa dos custos acumulados para o usuário do serviço ou, para fins de controle do cliente ou do fornecedor [CHSZ00].

Com o objetivo de elaborar modelos de cobrança, procurou-se abordagens que pudessem oferecer uma reflexão apropriada sobre o assunto. Lindner *et al* [LGC+10] denominam de modelo de informação para serviços de provisionamento ou de cadeia de fornecimento para nuvens computacionais. Sua abordagem inclui (mas não está limitado a isso), o atual provisionamento de serviços de infraestrutura, o monitoramento de serviços e os processos de informação de apoio a processos de *accounting* e de *billing*. A Figura 3.1 representa o fluxo da cadeia de fornecimento para nuvens computacionais, conforme a posição dos autores.

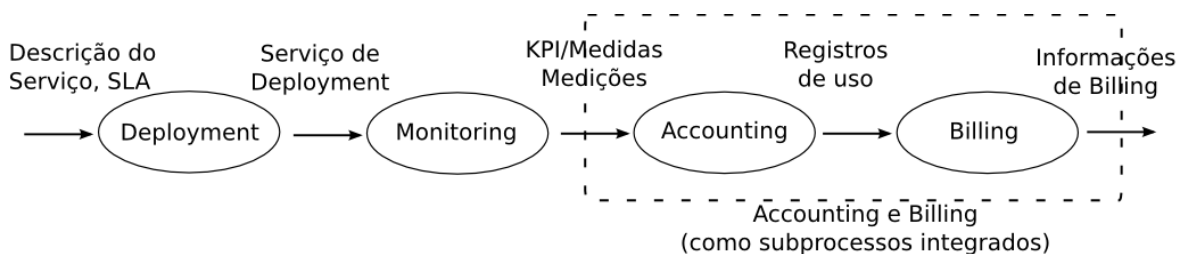


Figura 3.1 – Serviço de Provisionamento – Subprocesso da Cadeia [LGC+10]

Do ponto de vista desse modelo de informação, a primeira etapa do processo é executada através de aspectos técnicos e econômicos relacionados com o SLA. O monitoramento visa acompanhar diferentes métricas relacionadas com o *status* e as operações do serviço. Estas métricas podem ser relacionadas com a *performance* do serviço. O monitoramento, deste ponto de vista, pode contribuir para fornecer informações aos provedores do serviço, além disso, as métricas podem ser úteis para manter informações internas sobre o consumo de recursos da infraestrutura. Segundo os autores, o monitoramento também é baseado no SLAs e tem a função de verificar suas violações.

Accounting e *billing*, no modelo de informações, têm por objetivo obter dados sobre o uso de recursos, em geral, na forma de registros. O processo de *accounting* também pode considerar medições feitas sobre violações do SLA, provenientes do monitoramento, as quais devem ser compensadas ao emitir a fatura. *Billing*, por sua vez, utiliza as informações provenientes dos registros de *accounting*, considerando diferentes preços para cada recurso e aplica o formato de entrega da fatura. Para Lindner *et al* [LGC+10], agregar registros de uso para reduzir a quantidade de dados é muito natural, sendo um modo de resolver o problema de modelos de cobrança. No entanto, esse tipo de agregação de dados exige um modelo de informação flexível para registros de uso, além de limitar o número de modelos possíveis de cobrança em um sistema. Por exemplo, se o uso é agregado diariamente por consumidor, os processos de cobrança não seriam mais capazes de abranger preços diferentes em diferentes períodos do dia. Com efeito, os modelos de *billing* afetam a maneira como os dados podem ser agregados, criando dependências entre os componentes de *accounting* e de *billing*, visto que os modelos de cobrança podem variar seus períodos, o que, automaticamente, implica monitorar, mais ou menos, os recursos do usuário.

Stiller *et al* [SBGP99] indicam que o cálculo da cobrança recebe informações de preços do componente *pricing*. Portanto, ele mapeia as informações de recursos em valores monetários, orientados a partir do componente *accounting*. Dentro do cálculo da taxa, as estratégias de desconto, regimes de preços de comercialização, bem como, descontos referentes à violação do SLA, podem ser aplicados. Finalmente, o sistema *billing* usa esses valores para preparar a fatura dos clientes.

3.2.1 Metering

Para Carle *et al* [CHSZ00], o mecanismo *metering*, tem a função de monitorar informações sobre reservas, estilos de reservas e especificação de parâmetros de fluxo e o uso atual dos recursos pois, são necessárias para obter o volume de dados consumidos. Segundo os autores, os fluxos a serem observados são especificados num conjunto de regras a fim de medir os dados. É possível especificar parâmetros de QoS neste conjunto de regras.

Para Lindner *et al* [LGC+10], *metering* também tem o objetivo de aferir as métricas associadas à própria infraestrutura. Estas métricas estão relacionadas com o desempenho e o comportamento das máquinas físicas na nuvem e são usadas pelos provedores para determinar a melhor utilização dos recursos disponíveis. Para os autores, o monitoramento da infraestrutura inclui as seguintes métricas: uso de memória, uso de rede, uso de disco,

entre outros. Estas são utilizadas tanto na medição do uso, quanto na utilização dos componentes *billing* e *accounting*. Para Burgess *et al* [BRG+06b], *metering* determina o uso particular dos recursos dentro de sistemas a nível técnico, incluindo QoS, gerenciamento e parâmetros. A partir do volume de dados gerados por componentes de mensuração em diversos locais dentro de uma rede e em seus pontos de acesso, a medição destina-se a filtrar, agregar e correlacionar dados brutos técnicos, que, na maioria dos casos, foram coletados por esse mecanismo.

Segundo Fankhauser *et al* [FSP99], o monitoramento em uma arquitetura de rede é baseado em pacotes ou datagramas que são transmitidos de forma independente através da rede. Estes pacotes contêm informações sobre a quantidade de dados transferidos e permitem contar o número de *bytes* enviados. Esses mecanismos são bastante comuns e são usados para implementar modelos de cobrança baseados em volume na área de redes. De acordo com Lindner *et al* [LGC+10], um sistema de gestão para nuvem requer um mecanismo de monitoramento que colete todos os dados relevantes de forma eficaz. O sistema de monitoramento não deve ser intrusivo, de modo que o desempenho da rede em si ou a aplicação do serviço em execução, não seja prejudicado.

3.2.2 Accounting

O sistema *accounting* tem um papel importante para os modelos de cobrança, pois contribui no gerenciamento dos recursos. Uma arquitetura *accounting* é constituída por: monitoramento do uso dos recursos, pela medição e pela contabilidade dos registros usados. Harrington *et al* [HAA00] através da IETF define *accounting* como o recolhimento dos dados relativos ao consumo de recursos para apoiar os procedimentos de análise de capacidade e de tendências de custo de alocação, auditoria e faturamento.

Em ambientes de *Internet* ou de rede, Blefari-Melazzi *et al* [NSR03] declaram que, a fim de apoiar cobrança baseada em uso, é necessário projetar uma arquitetura *accounting* apropriada. Este mecanismo recebe os dados medidos, consolidando-os com base em parâmetros e cria registros contábeis que são utilizados juntamente com os componentes de atribuição de preços para realizar os cálculos da tarifa [CHSZ00]. Em geral, esse componente *accounting* leva em consideração questões técnicas e econômicas. As informações mantidas por este sistema podem, por exemplo, formar a base para a compensação econômica direta, a aplicação de quotas de utilização, o controle de *jobs* do usuário, a avaliação do uso de recursos e a atribuição de prioridade dinâmica das solicitações do usuário [EGMS06].

Para sistemas de grades computacionais, *accounting* representa um mecanismo

chave para os serviços comerciais eletrônicos oferecidos e cobrados aos clientes bem como contabilizam os dados, contendo informações valiosas para prestador de serviços em relação a utilização dos serviços atuais e passados e o consumo de recursos [GWG+07]. Os autores ainda afirmam que *accounting* é peça chave para o gerenciamento de custos e seu modelo deve ser apropriado a cada grade, levando em consideração requerimentos como escalabilidade e precisão na obtenção dos registros.

Para Suter [Sut07], este componente, geralmente, possui finalidades: externa, interna e de cálculo de tarifas. Externamente, tem ampla variedade de interessados, tais como gerentes, clientes, empregadores e, internamente, foca o estabelecimento de efeitos no aperfeiçoamento dos negócios. Estima processos eficientes e serve como entrada para o cálculo de preços de custos incorridos, neste caso, designados por custo *accounting*. Dois princípios formam a base para o uso desse modelo, que segundo Suter [Sut07], são: economia e causativo.

O **princípio da economia** determina que o custo para tomar uma decisão não deve exceder o benefício obtido. A estratégia é atacar de forma balanceada o que pode ser tecnicamente medido e o que, atualmente, precisa ser medido para satisfazer os requisitos de *accounting*. Isto implica saber até que ponto é possível medir sem perder importantes e necessárias informações e quanto é possível gerar um relatório com confiança e lealdade. Já o **princípio causativo** tem por conceito fundamental a ideia de criar um modelo de *accounting* que combine o custo com o objeto que o causa. Isto permite um modelo transparente, justo e com o preço de custo baseado no mercado.

Esses dois princípios, o econômico e o causativo são importantes para compreender os mecanismos de *accounting* do ponto de vista técnico e financeiro. O custo de uma ferramenta de monitoramento não precisa exceder o benefício gerado. A atividade implica uma estrutura bem definida, equilibrada entre as ferramentas utilizadas para o monitoramento, sua definição de atividades e direcionadores de custos, seguindo seus conceitos fundamentais. Os pesquisadores Elmroth *et al* [EMHF09] acrescentam outra função a este componente, além de interagir com a infraestrutura, coletando dados sobre o uso de máquinas virtuais, também deve coletar dados sobre violações de SLA. Desta forma, os componentes de *metering* precisam abastecer o componente de *accounting* com dados sobre as violações de SLA e estas, serem levadas em conta pelos mecanismos de *billing*.

Para Kouadio e Pooch [KP02], as políticas de atribuição de preços e mecanismos *accounting* influenciam-se reciprocamente. Arquiteturas e protocolos para este componente

determinam os modelos de cobrança variáveis e as políticas de *pricing* definem suas características e seus requisitos.

3.2.3 Pricing

O segundo conjunto de parâmetros definidos nos modelos econômicos, conforme Burgess *et al* [BRG+06b], inclui a definição dos preços dos recursos, em especial, de suas unidades de medida. A fixação de preços pode variar de acordo com a regulamentação de aspectos específicos de cada país, situações competitivas ou outros aspectos que influenciem.

O preço é um fator chave para o controle da demanda e também, das receitas. Determina quanto cobrar por diferentes grupos de clientes, como ajustar os preços ao longo de um dado período de vendas ou, como conceder descontos aos clientes [Ana10]. Para Piro *et al* [PGW03], este processo pode combinar algumas considerações técnicas como consumo de recursos e questões econômicas, aplicando tarifas ou métodos de comercialização. Os preços podem ser calculados sobre uma base de lucro/custo ou sobre a situação atual do mercado. Nas economias de mercado real, enquanto os preços dos recursos ociosos podem ser reduzidos para atrair consumidores, os preços dos recursos sobrecarregados do provedor podem ser aumentados para obter um saldo médio de utilização e uma eficiência computacional.

Segundo Buyya e Murshed [BM02], as políticas de atribuição de preços definem os valores monetários que os provedores de recursos cobram dos usuários. Os provedores podem seguir diferentes políticas para maximizar seus lucros e a utilização dos recursos. Os preços cobrados podem variar conforme o tempo utilizado de um usuário para outro. Atualmente, os serviços de nuvens computacionais oferecidos pelos provedores são heterogêneos. Assim, a segmentação de preços é executada pelo provedor, mas dependem muito da aceitação dos consumidores e de suas necessidades [Ana10].

A seguir são apontadas algumas das políticas de atribuições de preços, utilizadas por provedores e ambientes de grades e nuvens computacionais e que constituem modelos de cobrança. São eles: taxa fixa; periodicidade; reserva; leilão; *pay-per-use* e assinatura.

A política de **Taxa fixa** determina que os usuários paguem para acessar os recursos, independente da quantidade utilizada [NSR03]. A política de taxa fixa apresenta vantagens e desvantagens. Uma das vantagens é a simplicidade e não necessita de qualquer arquitetura de *accounting*. Usuários e provedores têm uma ideia exata de custos e receitas. Como desvantagens, o modelo de taxa fixa tem alguns inconvenientes graves, uma vez que a

cobrança não depende da utilização dos recursos, penalizando usuários leves em comparação a usuários pesados; além de, normalmente, promover o desperdício de recursos [YVCB10]. Para Buyya e Murshed [BM02], há um aspecto, em parte negativo, a ser considerado: cobrar uma taxa única não é eficiente do ponto de vista econômico, no sentido de que este modelo não oferece a possibilidade de cobrar, em função de QoS e, portanto, impede os provedores de explorarem melhor sua infraestrutura e agregarem mais clientes.

Modelos baseados em **periodicidade** - volume e tempo - dependem tanto de parâmetros estáticos (da negociação ou SLA) quanto dinâmicos (medições realizadas). Em ambientes de redes, estes modelos são geralmente baseados no conceito conhecido por banda efetiva. O valor específico da banda efetiva depende das características do tráfego e do desempenho requerido [NSR03]. Incluem-se nesse modelo três situações distintas quanto ao uso do recurso em relação ao horário: pico, fora de pico e duração. Quanto ao **horário de pico**, comumente chamado de comercial, são aqueles mais nobres nos quais os recursos ou os serviços têm valor maior, devido a grande demanda no período; quanto aos **horários fora de pico** referem-se àqueles pouco utilizados e por este motivo, o valor dos recursos têm preço menor em virtude da demanda menor. Usuários que planejam, podem aproveitar desta política, executando suas tarefas ou serviços nesses períodos. Noutra situação, o provedor poderá cobrar do usuário, tendo por parâmetro, o período de uso, atribuindo diferentes preços, conforme **a duração do período**. Normalmente, esta política de atribuição de preços tende a cobrar um valor maior para períodos menores e, proporcionalmente, um valor reduzido à medida que a utilização no período aumenta.

Historicamente, a *Amazon* [AWS10] começou com a venda por demanda no modelo de preço fixo em 2006. Em março de 2009, a empresa anunciou o uso de outro, o de cobrança de “**reserva** de instâncias”, composto de uma única taxa válida por um determinado período de tempo. Assim o valor do recurso varia de acordo com o tempo de reserva. Esta cobrança permite o acesso às instâncias por um preço muito mais baixo por hora do que o modelo por demanda, sendo benéfico para o consumidor que utiliza o serviço com bastante frequência. Esta política pode ser adotada por usuários que desejam hospedar serviços, necessitando ficar *on-line* tempo integral. A reserva dá a opção ao usuário de efetuar o pagamento de uma só vez e em troca recebe um desconto significativo sobre o custo de utilização por hora dos recursos [AWS10].

Do ponto de vista do usuário, este modelo é interessante, pois fornece incentivos para a utilização do mesmo, já para o provedor pode provocar a ociosidade dos recursos.

A Figura 3.2 exibe um cenário em que ocorre o excesso de recursos reservados durante um ano. A linha tracejada determina a quantidade de recursos reservados e as colunas tracejadas representam a quantidade de recursos excedida.

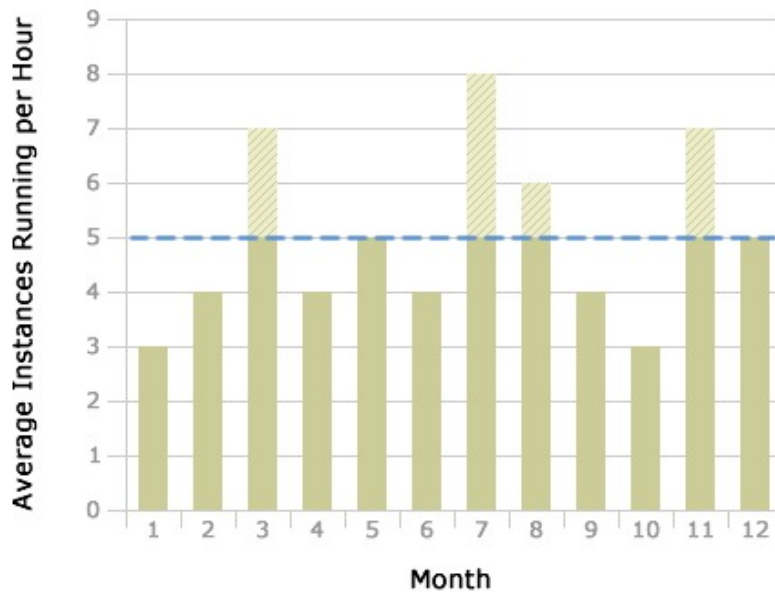


Figura 3.2 – Excesso de Recursos Reservados[AWS10]

Essa política cobra dos usuários uma taxa pela reserva e atribui um preço menor ao recurso em comparação a outros modelos. Após o seu pagamento, os recursos são reservados para o usuário, que não terá nenhuma obrigação adicional, ou seja, quando o usuário não mais estiver utilizando os recursos, não lhe será cobrado. Normalmente, os usuários reservam uma demanda de recursos por um período determinado.

Nesse modelo de cobrança, baseado nessa política, o provedor precisa estar atento à questão da utilização dos recursos acima do que foi acordado. Para tanto, o mesmo precisa monitorar o volume de recursos consumidos e ter regras para indicar como o usuário será cobrado, caso estes volumes ultrapassem o determinado no SLA. Nessas situações, em geral, a quantidade de recursos que excedeu, é cobrada por preço maior.

As alterações de preços podem ser realizadas com mercados específicos como o dos **leilões**. Em dezembro de 2009, a *Amazon* [AWS10] apresentou o modelo *spot instance*, no qual os preços foram alterados, dinamicamente, ao longo do tempo. Esta política de atribuição para ambientes de nuvens de computação é descrita por Anandasivam [Ana10]. Para o autor, os preços são estimados através de uma aproximação do custo de oportunidade de reduzir as capacidades dos recursos necessários para satisfazer as solicitações de serviços recebidos. A soma das demandas por recursos de um pedido com os respectivos lances de compra definem o preço de oferta de um serviço. Se o montante ultrapassa

a receita gerada pela venda de uma unidade do respectivo serviço, o pedido é rejeitado, caso contrário, aceita-se.

Atualizações regulares dos valores ofertados são necessárias para garantir a precisão contínua dos preços de compra. Quanto menos precisos mais podem induzir a aceitar ou a rejeitar decisões de menor valor. Os preços de compra são continuamente atualizados com base na situação de reserva atual em um determinado ponto no tempo t . Ou seja, se uma grande quantidade de capacidade já foi vendida, os preços de compra passam a ser mais elevados.

O usuário apresenta uma proposta, caso a oferta seja maior do que o preço atual da instância, sua requisição será executada. Caso contrário, são congeladas e reiniciadas em um momento posterior, quando o preço da instância for inferior ao lance do usuário. O serviço traz a incerteza de quando a instância será executada, no entanto, o seu preço será geralmente muito menor do que uma execução por demanda.

Em resumo, os preços das propostas são calculados de acordo com cada recurso no momento da requisição. Uma variável indica o preço de oferta dos recursos em um tempo determinado. No caso da chegada de um pedido de classe de serviço no tempo t , o controle de preços decide se aceita ou rejeita a requisição. Os componentes da função preço de oferta, descrevem a situação atual da reserva. Consequentemente, se muitos pedidos chegam, os cálculos dos preços de compra ocorrem com mais frequência. Portanto, aceitar ou rejeitar decisões afetam diretamente os valores dos preços de compra futura. Lai [Lai10] afirma que as políticas de precificação dinâmica podem conseguir mais receitas, economicamente eficientes e de preços para serviços de alto valor.

Para Weinhardt *et al* [WABS09], os modelos de preços mais comuns são os **pay-per-use**, no qual os clientes pagam um preço estático pela unidade quando utilizada. Nesse sentido, a cobrança baseada no uso é mais eficiente do ponto de vista econômico. Além disso, a tarifação baseada no uso, é um incentivo, uma vez que estimula os clientes a utilizarem os recursos de forma eficiente. Por outro lado, segundo Stiller *et al* [SRGF01], os provedores têm de enfrentar dificuldades técnicas e econômicas a fim de oferecer múltiplas classes de serviços em um mercado competitivo.

Um outro modelo de preços é de **assinatura**, em que o cliente assina (através de um contrato) para usar uma combinação pré acordada de unidades de serviço por um preço fixo e um período mais longo, geralmente mensal ou anual.

3.2.4 Tarifa

O mapeamento de parâmetros técnicos em unidades monetárias para a utilização do serviço é aplicado na atividade de cálculo da cobrança para um determinado cliente e por um serviço utilizado. Esses cálculos podem conter, por exemplo: estratégias de descontos, regimes de descontos ou informações de *marketing*, em grande parte dos trabalhos, denominado de tarifa.

Carle *et al* [CHSZ00] consideram que as tarifas contêm informações sobre como o preço do serviço é calculado. Para os autores, podem ser descritas por várias fórmulas com algumas regras que definem as condições de sua validade. As tarifas são atribuídas, levando em consideração a variação de preços baseados em diferentes parâmetros. Um conjunto comumente usado para cobrança variável inclui volume, duração ou horários do dia. Um exemplo: uma tarifa com uma fórmula para o horário comercial e outra, para a noite.

3.2.5 Billing

Este mecanismo tem por finalidade traduzir os custos calculados por modelos de cobrança em unidades monetárias, gerando uma conta para o usuário final. Também pode combinar questões técnicas com econômicas, por exemplo, o volume de recursos utilizados por um usuário ou mesmo oferecer descontos [CHSZ00]. O componente *billing* usa os registros contabilizados, a fim de produzir informações de faturas para o prestador de serviços, considerando os diferentes preços dos recursos e regras de faturamento particular.

Para Lindner *et al* [LGC+10] o serviço *accounting* é um processo interno, não exposto ao usuário. *Accounting* e *billing* envolvem um fluxo de informações sobre infraestrutura do provedor em que *billing* determina o período em que os dados serão agrupados e contabilizados a fim de emitir a fatura, além das muitas formas de construção das funções de conversão de preços entre o consumo de recursos e créditos.

Provedores computacionais disponibilizam aos usuários, basicamente, três modelos diferentes de pagamento. Estes modelos, para os referidos autores, não têm sua origem nas nuvens computacionais, ao contrário, eles são bem utilizados em outras áreas do comércio. Segundo eles, esses modelos de *billing* são: pós-pago; pré-pago e híbrido.

O modelo **pós-pago** emite faturas em intervalos regulares pelo consumo acumulado de recursos ou serviço durante o período. Usuários pagam pelo uso dos recursos ao final de um período acordado com o provedor. O pagamento suporta transferências eletrônicas ou pagamentos com cartão de crédito [BRG+06].

No **pré-pago**, o usuário paga antes pelo uso dos recursos e, desta maneira, possui recursos disponíveis limitados pelo valor pago. Neste sistema, os provedores inibem o uso

dos recursos quando o limite é atingido, o que provoca insatisfação, nos casos em que o cliente ainda não encerrou suas atividades, ou mesmo, em situações nas quais o limite de acessos ou de armazenamento extrapolaram o acordado. Poderão ser utilizados cartões pré-pagos de serviço ou cartões de crédito [BRG+06].

Modelos **híbridos** também podem ser usados para alterar a maneira como o sistema é utilizado. Por esta prática, os usuários utilizam-se dos dois modelos: realizam um pagamento antecipado (pré-pago) e, quando extrapolam o uso acordado de recursos ou serviços, pagam esta utilização após um período estabelecido, normalmente com uma diferença de preço. Nesse modelo híbrido, o usuário não sofrerá cortes caso seus créditos pré-pagos se esgotem, ao contrário, continuará utilizando os recursos e a cobrança será realizada por valor diferenciado.

O modelo de cobrança é influenciado pelo fluxo de informações entre *accounting* e *billing*. Por exemplo: os pedidos do modelo pós-pago são organizados em um conjunto de dados de pelos mecanismos de *accounting* conforme um período de tempo específico, enquanto que o modelo pré-pago conta com atualizações constantes. Como o modelo de pagamento pode mudar dinamicamente, o comportamento do componente *accounting* deve ser controlado a partir do componente *billing*.

Elmroth *et al* [LGC+10] deixam claro que o componente *billing* também deve acompanhar os registros de uso, medidos e contabilizados para evitar o processamento dos registros duas vezes ou evitar descompassos. O primeiro caso, é possível na utilização do modelo híbrido e o outro, quando da cobrança de diferentes períodos de faturamento (principalmente, no modelo pós-pago).

As abordagens básicas para esses problemas são: manter as informações sobre os registros processados anteriormente no componente *billing* ou comunicar com o componente *accounting* e marcar os registros como processados. Estes conjuntos de dados devem manter-se sincronizados.

O presente capítulo abordou questões sobre modelos de cobrança, seus componentes e implicações, na perspectiva de sua aplicação em nuvens computacionais e nos paradigmas anteriores. No entanto, pela recente adoção das nuvens computacionais, há dúvidas sobre como os clientes farão uso dos recursos, quais parâmetros os provedores adotarão e no que implicará assumir cada um deles num modelo de cobrança.

No capítulo seguinte é exposta a formatação metodológica da pesquisa, explicitando o método escolhido.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para determinar a condução da pesquisa utilizou-se um protocolo (APÊNDICE A), numa adaptação do proposto por Grassi e Yin[GY05]. Este documento foi elaborado no início do estudo, indicando as atividades a serem realizadas, passo-a-passo.

Este capítulo trata do detalhamento metodológico adotado, considerando as etapas: revisão bibliográfica; opção do método de pesquisa; preparação do campo; coleta de dados com indicação dos artefatos-formulários correspondentes aos processos, subprocessos e tarefas da metodologia em construção e a serem respondidos pelos responsáveis junto ao provedor; indicação do processo de análise e interpretação dos dados e avaliação geral da pesquisa.

A visão geral da pesquisa com sua justificativa, problema central e objetivos geral e específicos, apontadas no Protocolo, foram apresentados na Introdução.

4.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão da literatura específica é uma etapa importante na identificação de estudos existentes sobre a área problematizada, na fundamentação teórica da elaboração do projeto à execução da pesquisa e sua finalização.

Desta forma, a revisão teórica ajudou a esclarecer o problema de pesquisa por meio da compreensão de enfoques, de dados, de informações, elucidando melhor a matéria em exame. Também, referenciou as etapas de coleta e de análise dos dados e sustentou toda a discussão e construção de argumentos em torno da problemática pesquisada.

Para o presente estudo utilizou-se publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, monografias, dissertações e teses sobre modelos de cobrança na área de grades computacionais, redes, *Internet*, computação utilitária e nuvens computacionais, todas citadas nas Referências Bibliográficas.

4.2 MÉTODO DO ESTUDO DE CASO

Diversos autores têm comentado que cada método de investigação tem vantagens e desvantagens e que a primeira e mais importante condição para sua escolha e adoção é a identificação do tipo de questão problematizado.

Este estudo adotou a pesquisa qualitativa, de cunho exploratório, utilizando o método de estudo de caso único, sendo este apenas uma das muitas maneiras de fazer pesquisa. Para Oates [Oat05], um estudo exploratório é praticado a fim de ajudar o pesquisador a

compreender um problema de pesquisa e é indicado quando se colocam questões do tipo **como** e **porquê**. Também, é usado, por exemplo, quando há pouca literatura sobre um tópico, a fim de identificar aspectos possíveis a serem abordados em pesquisas subsequentes. Segue o autor afirmando, que o estudo de caso é adotado para construir uma nova teoria a ser aplicada por pesquisadores a outras situações, combinado a outros métodos de pesquisa.

Ainda quanto à aplicabilidade do método de estudo de caso, o mesmo é utilizado para explorar situações que estão sendo avaliadas e não apresentam um conjunto simples e claro de resultados [GY05]. Ainda para Oates [Oat05], um estudo de caso centra-se em uma instância de algo que está sendo investigado, que pode ser uma organização, um departamento, um sistema de informação, um fórum de discussão, um desenvolvedor de sistemas, um projeto em desenvolvimento, uma decisão tomada ou a ser tomada e assim por diante. Cada instância é estudada profundamente, usando uma variedade de recursos para geração de dados. O objetivo é obter uma visão rica e detalhada sobre a realidade deste caso com suas complexas relações e processos.

Há várias aplicações diferentes de um estudo de caso. Destacam-se cinco mais importantes: explicar os supostos vínculos causais em intervenções da vida real que são complexos demais para estratégias experimentais ou aquelas utilizadas em levantamentos; descrever uma intervenção e um contexto de vida real, no tempo em que ocorre; ilustrar certos tópicos dentro de uma avaliação, outra vez, de um modo descritivo; explorar aquelas situações nas quais a intervenção que está sendo avaliada não apresenta conjunto simples e claro de resultados; por último, o estudo de caso pode ser um estudo de avaliação propriamente dito.

Estudos de caso podem incluir um único ou múltiplos casos. Segundo Oates [Oat05], a abordagem mais comum é analisar um único caso. É importante informar até que ponto se julga que a escolha do caso abrange outros casos de sua classe, ou se o escolhido é único, interessante em si mesmo e se os resultados são ou não suscetíveis de serem generalizados para outros casos. Esta evidência é a justificativa mais forte pela escolha do método para esta pesquisa e desde o início se sabia desta possibilidade. A aplicação da metodologia proposta foi realizada num único provedor, no entanto, com possibilidade de generalização.

Na área de sistemas de informação, caracterizada pela constante inovação tecnológica, pesquisadores frequentemente buscam propor mudanças ou avaliar métodos para o

desenvolvimento de novos sistemas. Assim, pelo ritmo acelerado nesse campo, muitos temas novos emergem, continuamente, sobre os quais informações valiosas podem ser obtidas através da utilização de estudo de caso.

Desta forma pode-se destacar três razões porquê o estudo de caso é um método viável para investigação na área de sistema de informações segundo Benbasat *et al* [BGM87]. A primeira, o pesquisador pode estudar os sistemas de informação em um ambiente natural, aprender sobre o estado da arte e gerar teorias a partir da prática; outra razão, o método de estudo de caso permite ao pesquisador responder o como e o porquê, isto é, compreender a natureza e a complexidade dos processos em curso, e, por fim, o estudo de caso é uma abordagem adequada para a investigação numa área na qual poucos estudos prévios foram realizados.

Para colocar o estudo de caso em perspectiva, é importante contrastá-lo com outros métodos comumente utilizados por pesquisadores de Sistemas de Informação. Em experimentos de laboratório, o pesquisador mede variáveis dependentes, enquanto manipula variáveis independentes em um ambiente controlado. Da mesma forma, experimentos de campo envolvem a manipulação e a medição de variáveis claramente definidas, mas, em um ajuste natural. Finalmente, no campo de estudos, pesquisadores medem as variáveis dependentes e independentes em seu contexto natural, porém, sem controle ou manipulação. O tema predominante nos estudos de caso na área tem sido a implementação de análises das possíveis causas do sucesso ou fracasso de um sistema de informação, servindo de apoio à decisão, conforme constatam Benbasat *et al* [BGM87].

No contexto desta pesquisa, o estudo de caso único foi adotado para subsidiar a aplicação de uma metodologia para definir modelos de cobrança de modo a conduzir provedores à melhoria ou à redefinição dos seus modelos praticados. O estudo de caso pareceu ser o método mais adequado para construir essa metodologia ao buscar elucidar **como** os provedores poderiam cobrar seus clientes e **porquê** utilizar determinados parâmetros com impacto nos modelos de cobrança, e, em consequência, nos clientes.

4.3 CAMPO DE PESQUISA

A questão motivadora para a pesquisa surgiu das dificuldades dos provedores em identificar parâmetros para definir modelos de cobrança em nuvem computacional.

Desta forma, o estudo de caso a que se refere esta dissertação, considera a experiência atual do LABORATÓRIO DE ALTO DESEMPENHO DA PUCRS (LAD-PUCRS), pois, atendia os três critérios adotados para a seleção do provedor a se aplicar a metodologia

proposta, conforme estabelecido no Protocolo de Pesquisa (APÊNDICE A). O provedor deveria possuir dificuldades de identificar parâmetros para os modelos de cobrança; ter interesse ou manifestar o desejo de aperfeiçoar seus modelos de cobrança e possuir características que o enquadrem num ambiente de nuvem computacional.

Como campo de pesquisa, o LAD-PUCRS, com seus atuais modelos de cobrança, apresenta perspectivas favoráveis ao redimensionamento dos seus serviços na Universidade, pelo desafio do acréscimo de novos usuários e volume de recursos consumidos, necessitando melhorar seu modelo de cobrança. Neste sentido, necessita aperfeiçoar seus modelos de cobrança, reavaliando os parâmetros que os compõem ou propondo novos produtos/serviços. Predispõe-se, assim, à aplicação da metodologia proposta, conferindo-lhe aplicabilidade tanto no campo em que foi concebida quanto de modo extensivo a outros provedores, posteriormente.

4.4 PARTICIPANTES

Os participantes da pesquisa foram os diferentes responsáveis pela execução dos processos e tarefas no provedor, identificados segundo a metodologia. Participaram da pesquisa efetivamente o pessoal ligado ao LAD-PUCRS, envolvendo quatro categorias diferentes de participantes: o Gestor, o Responsável pela infraestrutura, o Responsável pela contabilidade e o Implementador.

O **Gestor** participante foi responsável pela maioria dos processos e subprocessos da metodologia e respondeu pela localização das informações e ao seu acesso. Isto porque, várias delas somente puderam ser obtidas pelos gestores do provedor ou seu acesso só poderia ser autorizado por eles. Da mesma forma, as decisões que trarão impacto sobre a definição do modelo de cobrança deverão ser tomadas e informadas por este participante. Em provedores maiores, com departamentos organizados, alguns destes processos podem ser executados pelos responsáveis dos departamentos específicos. De forma geral, são os gestores que possuem o conhecimento sobre modelos de serviço, ambientes, clientes que acessam seus serviços, tipos de serviços mais rentáveis para o provedor e, sobretudo, são conhecedores do mercado. Seus conhecimentos são muito mais estratégicos do que técnicos.

Ao **Responsável pela Infraestrutura** coube fornecer as informações sobre a capacidade instalada e informações sobre o monitoramento da infraestrutura.

Foi o **Responsável da Contabilidade** quem realizou o levantamento dos custos do provedor e os calculou referente a cada uma das atividades dos produtos para determinar

os valores de um produto ou serviço. E por fim,

O **Implementador** teve a função de receber os resultados coletados nos processos através dos artefatos aplicados e realizar sua análise para propor os modelos de cobrança para o provedor. Em se tratando de um estudo de caso, na primeira aplicação da metodologia, este papel foi desempenhado pelo pesquisador. No entanto, uma vez validados os procedimentos para a aplicação da metodologia, este papel, poderá ser desempenhado por um funcionário da empresa designado pelo gestor do provedor ou até, por profissional externo à empresa.

4.5 COLETA DE DADOS

Entre as fontes de coleta de dados, Grassi e Yin [GY05] identificam várias que funcionam bem num estudo de caso: documentação, arquivos de registros, entrevistas, observação direta e aplicação de artefatos elaborados para a pesquisa.

Neste estudo foram utilizadas várias técnicas que deram suporte à coleta, análise e interpretação dos resultados e a elaboração da presente dissertação e permitiram o diálogo entre as fontes: bibliográficas, documentais e dos artefatos aplicados.

A etapa central de coleta dos dados ocorreu com a aplicação de oito formulários elaborados, também identificados, indistintamente, por artefatos, conforme notação adotada (ANEXO A). Cada formulário teve seu foco específico conforme o diagrama adotado pela metodologia a ser proposta a saber: modelo de serviço; serviços e produtos; produtos comercializados; requisitos de serviços e produtos; capacidade instalada; custos operacionais; parâmetros dos modelos de cobrança; requisitos de cobrança. Todos são apresentados na íntegra no APÊNDICE B.

Os formulários foram respondidos por pessoal ligado ao provedor, conforme Seção . A princípio, os formulários foram submetidos por *e-mail*, para uma pré-testagem, a fim de obter a reação dos participantes aos mesmos. Em seguida, foram realizadas entrevistas com os participantes a fim de identificar as dificuldades encontradas nos artefatos para sua resolução. Também, informalmente, se conversou sobre os fatos relacionados aos processos tratados em cada formulário, sobre os procedimentos gerais para a coleta de *logs*, documentos, referências de pessoas relacionadas às questões em foco, sobre os processos e sobre a percepção deles sobre determinados eventos para a construção da metodologia. As entrevistas, encontros e diálogos ocorreram ao redor dos artefatos, seus conteúdos, sua formatação, dos diagramas representativos dos processos/tarefas da metodologia.

Além disso, durante o seminário de andamento da pesquisa, conforme cronograma institucional houve discussões com o orientador da pesquisa. Nesse processo foram realizadas avaliações da metodologia apresentada para corrigir o fluxo e os processos propostos.

Na coleta de dados, propriamente dita, então apropriou-se de *logs* de monitoramento, relatórios de uso da infraestrutura e outros documentos relacionados ao foco da pesquisa que pudessem oferecer informações para adequar a metodologia e melhorar os formulários. Também se utilizou entrevistas com roteiros semiestruturados, previamente agendadas com os colaboradores do Laboratório; seminários; obtenção *logs* de monitoramento; documentos gerais e observação direta do LAD-PUCRS.

Por fim, a observação direta sobre o funcionamento do provedor LAD-PUCRS também foi fundamental para compreender suas características e elaborar os modelos de cobrança, favorecida por estar o pesquisador vinculado ao Laboratório enquanto bolsista pesquisador.

O tempo dispendido em todo o processo de levantamento de dados à análise dos resultados da aplicação da metodologia foi de, aproximadamente, um ano.

4.6 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS E AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE PESQUISA

Num estudo de caso seja ele único ou múltiplo, não há um esquema prévio de análise e interpretação. Em geral, no entanto, a análise de dados consiste em examinar, categorizar, tabular ou reunir as evidências para recorrer às proposições iniciais do estudo.

Nesta etapa, as informações geradas ao longo da pesquisa foram reunidas, analisadas e interpretadas em torno dos diferentes processos e tarefas a fim de possibilitar a consolidação da metodologia, fomentar reflexões sobre a mesma com o foco nos modelos de cobrança do provedor.

Quanto à interpretação do material recolhido, o objetivo maior foi estabelecer relações entre os parâmetros dos modelos de cobrança aplicados no LAD-PUCRS e também, avaliar o fluxo do diagrama proposto pela metodologia e os próprios formulários.

Para Grassi e Yin [GY05], a análise das evidências encontradas num estudo de caso caracteriza-se como o aspecto mais difícil desse tipo de método, de tal forma que é necessário que o pesquisador tenha uma estratégia analítica definida a conduzi-lo durante esta parte do trabalho. No caso deste estudo, utilizou-se a análise estatística, principalmente, para interpretar os resultados do material coletado, aceito pelo provedor (LAD-PUCRS).

Esta etapa é apresentada com detalhamento no Capítulo 0.

Tendo coletado diversas informações através de diferentes meios, organizados, analisados e interpretados foi possível avaliar todo o processo da pesquisa, a aplicabilidade da metodologia tanto no LAD-PUCRS quanto inferir possibilidades de seu uso extensivo a outros provedores com adequações às realidades. Esta etapa é apresentada nas Considerações Finais.

O presente Capítulo trouxe as referências sobre as etapas da pesquisa conforme o protocolo adotado (ANEXO A) com explicitação tanto do método de estudo de caso único adotado quanto dos recursos metodológicos utilizados na realização da pesquisa.

5 DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA PARA DEFINIÇÃO DE MODELOS DE COBRANÇA EM NUVENS COMPUTACIONAIS

Provedores de serviços de nuvens computacionais podem ser limitados em seus recursos e capacidades, quando expostos ao desafio de como vender e cobrar seu produto de forma eficiente [Ana10] ou, quando desejam reformular seus modelos de cobrança, mas possuem dificuldades em compreender todo o processo para alcançar modelos que aumentem as receitas. Para atender o perfil de consumidores distintos, provedores de serviços podem oferecer numerosas classes de serviço e estas devem ser pagas de formas diferentes. Além disso, os prestadores, alocando sua capacidade a vários tipos de consumidores, podem maximizar sua produção pela venda de unidades e em consequência, ter sua receita aumentada. Estes são desafios.

Segundo Anandasivam [Ana10], sofisticados sistemas de medição de preços, bem como serviços flexíveis e adaptados às necessidades dos consumidores heterogêneos são fatores-chave para o êxito de um projeto, oferecendo modelos de utilidade em nuvens computacionais. Através da definição de uma metodologia - proposta central deste estudo - é possível estabelecer qual modelo de cobrança atinge melhor a utilização da infraestrutura e a consequente maximização das receitas do provedor pela identificação de parâmetros que o aprimorem.

Assim, a definição de uma metodologia pretende solucionar dois problemas. Um deles refere-se à falta de sistematização de uma abordagem comum sobre a forma como provedores cobram seus clientes e, sobretudo, como definem os preços, conforme apontam Lindner *et al* [LGC+10]. O outro problema refere-se à forma como provedores conseguem extrair maiores receitas a partir da venda de sua infraestrutura, ou seja, como alocam aos diferentes clientes com seus requisitos de maneira que um número maior de usuários possa ser acomodado na infraestrutura, gerando maiores receitas. A afirmação de Lindner *et al* [LGC+10] de que a falta de uma visão abrangente sobre a cadeia de fornecimento, mais a falta do *insight* sobre o fluxo de informações, as exigências de controle e os processos de *accounting* e *billing* nos serviços em nuvem, impedem as empresas de abraçarem as nuvens computacionais, confirmado pelo fato de que não há um processo claro e definido que sustente os modelos de cobrança.

Reforça-se o que se vem frisando ao longo deste estudo: os modelos de cobrança envolvem um conjunto de questões de ordem técnica e econômica. São estruturados portanto, por uma política de atribuição de preços, um formato de entrega da fatura e uma tarifa

com impacto direto sobre a forma como os dados serão medidos e contabilizados, conforme descrito no Capítulo 3.

O presente capítulo descreve uma proposta de metodologia para definição de modelos de cobrança em ambiente de nuvens computacionais, com a caracterização detalhada de seus processos, subprocessos e tarefas, associados aos oito artefatos construídos para obtenção das informações a respeito dos mesmos (APÊNDICE B).

O fluxo da metodologia proposta para definição de modelo de cobrança é representado por diagrama, utilizando notação para a modelagem de processos de negócios segundo *Business Process Modeling Notation* (BPMN), para melhorar a compreensão dos principais elementos apresentados (ANEXO A).

Uma das razões da escolha desta notação para representar o fluxo da metodologia deve-se ao fato de que um dos seus objetivos é criar um mecanismo simples e compreensível para a produção de modelos de processos de negócios, ao mesmo tempo, em que é capaz de lidar com sua inerente complexidade. Segundo a *Object Management Group* [OMG11], a abordagem adotada lida com esses dois quesitos conflitantes, organizando os aspectos gráficos da notação em categorias específicas para que o leitor possa reconhecer facilmente os tipos básicos de elementos e compreendê-los.

A notação utilizada para desenvolver o diagrama permite que cada um dos processos da metodologia tenha um ou mais participantes associados e responsáveis pela execução dos subprocessos e tarefas. Além disso, a notação possibilita que sejam associados os artefatos formulários, elaborados para o levantamento de dados a serem aplicados durante a execução das tarefas no desenvolvimento da metodologia.

O resultado esperado após a aplicação da metodologia é a definição de modelos de cobrança que possam melhorar a utilização da infraestrutura e possam gerar maiores receitas para o provedor. Para tanto, a metodologia deve resultar da adequação aos requisitos de cada um dos produtos do provedor e fornecer uma classificação mais adequada dos usuários aos modelos de cobrança.

As Seções a seguir descrevem, especificamente, de acordo com o diagrama proposto, cada um dos processos, seus subprocessos e tarefas, associados aos respectivos artefatos formulários (APÊNDICE B) e ao participante responsável por preenchê-los.

5.1 PROCESSO: ANALISAR CARACTERÍSTICAS

Este processo propõe a análise do modelo de serviço pelo qual o provedor atua. Através deste processo se inclui a identificação dos produtos ofertados atualmente e seus

clientes; são inferidos os parâmetros e as métricas adotadas pelo atual modelo de cobrança. Por fim, este processo identifica dificuldades encontradas pelo provedor na definição do modelo de cobrança e investiga parâmetros que se adaptem ao perfil de cada consumidor.

Conforme a Figura 5.1, a tarefa e os subprocessos para analisar as características do provedor envolvem: o (s) modelo (s) de serviço em que o provedor se insere; os produtos ofertados por ele e as estratégias de venda do provedor.

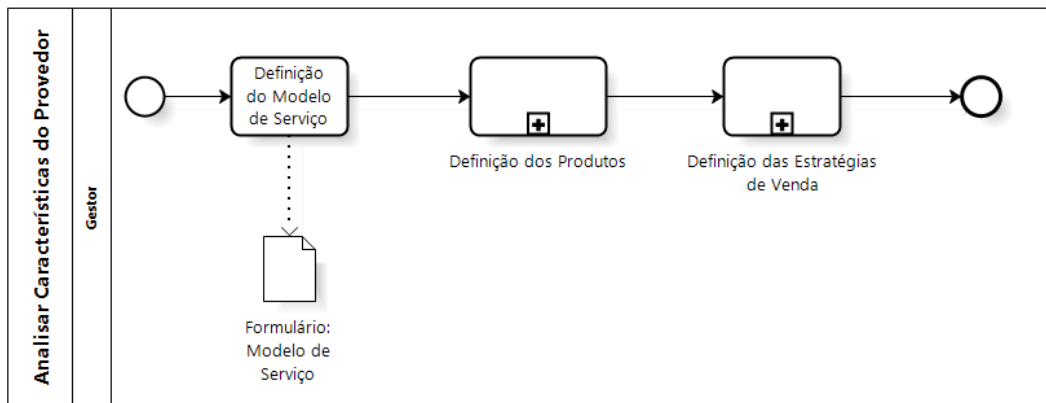


Figura 5.1 – Processo: Analisar Características do Provedor

5.1.1 Tarefa: Definição do Modelo de Serviço

A primeira tarefa do provedor de nuvens computacionais para definir um modelo de cobrança é delinear claramente o serviço a ser oferecido. A maioria das soluções de nuvens computacionais tem quatro camadas: conteúdo; processos e aplicações; integração e *middleware*; infraestrutura e equipamentos. Através do artefato correspondente: Modelos de Serviço (APÊNDICE B.1) são informadas as características do mesmo pelo Gestor.

Os tipos de serviços a serem prestados aos clientes são classificados pelos Modelos de Serviço. Diferentes modelos servem a diferentes tipos de requisitos e podem alcançar objetivos de negócio diferentes. As questões propostas referem-se aos tipos de clientes que o provedor atende e aos produtos que entrega aos mesmos. A partir das respostas do entrevistado, um ou mais Modelos de Serviço deverão ser selecionados.

Por exemplo: a *Amazon* [AWS11a] oferece serviços de IaaS e PaaS e são cobrados de formas diferentes. O modelo de serviço IaaS, segundo Weinhardt *et al* [WABS09], pode ser classificado em duas categorias: uma que provê capacidade de armazenamento e outra, que provê poder de processamento. Na maioria dos casos, este modelo de serviços adota estratégias tais como *pay-per-use* ou assinatura. Aplica-se a clientes que necessitam de máquinas virtuais (VM's), armazenamento em nuvem e componentes de infraestrutura de rede, como *firewalls* e serviços de configuração. Os administradores de sistemas são os

assinantes deste serviço. As taxas de utilização são calculadas por hora CPU, dados armazenados em Gb por hora, largura de banda consumida, infraestrutura de rede utilizada por hora, serviços de valor agregado utilizado (monitoramento ou serviços de *auto-scaling*), dentre outros. É a camada mais básica da computação em nuvem. Um exemplo típico são as ofertas de serviços em nuvem da *Amazon*, chamados de EC2 [AWS11b] e S3 [AWS11c].

Os provedores podem optar em oferecer serviços na camada da PaaS. Esta camada da plataforma representa soluções sobre uma infraestrutura de nuvem e fornece serviços de valor agregado, tanto em termos técnicos quanto em perspectiva econômica. Weinhardt *et al* [WABS09] distinguem esta camada entre plataforma de desenvolvimento e de negócios. Na plataforma de desenvolvimento, os programadores criam seus aplicativos e os hospedam na nuvem computacional. As plataformas de negócio permitem o desenvolvimento, a implantação e o gerenciamento de aplicações de negócios sob medida. São exemplos de PaaS: o *Google Apps Engine* [Goo11] e *Salesforce.com*, respectivamente.

PaaS refere-se ao fornecimento de uma plataforma de computação e ao fornecimento e implantação de um conjunto associado de aplicações de *software* a uma empresa por um provedor de nuvem. Torna possível a implantação de aplicações em toda a rede ao mesmo tempo, eliminando a necessidade de comprar ou manter *hardware* ou *software* porque pertence ao provedor de nuvem computacional e é mantida por ele. Os clientes deste modelo de serviço normalmente são empresas que desenvolvem *softwares*, prestadores de serviços de TI ou mesmo os desenvolvedores individuais.

A camada de SaaS é responsável por entregar aplicativos através de IaaS ou PaaS. Para Weinhardt *et al* [WABS09], esta camada está dividida em aplicações e provisionamento de serviço *web* por demanda. O modelo de aplicações é oferecido por meio do modelo de assinatura, *pay-per-use* ou gratuitamente, como alguns serviços da *Google*. O segundo tipo é um modelo que entrega *software* como um serviço, de forma diferente do modelo tradicional. A empresa adquire uma licença de uso, instala o *software* nos seus servidores e adota o modelo *pay-per-use*.

O modelo SaaS transformou a maneira como um *software* é comercializado, tendo uma crescente escolha entre as empresas, favorecido pelo baixo custo inicial. Não há mais necessidade de contratos de manutenção, pois esta fica a cargo do provedor, não mais da empresa. O usuário passa apenas a usar o *software*, sem se preocupar com as atividades de instalação, manutenção, *upgrades* etc.

O provedor de serviços possui alto controle administrativo sobre a aplicação e é responsável pela atualização, implantação, manutenção e segurança. O prestador exerce a

responsabilidade final sobre a aplicação. Por exemplo: o *Gmail* é um SaaS, em que o *Google* é o provedor e os usuários são os consumidores. Nesse modelo, os usuários têm controle administrativo limitado, embora existam várias ações sob o seu comando, como habilitar caixa de entrada prioritária, assinaturas etc, que eles podem alterar por meio das configurações.

5.1.2 Subprocesso: Definição dos Produtos

A escolha dos produtos depende diretamente da escolha do modelo de serviço. A fim de definir os modelos de cobrança do provedor, o subprocesso: definição dos produtos (Figura 5.2), é responsável por realizar o levantamento dos produtos atualmente vendidos, suas quantidades, identificar os assinantes, bem como analisar os requisitos de cada um desses produtos. Através dos seus requisitos é possível verificar quais parâmetros estão sendo adotados pelo provedor para determinar os atuais modelos de cobrança e sobretudo, avaliar como esses parâmetros podem ser aplicados nos novos modelos de cobrança.

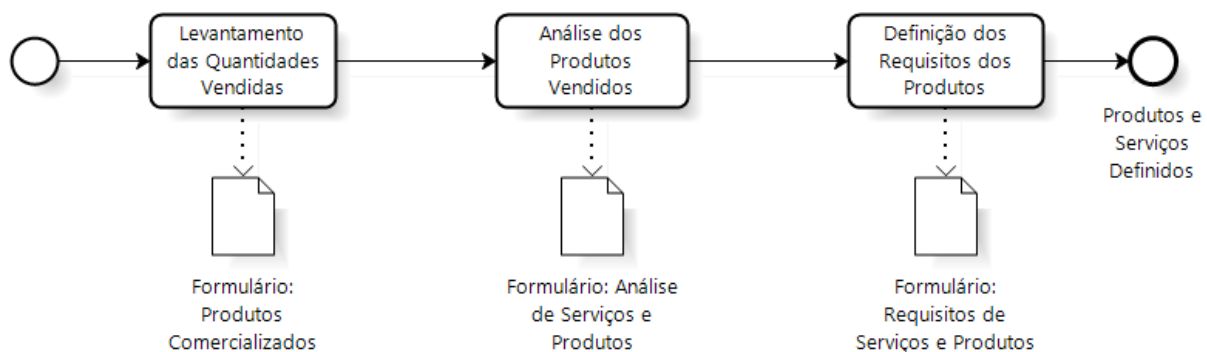


Figura 5.2 – Tarefas do Subprocesso: Definição dos Produtos

a) Tarefa: Levantamento das Quantidades Vendidas

Nesta tarefa, o levantamento das quantidades vendidas e ativas pelo provedor tem por objetivo quantificar quantos serviços ou produtos estão sendo comercializados até o momento e fazer um comparativo entre os valores atuais do produto e os valores com os futuros custos do produto. Este levantamento pode contribuir para identificar os tipos de produtos e a representatividade de cada um deles para o provedor (APÊNDICE B.2).

b) Tarefa: Análise dos Produtos Vendidos

A finalidade de analisar os produtos vendidos pelo provedor é levantar informações sobre os mesmos e fornecer informações adicionais para definir o modelo de cobrança para cada produto. O artefato: Produtos Comercializados (APÊNDICE B.2) propõe questionamentos sobre os produtos, buscando coletar informações sobre a composição deles, sua representatividade dentro da composição das receitas do provedor, além de informações

referentes aos clientes e sua relação com esses produtos. Essas informações serão importantes para definir os atributos dos modelos de cobrança de cada produto e também poderão trazer dados relevantes para verificar a quantidade de modelos de cobrança necessários.

c) Tarefa: Definição dos Requisitos dos Produtos

O provedor define os requisitos do produto, determinados pelas atividades que compõem cada um e pela quantidade de recursos para cada atividade. Durante a execução da tarefa, o gestor deve quantificar os recursos alocados a cada um dos produtos. Esta informação é necessária para, nos processos subsequentes, possibilitar a atribuição de custos a cada um dos recursos e, desta forma, atribuir o custo de cada produto. Pelo artefato: Classificação de Serviços e Produtos (APÊNDICE B.4) respondido pelo gestor, é possível determinar quais recursos fazem parte de cada produto.

Interessante verificar que cada provedor define os requisitos de seus produtos. Uma das soluções poderia ser um levantamento junto aos assinantes para verificar a necessidade destes. Outra opção seria a coleta de informações, por meio do monitoramento da infraestrutura, uma variável capaz de identificar o comportamento dos assinantes e, desta forma, definir os recursos atribuídos a cada serviço. A maneira mais eficaz de quantificar os recursos de produto é a adoção dessas duas práticas.

É importante ressaltar que boa parte dos provedores que ofertam recursos computacionais ou serviços, definem algumas classes de produtos e os clientes não interferem nesses requisitos. Por outro lado, há provedores menores, que atualmente personalizam suas ofertas e dispõem de produtos com requisitos definidos, mas flexibilizam suas ofertas, adaptando-os a cada cliente.

5.1.3 Subprocesso: Definição da Estratégia de Venda

As estratégias de venda englobam inúmeros parâmetros e, para tanto, a metodologia propõe que esta parte do fluxo seja organizada num subprocesso constituído de várias tarefas que realizadas, resultarão em documentação sobre as estratégias de venda. A definição dos modelos de cobrança envolve questões referentes a: que canais utilizar para a venda; que preços praticar; como definir os clientes dos seus produtos; como atribuir valor a esses produtos e como vendê-los, além de considerar o comportamento dos consumidores.

As estratégias de venda terão impacto direto sobre a definição dos modelos de cobrança. Elas não se restringem unicamente a atribuir preço aos serviços ou produtos, mas enfatizam o que é necessário visualizar no mercado, quais as demandas atuais, quais são os clientes que o provedor pretende atrair e qual o valor que este serviço ou produto possui [IBM10]. Para tanto, este subprocesso também, deve ser executado pelo participante gestor, que possui informações privilegiadas sobre esses cenários. Conforme a Figura 5.3, possui duas tarefas.

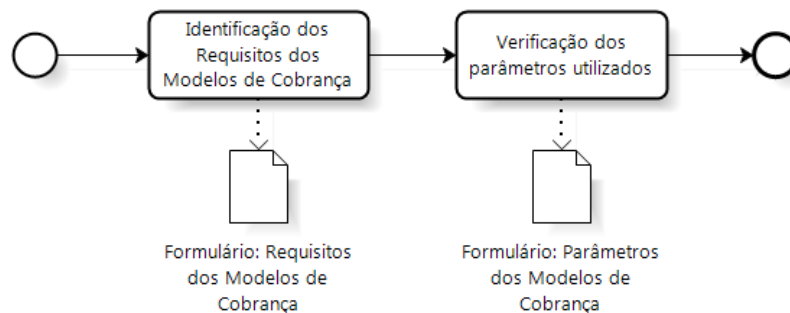


Figura 5.3 – Tarefas do Subprocesso: Definição da Estratégia de Venda

a) Tarefa: Identificação dos Requisitos dos Modelos de Cobrança

Esta tarefa tem por objetivos verificar, junto ao gestor do provedor, questões gerais sobre os atuais modelos de cobrança praticados, identificar quais são as dificuldades encontradas em relação à definição dos modelos de cobrança e quais as expectativas em relação aos novos modelos e obter informações sobre o comportamento dos clientes.

Esta avaliação ajudará esclarecer os tipos de modelos que o provedor deseja adotar, mas não possui clareza sobre como implementá-los. Para Anandasivam [Ana10], o projeto de produtos sofisticados e o cálculo de preços adequados exigem uma interpretação das preferências dos usuários e seus requisitos. Para identificá-los, aplica-se o artefato: Requisitos dos Modelos de Cobrança (APÊNDICE B.8).

b) Tarefa: Verificação de Parâmetros Utilizados.

A segunda tarefa desse subprocesso tem por objetivo buscar informações sobre os parâmetros utilizados. Para tanto, o artefato: Parâmetros para Modelos de Cobrança (APÊNDICE B.7) propõe questões sobre as políticas de atribuição de preços, formato de entrega da fatura e questões relacionadas com a tarifa.

Ao final da execução do Processo Analisar Características obter-se-á informações sobre o modelo de serviço adotado pelo provedor, sobre seus produtos e possibilidades de segmentação e de oferta, dados sobre os atuais modelos de cobrança e parâmetros relacionados aos mesmos e ainda, suas dificuldades para definir parâmetros dos modelos de cobrança. A análise das características do provedor contribui para o conhecimento do

mesmo, além de serem subsídios para a continuidade da execução dos processos subsequentes.

5.2 PROCESSO: ANALISAR A CAPACIDADE INSTALADA

Este processo tem por objetivo realizar um levantamento da infraestrutura instalada e questionar o responsável sobre questões técnicas de gerenciamento.

Ao coletar informações sobre a capacidade instalada do provedor, o gestor tem condição de apreendê-la e fornecer parâmetros para a análise de custo e para a modelagem dos modelos de cobrança. Para tanto, preenche o formulário (APÊNDICE B.5) e um relatório é elaborado pelo responsável da infraestrutura, que, aprovado pelo gestor é enviado para o implementador. Conforme mostra a Figura 5.4, este processo possui três tarefas.

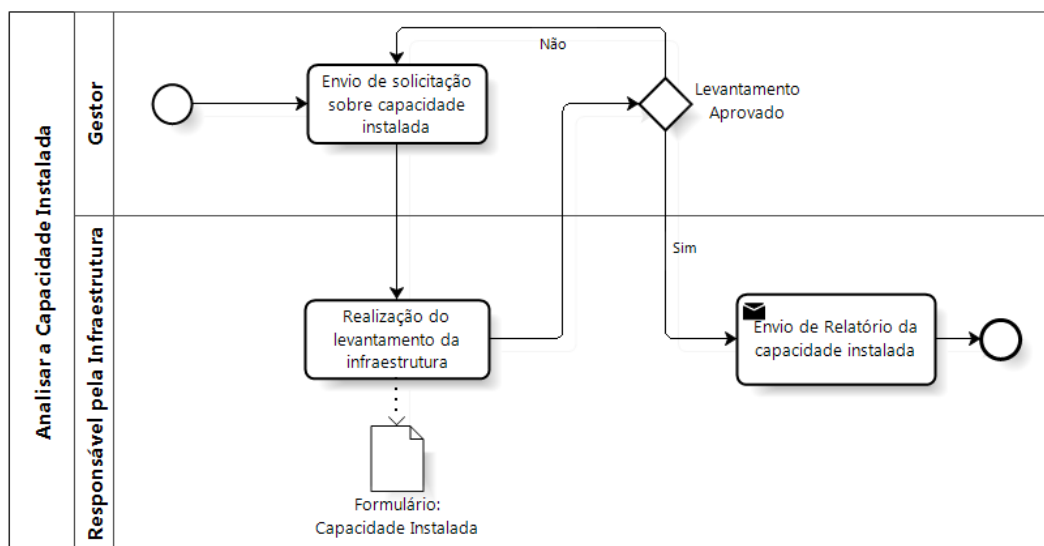


Figura 5.4 – Tarefas do Processo: Analisar a Capacidade Instalada

5.2.1 Tarefa: Envio de solicitação sobre capacidade instalada.

O gestor do provedor solicita ao responsável da infraestrutura um levantamento da capacidade instalada no provedor.

5.2.2 Tarefa: Realização do Levantamento da Capacidade Instalada.

O responsável fará o levantamento do equipamento instalado no provedor, tendo por base o artefato: Análise da Capacidade Instalada (APÊNDICE B.5).

5.2.3 Tarefa: Envio de Relatório da Capacidade Instalada.

Esta tarefa tem por objetivo enviar as informações solicitadas no artefato e enviá-lo para o implementador. No relatório há especificações de cada equipamento, e suas quantidades instalada e as tecnologias presentes neles.

Ao finalizar este processo ter-se-á a descrição do provedor em relação a sua infraestrutura através de informações sobre capacidade instalada, volume de processamento, equipamento de rede e banda larga, serviços ofertados aos clientes e licenciamento, conforme os indicadores do formulário.

5.3 PROCESSO: ANALISAR CUSTOS

Este processo, através da execução de suas tarefas, realiza o levantamento dos custos operacionais do provedor, bem como, o cálculo dos custos das atividades de cada produto e sua associação aos recursos alocados a cada produto. Estas são executadas pelo responsável pela contabilidade e em situações nas quais não exista este participante, é o gestor quem responde.

Independente do objetivo do provedor, é necessário mapear os custos internos de operação. Em provedores públicos, esta análise de custos contribui para definição do preço do produto, sendo que tais custos precisam ser incluídos no valor a ser cobrado pelo serviço. Em nuvens privadas, este levantamento tem por objetivo verificar o custo operacional e quais dos projetos ou áreas da empresa contribuem mais para esse custo. Segundo Suter [Sut07], este mapeamento determina a perda ou o lucro de um provedor. Desta forma, o processo colabora para determinar o custo total, os custos envolvidos na elaboração de um produto e para comparar receitas e custos.

Os custos podem ser calculados de diferentes formas, dependendo do modelo de serviço adotado pelo provedor. Por exemplo: um provedor possui seu próprio *datacenter* instalado, um caso típico de IaaS, no qual vende infraestrutura computacional. Os custos devem ser calculados a partir do custo operacional do provedor e, para isso, precisam ser considerados gastos com: amortização, servidores, *software*, rede, manutenção e suporte, energia e refrigeração. Outra situação é a dos provedores de PaaS e SaaS, que comumente, compram infraestrutura de provedores de IaaS. Neste caso, consideram como custos, o número de máquinas alugadas e o custo por máquina, ou seja, os custos operacionais já estão incluídos no valor da infraestrutura contratada.

Nesta metodologia, definem-se processos para análise de custo especificamente para provedores que possuem seu próprio *datacenter*. Desta forma, não será abordado um formato específico para determinar os custos em situações nas quais provedores compram infraestrutura. É muito comum entre provedores de PaaS e de SaaS, que possuem infraestruturas terceirizadas. São diferentes, todos os custos operacionais considerados em situações nas quais o provedor possui seu próprio *datacenter*. O fato é que tais infraestruturas

devem ter seus custos calculados de forma diferente.

A alocação de custos de infraestrutura é um tema cada vez mais importante nos departamentos de TI. A metodologia proposta neste estudo considera este processo necessário para definição dos modelos de cobrança, visto que a definição do preço dos recursos é influenciada por esse levantamento. De modo especial, no contexto das nuvens computacionais, algumas peculiaridades devem ser observadas. Reinhard *et al* [BBS07], no artigo sobre Contabilidade de Custos com Infraestrutura de TI, citam um estudo realizado pelo *Forrester Research Inc*, em que aponta *hardware* de computador (21%), juntamente com redes e *hardware* de comunicações (14%) respondem por mais de um terço dos orçamentos de TI atual. Esses custos de infraestrutura (servidores e infraestrutura de rede) são atribuídos às unidades de negócio baseadas em chaves de repartição de custos simplificado. Embora tenham surgido algumas tecnologias relacionadas com a análise de custos de *datacenters*, as características da nuvem tornam tais tecnologias difíceis de serem adotadas para a análise de custo nesses ambientes.

Nesses cenários, dentre os exemplos típicos de custos, se incluem servidores de banco de dados, servidores de aplicação ou servidores virtualizados. O consumo de recursos dos aplicativos instalados e a carga de trabalho gerada pelos clientes também são um indutor de custos significativos. Por exemplo: um servidor de aplicação médio em um centro de dados industrial (4 CPU e 16 GB de memória) pode facilmente receber dezenas de aplicativos leves, enquanto, em outros cenários de carga de trabalho, o mesmo servidor pode ser totalmente utilizado por uma ou duas aplicações [BBS07]. Se os custos de tal servidor são tratados como custos indiretos e são distribuídos através de taxas fixas ou percentuais fixos, o gestor de TI, bem como as unidades de negócios em questão, têm poucas possibilidades de controle de custo e planejamento.

Para Li *et al* [LLL+09], em ambientes de nuvens computacionais não é suficiente apenas calcular e analisar o TCO¹. O custo real deve ser associado diretamente aos recursos acordados com um determinado usuário. Aplicativos também devem ser analisados, ao que se chama de custo de utilização. Os referidos autores apresentam duas razões por que é necessário associar os custos a cada produto ou aos recursos acordados com o cliente. Uma razão é **utilização elástica de recursos**. Por esta, as nuvens computacionais oferecem um serviço de recursos por demanda no qual os usuários podem solicitar recursos da

¹ O conceito de custo total de propriedade *Total Cost of Ownership* (TCO) foi adaptado pela Gartner, em 1987, para a aplicação na área de TI como um meio de entender os custos reais da infraestrutura. Existia uma grande demanda em medir a melhoria ou mesmo a perda de produtividade oriunda do uso indiscriminado de redes de computadores baseados em outras áreas.

nuvem e, em seguida, voltar a lidar com suas necessidades de negócio. As nuvens computacionais sempre adotam uma arquitetura que, necessariamente, adapta-se às exigências dos usuários, mudando de modo automático. Tecnologias de escalabilidade dinâmica apoiam os provedores, o que significa que as instalações de servidores e *softwares* podem ser adicionadas ou removidas do *pool* de recursos conforme as demandas dos clientes. Isso faz com que a análise de custo em nuvem computacional seja completamente diferente de *datacenters* tradicionais. Ainda segundo Li *et al* [LLL+09], a análise de custo deve ser orientada à utilização, mudando constantemente com as novas exigências dos usuários.

Tecnologias de análise de custo correntes não levam em conta a característica elástica das nuvens computacionais da qual seu cálculo depende, principalmente, as estatísticas do custo de cada item e um resumo de todos os gastos financeiros. As tecnologias atuais não podem executar cálculos sem os dados exatos de cada item de custo, o que é difícil de obter em ambientes de nuvens computacionais. Ao negligenciar o impacto da utilização elástica das nuvens computacionais há alteração no cálculo de custo geral. A outra razão apresentada por esses autores sobre a necessidade de associar os custos a cada produto, ou aos recursos acordados com o cliente, refere-se à **ampla adoção da virtualização**.

Em ambientes de nuvem computacional, vários aplicativos podem muito bem ser hospedados em um mesmo servidor. Isso permite a consolidação de cargas de trabalho de aplicativos num número menor de servidores que podem ser mantidos com melhor utilização com cargas de trabalho diferentes e ter diferentes cargas de utilização de recursos. Para este efeito, as tecnologias de virtualização são amplamente adotadas na nuvem. Provedores de nuvens computacionais dispõem aos usuários de aplicações instaladas sobre VM's ou fornecem as máquinas virtuais como recursos para suas aplicações. Desta forma, estas se tornam as unidades de recursos na nuvem, que terão impacto na análise de custos. Outro exemplo é o *software*. É licenciado e usado nas imagens das VM's para os usuários de nuvens, o que exige o cálculo da licença necessária para cada máquina virtual, em vez de servidor físico. Em suma, o *software* licenciado em nuvens computacionais é utilizado pelos usuários durante uma locação da VM, o que o torna parte da mesma durante este período e a estimativa do custo de *software* é pouco prática no cálculo direto sobre o preço líquido segundo a contabilidade tradicional.

A metodologia adota para o processo: Analisar Custos, a técnica *activity based costing* (ABC), baseada no custeio por atividades. Este sistema caracteriza-se pela apropriação dos custos por atividade, o que representa maior detalhamento desses custos.

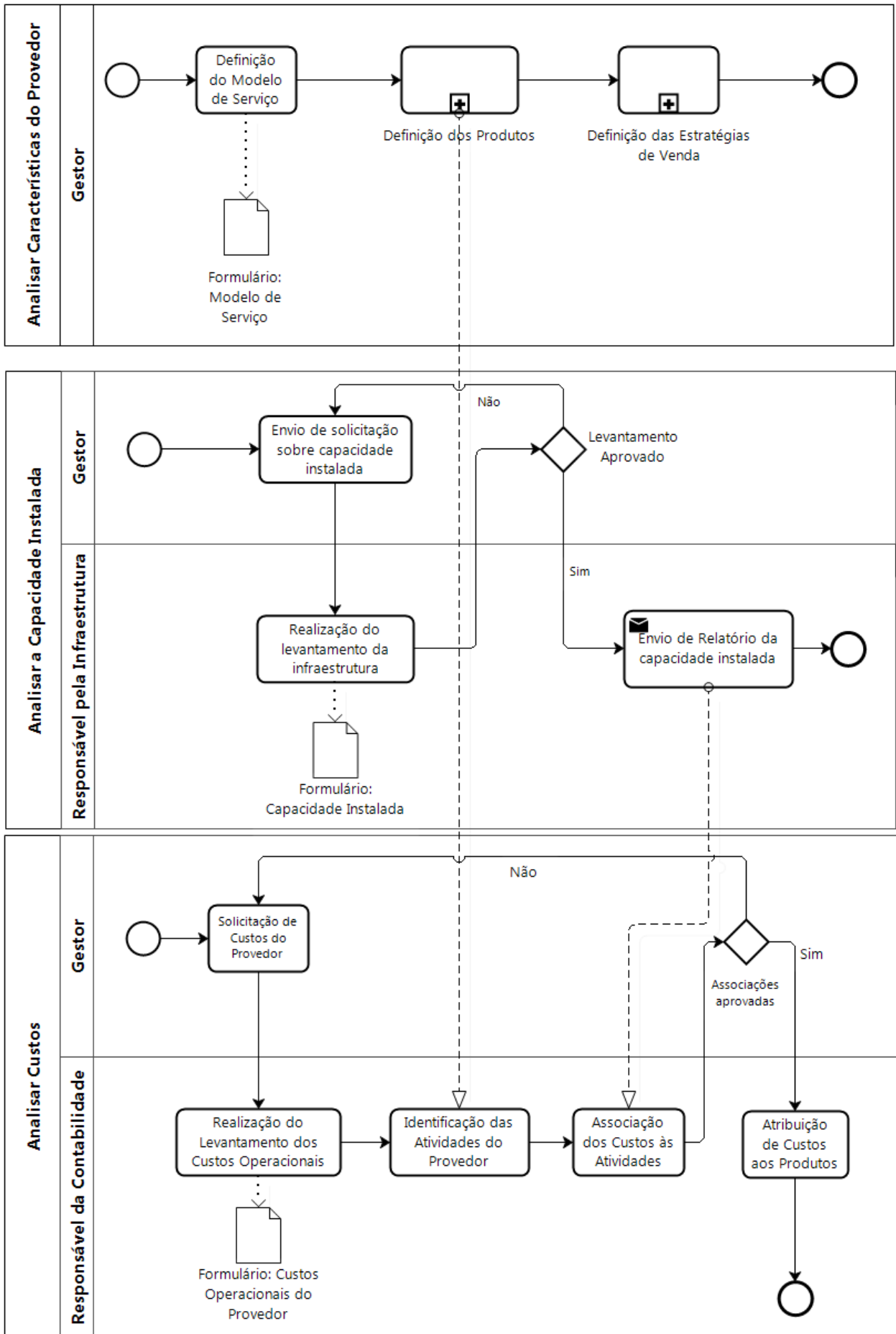


Figura 5.5 – Tarefas do Processo: Analisar Custo

O diagrama do processo apresentado pela Figura 5.5 sintetiza a sequência para determinar o custo de cada atividade e de cada produto do provedor. As atividades consomem recursos e, por sua vez, os produtos consomem atividades. Para Suter [Sut07], a partir da identificação dos custos por atividades, estes valores são direcionados aos produtos por meio das variáveis de custos. O preço é então, definido em função da percepção do valor e da gestão de custos.

Em vez de usar porcentagens arbitrárias para alocação de custos, a técnica ABC busca identificar relações de causa e efeito de forma objetiva para atribuir custos. Esta ideia também é apresentada por outros autores, Brandl *et al* [BBS07], Suter [Sut07] Li *et al* [LLL+09], o que justifica a adoção deste modelo.

Na documentação resultante do processo consta o custo detalhado do provedor, necessário à construção dos modelos de cobrança, com informações dos custos de cada atividade. O custo do produto é apenas uma das variáveis para atribuir preço aos produtos. Para tanto, o gestor do provedor deve informar que variáveis têm impacto sobre o preço final, ou seja, o preço do serviço é definido pela soma do valor e pelos custos do produto.

5.3.1 Tarefa: Realização do Levantamento dos Custos Operacionais do Provedor

Esta tarefa, executada pelo responsável da Contabilidade, tem por objetivo listar os custos operacionais do provedor. Ela se torna necessária para obter informações sobre os custos de manutenção da infraestrutura e fornecer parâmetros para estabelecer o preço de cada produto ofertado pelo provedor. O levantamento deve detalhar custos referentes à aquisição e à conservação de equipamentos, à refrigeração do parque de máquinas, aos recursos humanos, à rede, entre outros.

A tarefa utiliza-se do artefato formulário: Levantamento de Custos (ÂPENDICE B.6), preenchido por aquele profissional. Neste formulário, devem ser informados os custos para manter a infraestrutura funcionando, bem como, as despesas de pessoal a serem consideradas no cálculo do custo. Quando um serviço ou um produto está pronto para entrar no mercado, ele é composto por diversas atividades que, segundo Li *et al* [LLL+09], podem ser distribuídos entre: amortização, custos de servidores, custos de *software*, custos de rede, custos com manutenção e suporte, custos com energia e custos com refrigeração.

Pela **amortização**, pode-se obter um parâmetro de taxa de custo amortizável, que se pode aplicar em ambas de uma vez: compras (custo de servidores, instalação de custos, etc) e despesas operacionais (energia custo e custo de refrigeração, etc).

Em relação a **custos com servidores**, na nuvem, os mesmos são montados em *racks* e construídos em um *pool* de recursos, sendo alocados para os usuários. Assumindo

que todos os servidores possuem o mesmo tipo e o mesmo processador, memória, disco e configuração, porque, praticamente, todas as atuais nuvens computacionais são constituídas de máquinas homogêneas.

Quanto aos **custos de software**, os mesmos são causados, principalmente, pelas licenças, que devem ser pagas de acordo com a forma de licenciamento do *software*. Para Li *et al* [LLL+09], estes custos são divididos em três tipos, calculados de formas diferentes. O **tipo I** incluem sistemas operacionais; o número de licenças desse tipo é igual ao número de imagens virtuais aplicadas por usuário da nuvem; o **tipo II** é constituído de *Software Application Server*. Alguns são licenciados por máquina virtual e outros são licenciados pelo número de processadores; o número de licenças é sempre calculado pelo número de processadores, onde estes *softwares* rodam. E o **Tipo III** constituem-se na maior parte de *software* de gerenciamento. São licenciados pelo número de processadores dos servidores gerenciados pelo mesmo e o número de licença é calculado por processador por eles gerenciados.

Os **custos de rede** são relacionados com a rede, são causados por *switch*, placas de rede e cabos usados para unir servidores físicos à rede e os **custos de manutenção e suporte** incluem: distribuição de *software* e atualização, gerenciamento de ativos, resolução de problemas, gerenciamento de tráfego, configuração de servidores, antivírus, gerenciamento de disco e de manutenção do desempenho.

Já, os **custos com energia** são absolutamente custos operacionais de mais rápido crescimento em um serviço de alta escala. Com exceção dos custos de *hardware* de servidor e dos custos de instalação, os custos com energia dominam as despesas gerais e, por último, verifica-se também, os **custos com refrigeração**. A energia consumida no centro de dados é completamente convertida em calor. Portanto, a potência em *watts* do *rack* é igual à produção térmica. Li *et al* [LLL+09] citam um estudo da *Forrester Research Inc.*, de 2008, no qual estima a energia consumida pelos equipamentos de refrigeração variando entre 0,5 W e 1,0 W de potência para dissipar 1W de calor no *datacenter*.

5.3.2 Tarefa: Identificação das Atividades do Provedor

As respostas obtidas na tarefa anterior serão incluídas na identificação das atividades do provedor bem como as respostas obtidas através dos formulários do Subprocesso: definição dos produtos do processo: definir características do provedor. Por atividades, entendem-se os tipos de recursos que estão presentes em um serviço. Por exemplo: um equipamento virtual consome disco, processador e banda. Ou seja, esta máquina virtual possui

atividades de processamento, de armazenamento e de transferência, decorre daí, uma divisão do custo total entre todos os produtos ofertados pelo provedor e a definição de parâmetros a serem considerados na cobrança de um produto bem como o preço dos recursos. Exemplificando: o serviço de armazenamento da *Amazon (Amazon Simple Storage Service)* [AWS3] é composto pelos serviços de armazenamento e transferência de dados, ou seja, os usuários deste serviço são cobrados pelo espaço de disco que utilizam e também pela transferência de dados.

Outro exemplo pode ser o serviço de *Cloud Servers* da *Rackspace* [Rac11], no qual o usuário instancia seu servidor conforme as configurações que desejar. Nestas deve informar tamanho de memória, entrada e saída de banda e tempo mensal de utilização do servidor. Neste caso, as atividades desses serviços são: uso de disco, uso de memória e transferência de dados. Ou seja, o serviço é composto por três atividades, nas quais as quantidades dependerão da configuração de cada um dos clientes.

Para esta tarefa algumas respostas do formulário do Subprocesso: Definição dos Produtos do processo: Definir Características do Provedor são utilizadas para se obter as informações sobre as especificações dos produtos e mapear as atividades que deverão ser consideradas para definir os custos por produto.

Segundo Gohner *et al* [GWG+07], algumas atividades podem ser identificadas com maior frequência, citando a técnica ABC aplicada a grades computacionais, cujas características são similares em produtos de IaaS, entre elas: processamento, armazenamento e transferência.

O serviço de **processamento** de dados calcula o custo do mesmo em uma CPU. Além disso, podem ser considerados: custos com dispositivos de resfriamento do processador e memória *cache*. A métrica da atividade processamento é baseada no uso do processador, que pode ser medida em milhões de instruções por segundo (MIPS) ou segundos. Portanto, o principal custo do serviço para processamento é o tempo de uso da CPU ou o número de ciclos deste.

O serviço de **armazenamento** calcula os custos dos dados armazenados durante um determinado período de tempo. Os principais custos relacionados a este tipo de serviço são dispositivos: discos rígidos ou quaisquer suportes de dados portáteis. Os custos para este tipo de serviço dependem dos custos dos componentes de *hardware* de todo o sistema de armazenamento, tais como *racks*, *software* para gerenciar os discos rígidos e também, de *backup* e fitas magnéticas. Métricas de atividades possíveis para este tipo de peça de serviços são: operações de I/O, volume transferido em disco usado ou espaço de fita ao

longo de um determinado período de tempo. Quanto mais dados a serem armazenados, quanto mais a serem salvos, maior o custo. Em consequência, o principal custo do serviço de armazenamento é o produto matemático do volume e do tempo.

A **transferência** é um tipo de serviço que calcula os custos para transferir dados entre os recursos dentro de uma organização (transferência interna). Por outro lado, também são considerados os custos para transferências externas de dados entre os recursos virtuais. Estes custos podem ser separados em custos de WAN e LAN, uma vez que ambas as categorias apresentam estruturas de custos diferentes. Banda de rede são os recursos consumidos por este tipo de serviço. Parâmetros de custo do serviço para transferir podem ser o volume de dados transferidos ou a largura de banda fornecida.

5.3.3 Tarefa: Associação dos Custos às Atividades

Seguindo o fluxo, a tarefa: Associação dos Custos às Atividades, conforme Figura 5.5, associa o levantamento dos custos operacionais da primeira tarefa do processo: Análise de Custos à saída gerada pela tarefa elaboração do relatório de capacidade instalada do processo – Analisar a capacidade instalada. Desta forma, pretende-se dividir o custo do provedor pelas atividades.

No processo: Analisar a capacidade instalada, o levantamento apontará a quantidade de equipamentos de armazenamento e o levantamento dos custos operacionais deverá determinar seu custo fixo com estes equipamentos. Através desse levantamento e da quantidade de equipamentos instalados será possível determinar quanto custa cada Gb do provedor.

Caso o provedor possua seu próprio *datacenter*, utilizará os dados da capacidade instalada no provedor fornecido pelo responsável da infraestrutura. Se esta for contratada, deverão ser utilizados os dados do levantamento do número da capacidade instalada. O objetivo desse processo é dividir os custos operacionais do provedor pela capacidade instalada, ou seja, definir um valor pelo total de recursos instalados.

A partir dos custos operacionais obtidos, é possível associar esses custos a cada uma das atividades desenvolvidas pelo provedor. Os custos das atividades devem ser atribuídos aos produtos, no entanto, muitas atividades não estão diretamente relacionadas a esses, ao contrário, são compartilhadas entre os produtos e, assim, seus custos devem ser alocados aos produtos através de medidas correlatas. Por exemplo: custos referentes a recursos humanos não podem ser atribuídos especificamente a um único recurso, enquanto a aquisição de equipamento de armazenamento pode ser atribuída diretamente a atividades de armazenamento.

Em provedores nos quais já existam serviços em operação, provavelmente, haverá preços atribuídos a cada uma dessas atividades a partir de métricas específicas. Esta metodologia propõe que os custos sejam associados a suas respectivas atividades.

Nesta tarefa, os dados provenientes da análise da capacidade instalada (Seção 5.2) são divididos pela quantidade de recursos disponíveis para cada uma das atividades. Ou seja, a atividade armazenamento tem a seguinte equação para definir o custo de um 1Gb de disco:

$$CA = \frac{QT_{Recurso}}{CT_{Recurso}}$$

Onde:

QT: é a quantidade total de recursos disponíveis para uma determinada atividade. Neste exemplo, a capacidade total de armazenamento instalada no provedor.

CT: é o custo total para manter os equipamentos de determinado recurso em funcionamento. Neste exemplo, o custo total para manter os equipamentos de armazenamento funcionando.

CA: é o custo de cada atividade. Ou seja, o custo de 1 Gb.

5.3.4 Tarefa: Atribuição de Custos aos Produtos

Esta tarefa tem por objetivo calcular o custo de cada produto do provedor. Nesta tarefa são necessárias as especificações desses produtos para atribuir o custo da atividade a cada um. Assim, a tarefa utiliza-se de fórmula simples: soma-se o custo de cada uma das atividades e multiplica-as pela quantidade de recursos da respectiva atividade:

$$\text{CustoAtividade}(1 \dots n) * \text{Quantidade} = \text{Custo do Produto}$$

As métricas que definem este cálculo podem variar para cada produto. Por exemplo: um servidor cuja finalidade seja hospedagem de um *site* pode ser adquirido por um tempo determinado. Para tanto, a maior parte dos provedores mantém um custo fixo por hora. Este custo, em princípio, deve ser definido durante o processo: Definir Produtos, no qual, através dos formulários, o provedor especifica as métricas atualmente aplicadas aos produtos. Ao empregar tal fórmula, esta tarefa gera uma documentação sobre o custo de cada um dos produtos com suas atividades e os custos delas especificados.

Na sequência do fluxograma (Figura 5.5), o Processo Analisar Custos completa o quadro de informações descritivas do provedor quando realiza o levantamento dos seus custos gerais, atribui custos por atividades/produto e os associa aos recursos alocados por produto. Em vista, a proposição de uma Metodologia para Definição de Modelos de Cobrança, os processos executados até aqui fornecem informações de entrada para a construção dos mesmos e sua posterior implementação pelo provedor. Os relatórios, formulários preenchidos e materiais coletados com informações sobre os três processos realizados subsidiarão o processo a seguir.

5.4 PROCESSO: ELABORAR MODELOS DE COBRANÇA

Para iniciar a execução desse processo, exige-se o término de todos os demais. É necessário que o implementador tenha informações suficientes para implementar este processo, pois, analisado todo o material coletado sobre o provedor: seus produtos, seus clientes, seus custos e os modelos atualmente adotados, sua finalidade é estabelecer modelos de cobrança, um método de análise dos modelos propostos e sua aplicação. A culminância do processo ocorre com a aprovação ou a reprovação pelo provedor.

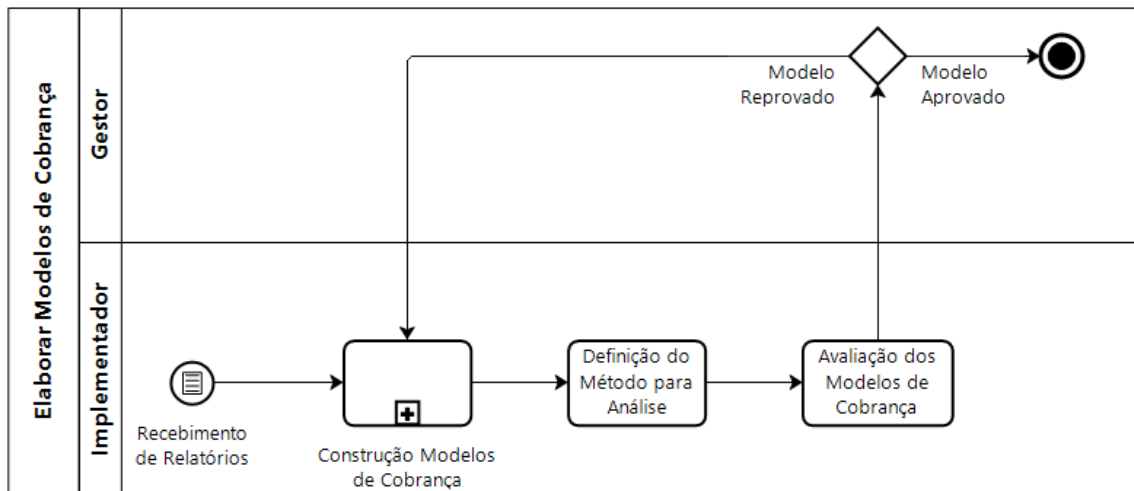


Figura 5.6 – Tarefas do Processo: Elaborar Modelos de Cobrança

Neste subprocesso se determinará primeiro, quais parâmetros devem ser considerados e, depois, o número de modelos de cobrança a serem adotados pelo provedor. Definirá ainda, se um produto deverá ou não ter classes, considerando as características do provedor. Um modelo de cobrança dificilmente será genérico [Ana10], ou seja, um determinado modelo não poderá ser aplicado a todos os casos, ou ainda, um modelo não atenderá os requisitos de todos os clientes, pois suas necessidades são diferentes. Um exemplo disso é a Amazon, a qual oferece três modelos de cobrança entre os quais os clientes podem optar.

Através da metodologia proposta, é possível observar o comportamento de usuários e da infraestrutura e testar/aplicar diferentes modelos de cobrança. Logo, ao oferecer mais de um modelo de cobrança analisado, o provedor tem a possibilidade de segmentar seus clientes de diferentes formas, possibilitando o aumento da demanda e conseqüentemente, o aumento das receitas. Por exemplo, o aumento da demanda traz a necessidade de aceitar ou rejeitar requisições, devido à capacidade do provedor em atender seus clientes [Ana10].

5.4.1 Subprocesso: Construção dos Modelos de Cobrança

Nesse subprocesso, há tarefas para determinar as taxas de cobrança, a política de atribuição de preços e a forma como a conta será enviada ao cliente. Estes modelos serão estabelecidos conforme a necessidade do provedor, levando em conta os parâmetros que melhor se adaptem à sua realidade e ao seu perfil.

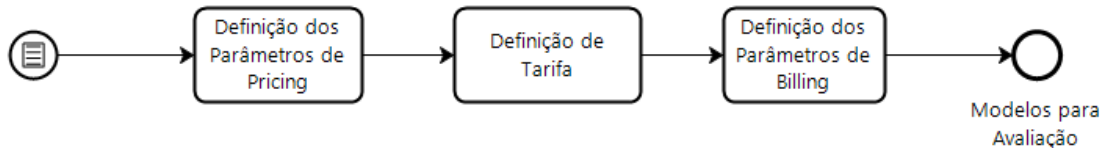


Figura 5.7 – Subprocesso: Construção dos Modelos de Cobrança

Os modelos de cobrança sofrem o impacto de três variáveis: a forma como os dados são agrupados (*accounting*), o preço que será atribuído aos produtos (*pricing*) e o modo como os usuários receberão a conta dos recursos utilizados (*billing*). Estas decisões têm impacto direto nos modelos que o provedor adotará e na aceitação desses modelos pelos usuários.

a) Tarefa: Definição dos Parâmetros de Pricing

Esta tarefa tem por objetivo definir os parâmetros de *pricing* para os modelos de cobrança e cobrir a especificação e a definição de preços de bens, em especial, unidades de recursos e unidades de serviços em uma situação de mercado as quais podem diferir de acordo com aspectos específicos de cada país, situações competitivas ou outros elementos que possam influenciar.

Esta tarefa pode combinar questões técnicas (consumo de recursos) e questões econômicas (teoria de tarifação e métodos de *marketing*). Os preços podem ser calculados sobre uma base de custo/lucro ou sobre a situação do mercado atual. Assim, o mapeamento de parâmetros técnicos em unidades econômicas, geralmente, em unidades monetárias para o uso do produto, é aplicado aos modelos de cobrança para receber de um determinado cliente pelo serviço utilizado.

A metodologia propõe que os resultados obtidos na Tarefa: Definição da Estratégia de Venda, do Processo - Analisar Características do Provedor (Seção 5.1.3) sejam utilizados neste momento para estabelecer os modelos de cobrança a partir das características do provedor que melhor se adaptem às suas necessidades e aos seus clientes. A análise das respostas do formulário especificado servirá de base para estabelecer como os preços serão atribuídos a cada produto.

Quando se refere a modelos diferentes, os clientes serão cobrados por um determinado produto, de modos distintos. Por exemplo: um produto de um provedor poderá ser cobrado pelo uso, enquanto um outro, através de um modelo de assinatura conforme descrevem Weinhardt *et al* [WABS09]. Mas também há situações, dependendo das características do provedor, onde um único modelo satisfaz às necessidades do provedor e do cliente. O resultado esperado desta tarefa é a definição da política de atribuição de preço.

b) Tarefa: Definição de Tarifa

As tarifas de um modelo de cobrança são responsáveis por definir a fórmula para os cálculos do preço dos produtos. Enquanto as políticas de atribuição de preço definem como o produto será cobrado e que parâmetros deverão ser considerados, as tarifas estipulam como os dados contabilizados serão convertidos em valores monetários.

Logo, seu objetivo é definir a tarifa com base nas políticas de *pricing* e nas atividades e quantidade de recursos que compõem um produto. Aqui, é essencial que as métricas de cada um dos recursos estejam definidas. É importante ressaltar que tanto as políticas de *pricing* quanto as tarifas têm impacto direto em como os dados serão contabilizados e no quanto poderão trazer alterações em ferramentas de *accounting* já utilizadas ou *scripts* para a medição dos recursos.

c) Tarefa: Definição dos Parâmetros de Billing

O objetivo desta tarefa é definir outro parâmetro necessário aos modelos de cobrança, conforme apresentado na Seção 3.2.5. *Billing* resume o conteúdo da cobrança de uma lista detalhada dos recursos consumidos durante um período (dia, semana ou mês) e registrado em uma fatura e entregue aos clientes. O pagamento desta fatura pode ser realizado no formato pré-pago ou pós-pago, cada um dos quais possui certos requisitos para o sistema de gestão. Além disso, define a periodicidade que a cobrança ocorrerá, ou seja, determina o início e o fim da execução da tarifa.

5.4.2 Tarefa: Definição do Método para Análise

As formas como os modelos de cobrança poderão ser analisados, compõem uma das tarefas deste processo. A tarefa foi proposta em razão das possíveis dificuldades que provedores poderiam apresentar na utilização de uma ferramenta específica para realizar a análise e avaliação dos modelos de cobrança adotados e/ou a serem adotados.

No momento da pesquisa, cogitou-se como sugestão para a análise dos modelos de cobrança, que a mesma poderia ser realizada através do simulador *CloudSim* [CRRB09]. A utilização de ferramentas de simulação abre a possibilidade de avaliar hipóteses para o desenvolvimento de *softwares* em um ambiente onde podem ser reproduzidos os testes.

Especificamente, no caso da computação em nuvem, na qual o acesso à infraestrutura acarreta pagamentos em moeda real, as abordagens baseadas em simulações oferecem benefícios significativos aos clientes, permitindo-lhes testar seus serviços em ambiente repetível e controlável, livre de custos e ajustar os gargalos de desempenho antes de implantar nas nuvens reais [CRRB09].

Para o provedor, ambientes de simulação permitiriam a avaliação de diferentes tipos de cenários de alocação de recursos sob cargas variáveis e atribuição de preços. Tais estudos poderiam ajudar os prestadores a aperfeiçoar os custos de acesso aos recursos com foco em melhorar os lucros. Na ausência de plataformas de simulação, clientes e fornecedores de serviços nas nuvens computacionais têm que confiar em avaliações teóricas e possivelmente imprecisas ou, em abordagens de tentativa e erro que podem induzir ao desempenho ineficiente do serviço na geração de receitas [CRRB09].

Esta é uma ferramenta que precisa ser estudada, tanto quanto outras que venham a surgir e serem mais eficazes, pela maioria dos provedores para aplicá-la à sua finalidade. Além disso, a ferramenta exige a implementação de várias classes na linguagem Java para realizar a simulação dos modelos de cobrança propostos. Assim, esta tarefa foi criada a fim de transformar a definição do método de avaliação a critério do provedor.

5.4.3 Tarefa: Avaliação dos modelos de cobrança

Esta tarefa tem a função de realizar a avaliação dos modelos de cobrança propostos conforme o método definido de análise.

Como última tarefa representada no diagrama da metodologia, é apresentado ao gestor do provedor os modelos de cobrança analisados para aprovação ou rejeição. O processo provê um *gateway*, pelo qual o provedor poderá optar por melhorar os modelos propostos ou aprová-los na íntegra para implementação no provedor. Apresenta também, sugestões de alterações necessárias para a implementação dos modelos de cobrança segundo novos parâmetros a serem adotados e os mecanismos que precisam ser alterados para que os dados sejam contabilizados, segundo os novos modelos de cobrança.

A finalização do Processo: Elaborar Modelos de Cobrança é concretizada com a proposição dos modelos de cobrança, sua análise e sua aprovação pelo provedor. Isto significa ser um círculo virtuoso em que sugestões de alterações ou rejeições retornam para novas análises e proposições até a definição dos modelos pelo provedor.

O Capítulo 5 tratou da metodologia com seus processos, subprocessos e tarefas para a obtenção de resultados necessários à [re]definição de modelos de cobrança em nuvens computacionais, conforme os fluxos representados nos diagramas.

6 ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PARA DEFINIÇÃO DE MODELOS DE COBRANÇA PARA AMBIENTES DE NUVENS COMPUTACIONAIS

Neste Capítulo, as respostas dos artefatos aplicados e referentes a cada processo e/ou tarefas seguindo o fluxo proposto (Capítulo 5), as informações e os materiais coletados e as entrevistas realizadas são analisados e interpretados per si ou agrupados à medida que se apliquem para descrever a realidade atual do provedor LAD-PUCRS, decidir acerca de modelos de cobrança a serem sugeridos e/ou novos produtos provenientes dessas análises.

6.1 DEFINIR CARACTERÍSTICAS DO PROVEDOR

Nesta Seção são analisados os modelos de serviço adotados pelo provedor LAD-PUCRS, os produtos ofertados pelo mesmo e suas estratégias de venda ao atender seus clientes.

6.1.1 *Modelo de Serviço*

A metodologia propõe que seja verificado o modelo de serviço do provedor como um primeiro processo para identificar os modelos de cobrança que melhor se lhe adaptem. Para coletar as informações aplicou-se o formulário: Análise do Modelo de Serviço (APÊNDICE B1), pelo qual se questionou o tipo de produtos ofertados aos clientes e que clientes.

O Gestor entrevistado afirmou que atualmente seus clientes são: administradores que gerenciam servidores para hospedagem; usuários finais ou organizações que necessitam de processamento massivo em *clusters*; administradores de sistemas que necessitam de bancos de dados e organizações ou usuários finais que precisam armazenar seus dados.

Segundo o participante entrevistado, estes clientes recebem acesso a máquinas virtuais, armazenamento e infraestrutura para processamento massivo. Através de suas respostas, com base no Capítulo 2, Seção 2.5.1, conclui-se que **o LAD-PUCRS adota o modelo de serviço IaaS**, visto que todos os clientes buscam ofertas de infraestrutura. A adoção deste modelo de serviço também é evidenciada pelo tipo de produto adotado pelo provedor LAD-PUCRS, a ser descrito na próxima seção.

6.1.2 Produtos do LAD- PUCRS

O LAD-PUCRS atualmente oferta dois produtos aos seus clientes, segundo as respostas obtidas na aplicação do formulário: Produtos Comercializados (APÊNDICE B.2): **Máquinas virtuais 24 x 7 e clusters** para processamento massivo. Estes produtos são utilizados pelos clientes para hospedagem de aplicativos para uso acadêmico, paralelização de aplicações e armazenamento de dados. Além disso, cada um dos clientes possui diversos usuários. Quanto à aquisição dos produtos, clientes normalmente assinam um único produto do provedor, informou o Gestor, respondente do formulário: Análise dos Serviços e Produtos (APÊNDICE B.3).

As máquinas virtuais 24x7 como produto está dividido em dois tipos: VM's *Linux* e VM's *Windows*. As máquinas virtuais *Linux* possuem a seguinte configuração: 20 Gb de disco, 1024 Mb de memória e um processador. As máquinas virtuais *Windows* possuem: 50 Gb de disco, 1024 Mb de memória e um (01) processador. No entanto, a quantidade de memória instalada, o número de processadores e o tamanho do disco podem ser personalizados, conforme a necessidade do cliente, tanto para VM's *Linux* quanto para VM's *Windows*, conforme respostas dadas no formulário: Análise da Capacidade Instalada (APÊNDICE B.5) e de acordo com as informações do artefato: Análise dos Serviços e Produtos (APÊNDICE B.3). Esses produtos (máquinas virtuais 24x7) representam 30% das receitas geradas pelo provedor e absorvem 50% dos recursos humanos do LAD-PUCRS.

Esse tipo de produto, na maioria dos provedores, possui serviços atrelados que são opcionais aos clientes, como, por exemplo, *backup* de dados do sistema, monitoramento, envio de avisos e alertas. Segundo o Responsável pela infraestrutura, respondente do formulário: Análise da Capacidade Instalada (APÊNDICE B.5), o produto VM ofertado pelo LAD-PUCRS disponibiliza aos seus clientes os seguintes serviços: *backup* dos dados do sistema, *backup* de dados e monitoramento.

No caso do produto: alocação de nós de *clusters* para *High Performance Computing* (HPC) é disponibilizado aos clientes, a infraestrutura para processamento massivo. Para tanto, é oferecido em classes, de forma a atender às diferentes necessidades dos usuários. De acordo com o comportamento e a necessidade de um cliente, o produto é atrelado a uma classe/perfil. Estas são identificadas, utilizando os parâmetros: tempo máximo de alocação por *job* submetido, número máximo de *jobs* simultâneos, número máximo de nodos, número máximo de núcleos, conforme Tabela 6.1.

Tabela 6.1 – Classes do produto *Cluster*.

Classe	01	02	03	E01	E02	E03	E04	E05
Tempo máximo de alocação (hora/job)	5	0,25	8	20	10	3	1,30	96
Número máximo de <i>jobs</i> simultâneos	2	2	1	2	2	1	1	1
Número máximo de nodos	4	2	8	1	2	4	10	1
Número máximo de núcleos	32	16	80	16	32	40	100	16

As classes/perfis padrão são 01 e 02. As classes/perfis especiais são: E01 a E05 somente podem ser adquiridas mediante solicitação ao provedor. A classe 03 possui características especiais que podem ser utilizadas por todos os usuários que fazem uso das classes 01 e 02 e todas as classes E, pois, leva em consideração um horário especial que, durante a semana (de segunda a quinta-feira), inicia-se às 21 horas e termina às 8 horas. Durante o final de semana, esta classe tem seu início na sexta-feira às 21 horas e seu término, na segunda-feira às 8 horas. Na Tabela 6.1 não são descritas nas especificações, quantidades de armazenamento, pois elas já são alocadas quando da criação das contas. Desta forma, os resultados gerados são armazenados diretamente no espaço adquirido pelo usuário. Atualmente, **o armazenamento, no LAD-PUCRS não é cobrado por não se constituir em um produto**. Na prática está atrelado à criação das contas dos clientes tanto para VM's quanto para clientes que fazem uso dos *clusters*.

6.1.3 Estratégias de Venda do LAD-PUCRS

O Gestor, ao ser questionado sobre a razão pela qual os clientes optam por um produto, afirma que a forma como o provedor cobra o cliente é interessante para este, de acordo com a questão 4 do formulário: Requisitos dos Modelos de Cobrança (APÊNDICE B.8).

A metodologia permitiu verificar que, a cada cliente LAD-PUCRS, é emitida uma única conta no final de cada mês, levando em consideração o **modelo *pay-per-use***. As taxas de utilização do provedor são calculadas por hora CPU, somando as horas consumidas de todos os usuários de um cliente e dos diferentes produtos contratados por eles, adicionando uma taxa de manutenção, independentemente do número desses produtos.

A partir das respostas obtidas com a aplicação do formulário: Requisitos dos Modelos de Cobrança (APÊNDICE B.8) e das conversas com o Gestor do provedor e funcionários, se constata que os atuais modelos de cobrança praticados baseiam-se na **modelo *pay-per-use*** para todos os produtos, alterando apenas a tarifa em situações nas quais o cliente possui turmas de alunos. Neste caso, a taxa cobrada é maior em função da manutenção e da disponibilidade desse tipo de serviço. É no formulário: Parâmetros para Modelos de Cobrança (APÊNDICE B.7) que são postas questões sobre taxas de utilização, confirmadas

nas conversas com o Gestor, de que há uma taxa de hora-máquina e que são consideradas as horas de alocação das mesmas.

Uma informação importante proveniente da questão 5 do formulário: Análise de Serviços e Produtos (APÊNDICE B.3), referente às taxas de manutenção, ajuda a compreender os atuais modelos de cobrança praticados pelo provedor. Ao ser questionado sobre a existência de taxas de manutenção dos produtos comercializados, independente da quantidade da utilização deste produto, o Gestor afirma que essas taxas existem e são cobradas a despeito do número de recursos consumidos. Além disso, essas taxas desconsideram o número de usuários por cliente e o número de produtos comercializados para um cliente.

Caso seja adotado, este parâmetro (número de clientes) poderá trazer impactos consideráveis aos modelos de cobrança, visto que o número de usuários varia entre clientes. Nesse sentido, uma das sugestões poderia ser: cobrar uma taxa de manutenção por usuário, o que seria um modelo mais justo, isto porque o tipo de aplicações que precisa ser instalado varia de usuário para usuário, mesmo estando associado ao mesmo cliente. A manutenção destas aplicações gera alocação de pessoal, que, conseqüentemente, acarreta maior custo com um determinado cliente.

Perguntado sobre quais são os principais problemas em relação aos modelos de cobrança adotados (Questão 5, APÊNDICE B.8), o Gestor deixa claro duas questões. A primeira delas diz respeito à determinação de um valor financeiro para os serviços, tanto para a hora-máquina quanto para a hora de manutenção. A segunda questão do mesmo formulário refere-se à dificuldade de definir o formulário de solicitações e atributos dos produtos para seus clientes e na questão 8, o gestor declara sua dificuldade quanto à definição de parâmetros a serem utilizados nos modelos de cobrança dos produtos do provedor. Também, reconhece, que os produtos, por suas características, deveriam ser cobrados de formas diferentes. A partir desta informação, os produtos foram analisados com objetivo de identificar classes, no produto *cluster*, por categorias: tempo alocado, uso de memória, uso de CPU, número de *jobs* submetidos, número de núcleos alocados, armazenamento e uso de banda.

a) Produto Cluster: identificação de parâmetros

O produto *cluster*, mesmo possuindo classes definidas para os clientes do provedor, não são consideradas atualmente no modelo de cobrança do LAD-PUCRS. O provedor considera, em seu cálculo, unicamente o número de horas alocadas, que se refere à soma do tempo reservado para cada *job* por um usuário. Este tempo, em seguida, é somado com o tempo alocado de todos os usuários de um cliente. Mesmo quando um cliente solicita

alteração de uma classe para um usuário, este cliente não é cobrado pelas vantagens adicionais que esta classe oferece.

A mudança de classe deveria ser considerada no modelo de cobrança uma vez que o usuário passa a ter privilégios para executar seus *jobs* no *cluster*, tendo prioridade para a execução dos mesmos sobre outros usuários, prejudicando por outra parte, a submissão de *jobs* pelos demais. Os **custos dessa prioridade não são contemplados** no atual modelo de cobrança.

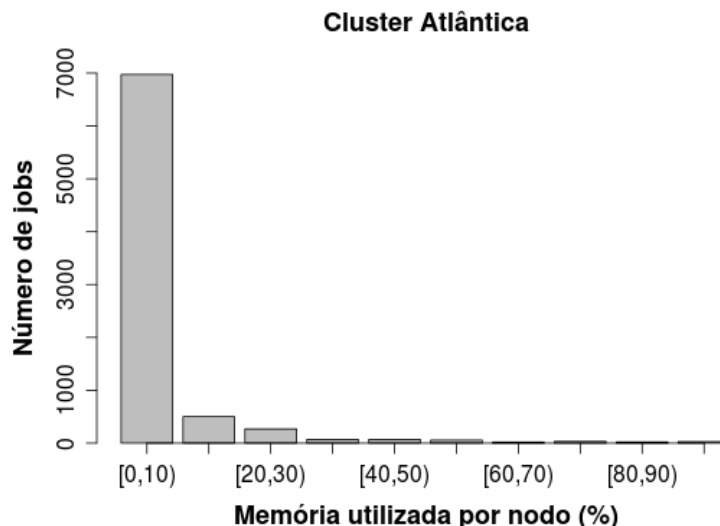


Figura 6.1 – Memória utilizada por um nó em porcentagem.

O modelo não leva em consideração questões de *hardware*, como o consumo de memória de um *job* submetido, ou mesmo, o uso real de CPU deste *job*. Segundo dados coletados com o provedor (Figura 6.1), a grande maioria de *jobs* utiliza apenas 10% de memória, uma segunda classe usa até 30% de memória e os demais utilizam minimamente a memória disponibilizada. A partir desta informação, é possível afirmar que a utilização deste parâmetro nos modelos de cobrança não traz impactos consideráveis ao valor cobrado pelo provedor.

O número de *jobs* submetidos por um cliente é levado em consideração somente na soma de horas alocadas. No entanto, ao verificar os dados monitorados, nota-se que há clientes que submetem um alto número desses ao *cluster* em comparação aos demais. Caso o modelo adotasse esse parâmetro, o número de *jobs* poderia impactar no valor cobrado para clientes que possuam um elevado número de submissões e não afetaria outros com poucas submissões.

A quantidade de núcleos do processador é considerada no modelo atual de cobrança, pois cada núcleo constitui-se na soma do tempo de alocação. Segundo informações

obtidas com os responsáveis pelos clientes do provedor, a maioria do tempo de execução dos *jobs* é relativamente curto, perfazendo, em geral, até duas horas.

Para estabelecer um critério de cobrança, esse comportamento dos usuários sugere a adoção de classes baseadas no **tempo de execução** dos *jobs*. Para a criação destas classes é necessário alterar a forma como os dados atualmente são contabilizados, considerando não apenas a quantidade de horas mas também, criando classes com intervalos, atribuindo valores diferenciados em função da quantidade de horas para execução desses. No entanto, em razão do reduzido número de horas execução da maioria de *jobs* submetidos ao *cluster* e da necessidade de alteração do mecanismo de *accounting*, a criação dessas classes não trazem vantagens na obtenção de receitas para o provedor. Desta forma, o **tempo de** continuará sendo adotado como parâmetro, pelos novos modelos de cobrança para este produto.

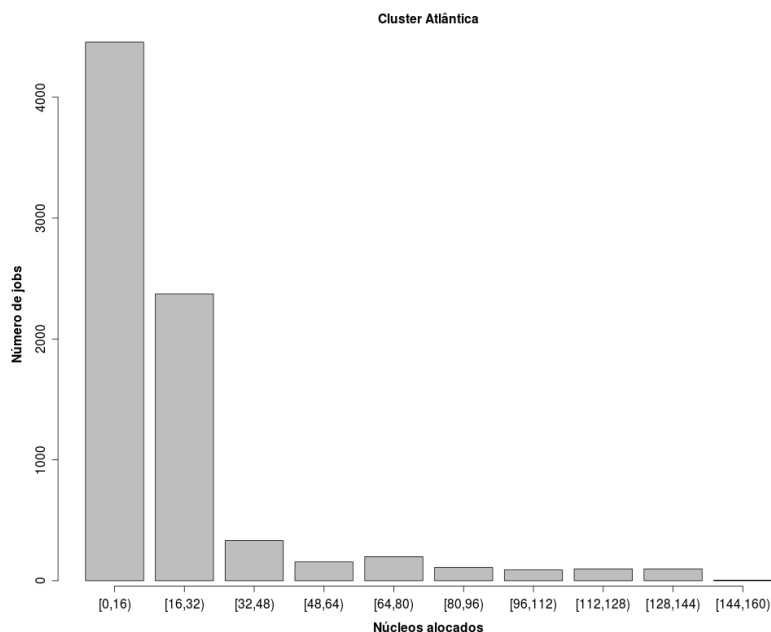


Figura 6.2 – Número de Núcleos alocados em função dos Jobs submetidos

Através do acesso ao monitoramento das máquinas do produto *cluster*, é possível visualizar como essas classes se comportam. Conforme a Figura 6.2, a maior parte dos *jobs* submetidos ao *cluster* utilizam no máximo 16 núcleos, ou seja, uma única máquina. Cada máquina que compõe o *cluster* possui 16 núcleos com *hypervisor* ativado. Ainda é possível verificar que a segunda classe poderia ser definida como uma faixa entre duas a quatro máquinas, ou seja, entre 17 a 48 núcleos. Ainda é possível visualizar que existem vários *jobs* submetidos nesta faixa, mas numa proporção menor que na primeira classe. As classes estão referidas na Tabela 6.1 apresentada na Seção 6.1.2.

Até aqui foi considerada a execução dos *jobs*. Quanto ao armazenamento de dados, provenientes dessa execução, cada usuário recebe uma cota inicial de 2Gb. Atualmente, embora o provedor gerencie cotas para os usuários dos clientes, este parâmetro não é considerado nos modelos de cobrança, e também não há um modelo específico para esta finalidade no provedor. Sugere-se que o mesmo deva ser incluído no modelo de cobrança. Para tanto, **sugere-se que sejam cobrados o espaço utilizado e também, o espaço reservado**. Ao propor a utilização dessas duas variáveis para a cobrança da atividade armazenamento, é possível **sugerir ao provedor a criação de diferentes classes de armazenamento**, permitindo que clientes com maior necessidade possam fazer uso dessas classes e serem cobrados por isso.

O modelo atual não leva em consideração a banda de rede consumida por um *job*, que tem impacto direto no tempo de execução e que, em aplicações executadas no *cluster*, pode representar uma variável importante, visto a necessidade da troca de mensagens. Produtos similares, por exemplo, *HPC on AWS* [AWS11a], incluem métricas como a capacidade de rede do *cluster*. No entanto, a implementação deste parâmetro no modelo de cobrança também exige que todos os *jobs* submetidos tenham o tráfego monitorado. Além disso, mostra a Figura 6.2 que a maior parte dos *jobs* submetidos, utilizam uma única máquina e não possuem troca de mensagens entre os nodos do *cluster*.

b) Produto Máquinas Virtuais 24x7: identificação de parâmetros

Da mesma forma que, no produto *cluster* para VM's 24 x 7, o número de usuários também não é considerado no provedor em questão. No entanto, ao contrário do produto *cluster*, o número de usuários de cada cliente provoca um impacto diferente pois, vários clientes mantêm esse produto, acessado por diversos usuários. Assim, o número de usuários e o tipo de aplicação que estes utilizam, podem demandar uma configuração de *hardware* superior à descrita na Seção 6.1.2, o que, de fato, acontece, conforme descrito no formulário: Análise da Capacidade Instalada (APÊNDICE B.5). No entanto, a alteração da quantidade de recursos alocados para um produto não impacta na fatura no modelo atual.

Não existem classes estabelecidas para esses produtos, tal como faz a *Amazon* [AWS11a]. O provedor adota uma taxa fixa, independente do número de discos instalados, do número de processadores ou da quantidade de memória. Tais parâmetros não são levados em consideração para determinar o valor do produto, atualmente. Questões como o *backup* do sistema não são consideradas no modelo atual de cobrança do LAD-PUCRS. Para a maioria dos provedores, essa é uma atividade cuja cobrança é realizada mediante

aquisição, sendo esta opcional, no entanto, há provedores que incluem o *backup* do sistema no custo final do produto.

O disco alocado para cada máquina virtual também deverá ser considerado como parâmetro no modelo de cobrança. Como o produto VM somente representa 30% do total da receita do provedor, não se torna interessante criar classes para ofertá-lo. No entanto, parece muito interessante estimular, no modelo de cobrança, uma taxa que considere os recursos que excedam ao *template* padrão. Assim a **quantidade de Gb** armazenados que exceder o *template* normal, poderá ser cobrada com um valor diferenciado da hora normal cobrada.

Outro parâmetro utilizado, pela maioria dos provedores, nos modelos de cobrança é a diferenciação entre os valores cobrados por máquinas virtuais *Linux* e *Windows*. De forma geral, VM's *Windows* possuem um valor monetário maior em função da licença utilizada. No entanto, esta diferenciação não é utilizada como parâmetro nos atuais modelos de cobrança no LAD-PUCRS. Conforme o responsável pela infraestrutura, respondente do formulário: Análise da Capacidade Instalada (APÊNDICE B.5), em relação à configuração das máquinas virtuais, o provedor adota *templates* adequados às necessidades dos clientes. Ainda assim, o Laboratório não os leva em consideração como parâmetro no modelo de cobrança.

Por fim, um parâmetro comumente utilizado pelos provedores para cobrar VM 24 x 7 é o consumo de banda. No entanto, conforme respostas ao formulário: Análise da Capacidade Instalada (APÊNDICE B.5), não há mecanismos instalados para realizar o monitoramento da banda consumida por máquina virtual, **logo não é parâmetro de cobrança** adotado no modelo atual do LAD-PUCRS.

Até aqui discutiu-se as características do provedor com seus modelos de serviços, produtos ofertados, parâmetros dos modelos de cobrança praticados atualmente no LAD-PUCRS, considerando as respostas dos entrevistados e dos respondentes aos formulários bem como a análise do material coletado, com base no primeiro processo da metodologia.

A seguir, o foco é a capacidade instalada e sua relação com os modelos de cobrança, identificadas as atividades dos produtos do LAD-PUCRS e associadas aos custos de cada uma delas, são reconhecidas as quantidades de recursos consumidos pelas atividades por produto.

6.2 CAPACIDADE INSTALADA LAD- PUCRS

As informações obtidas a esse respeito estão sintetizadas nas tabelas a seguir.

Tabela 6.2 – Equipamentos de Armazenamento instalados no Provedor

Equipamento	Marca	Modelo	Quantidade	Especificações	Ano de Compra
Storage	DELL	PS4000	1	5.5 TB	2010
Storage	DELL	MD1120	1	2.4 TB	2010
Storage	DELL	MD3200i	1	12 TB	2011

Tabela 6.3 – Equipamentos de Rede instalados no Provedor

Equipamento	Marca	Modelo	Quantidade	Especificações	Ano de Compra
Switch	DELL	5448	2	24 Portas Gigabit	2010
Switch	DELL	5548	4	48 Portas Gigabit	2011
Switch	CISCO	3750	1	24 Portas Gigabit	2010
Switch	3COM	4250T	1	48 Portas Gigabit	2005
Switch	3COM	2824	2	24 Portas Gigabit	2005

Tabela 6.4 – Servidores Físicos instalados no Provedor

Equipamento	Marca	Modelo	Quantidade	Especificações	Ano de Compra
Servidor	HP	E-PC 42	12	Intel Pentium 4 256 MB RAM	2001
Blade	HP	BL20P	6	2x Intel Xeon 3.6 GHz, 2 GB RAM	2005
Proliant	HP	DL380G6	1	2x Intel E5530 64 GB RAM	2011
PowerEdge	DELL	R610	22	2x Intel Xeon E5520, 16 GB RAM	2010
PowerEdge	DELL	R810	7	2x Intel Xeon X6550, 64 GB RAM	2011
Blade	DELL	M610	16	2x X5645, 24 GB RAM	2011
Servidor	Rackable Systems	-	20	2x AMD Opteron 246, 8 GB RAM	2010

O responsável pelas informações afirma que há diferenças entre os *templates* das VMs *Linux* e *Windows* porém, são adequados às necessidades dos clientes. Entre os serviços que acompanham o produto VM, estão **backup de sistema, backup de dados e monitoramento**, os quais não são cobrados.

6.3 CUSTOS DO LAD - PUCRS

Constatou-se que o provedor não possui um levantamento do custo mensal. O formulário: Custos Operacionais do Provedor (APÊNDICE B.6), aplicado com objetivo de apontar os custos operacionais, não foi preenchido pelo provedor, pois, este não possuía tais informações. Desta forma, para estabelecer o custo mensal do provedor, foi necessário solicitar informações adicionais. A justificativa para a ausência desses dados deve-se ao fato do LAD-PUCRS não possuir autonomia na gestão de custos, sendo gerenciado por um departamento único dentro Universidade que atende a todas as unidades.

A aquisição de informações do processo poderia ter sido prejudicada. São foi, porque se realizou estimativas sobre os custos totais do provedor. Para alcançar essas informações, foram feitas conversas informais com técnicos das áreas específicas, funcionários e

gestores. Além disso, as respostas às questões de outros formulários contribuíram para inferir os custos do provedor. Com o levantamento de dados adicionais, identificou-se cinco variáveis de custo no LAD, a saber: rede, recursos humanos, energia, refrigeração e *software*.

Dados sobre o custo de rede podem ser estimados a partir da quantidade de **rede/banda** contratada. Este dado referente ao *link* de dados contratado foi informado no formulário: Custos Operacionais do Provedor (APÊNDICE B.6) e através de pesquisa de mercado estimou-se o custo sobre esse item.

Em relação ao custo com **recursos humanos**, tinha-se conhecimento do número de funcionários do LAD-PUCRS e o valor aproximado dos seus salários, sendo possível projetar um valor de custo com o pessoal envolvido. Esta variável identificou que alguns funcionários são financiados por empresas que incentivam a pesquisa, portanto, não estão na folha de pagamento do provedor, embora lhe prestem serviço.

Para estimar o custo com **energia** foi necessário verificar as medições diárias e o mapeamento das especificações de consumo de cada equipamento instalado. Através do cálculo do consumo total de energia, determinou-se o consumo máximo que o provedor pode atingir em horário de pico do *datacenter*. Com os dados obtidos, foram calculados os custos com energia, distribuídos entre os diferentes tipos de equipamento, conforme Figura 6.3. Com as porcentagens calculadas do consumo de cada um e com os dados sobre o valor da energia consumida, além do valor de um KWH consumido pelo provedor, obteve-se o custo estimado por tipo de equipamento.

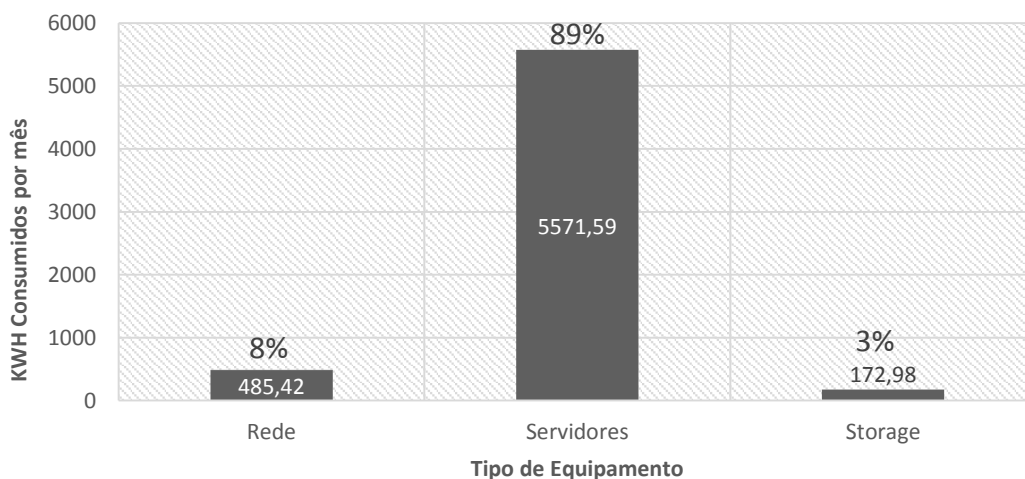


Figura 6.3 – Proporção de consumo de energia por equipamento.

O cálculo do total de energia também foi útil para determinar o custo de outra variável com forte impacto nos custos do provedor a **refrigeração**. Para determinar o custo total

desta variável, o valor da energia consumida foi multiplicado por dois. O resultado encontrado representa o máximo de energia despendido com refrigeração quando todos os equipamentos estão funcionando em seu pico, mais a energia consumida pelo equipamento (servidores, *storages*, infraestrutura de rede).

Referente ao custo de **software**, através do levantamento de produtos comercializados, o provedor informa que há quatro máquinas virtuais que utilizam sistema operacional *Windows*, os quais devem ser considerados no custo do provedor. Não há aplicativos proprietários instalados nos servidores do provedor que devam ser considerados no custo. Descritas as variáveis que determinam os custos do LAD-PUCRS, na Tabela 6.5 são apresentados os custos estimados bem como sua representatividade.

Tabela 6.5 – Custos Operacionais estimados do Provedor LAD-PUCRS.

Custo	Valor	Percentual do Total
Eletricidade	R\$ 11.320,00	37%
Refrigeração	R\$ 11.320,00	37%
Recursos Humanos	R\$ 5.000,00	16%
Rede	R\$ 1.200,00	4%
Software	R\$ 1.811,04	6%

A identificação das atividades do provedor estão resumidas na Tabela 6.6 com seus custos associados e o produto que as utiliza.

Tabela 6.6 – Mapeamento das Atividades do Provedor LAD-PUCRS

Atividade	Custo Associado	Produto Associado
Armazenamento	Energia; refrigeração	Armazenamento
Processamento	Energia; refrigeração	<i>Cluster</i> ; máquinas virtuais.
Transferência	Energia; refrigeração; rede.	Armazenamento; máquinas virtuais; <i>cluster</i>

A tarefa seguinte ao mapeamento das atividades do provedor é a associação dos custos às atividades. Esta tarefa (Seção 5.3.4) tem por finalidade verificar o custo de cada atividade a partir dos custos apresentados no processo anterior e daqueles associados a cada atividade. Também, são especificadas as métricas de custo de cada atividade. O custo de um 1 Gb de disco armazenado por hora é exemplo de métrica de custo.

Tabela 6.7 – Associação dos Custos às Atividades do Provedor LAD-PUCRS

Atividade	Custo da Atividade	Métrica estabelecida
Armazenamento	R\$ 0,001	Gb por Hora
Processamento	R\$ 0,08	Por Hora
Transferência	R\$ 0,03	Mb por Hora

Os dados obtidos na tarefa: identificação das atividades do provedor (5.3.2) geraram o consolidado (Tabela 6.7) com os valores em relação à taxa de utilização de recursos, não estando contemplados os custos de recursos humanos os quais devem ser direcionados

para a taxa de manutenção e instalação do provedor.

A última tarefa do processo: analisar custos tem seus resultados sintetizados na Tabela 6.8. Nela estão os produtos com suas atividades e seus custos, a quantidade de recursos alocados a cada uma e o custo mensal do produto.

Essa tarefa estipula somente os custos fixos de cada produto. Por exemplo, se u'a máquina virtual *Linux* tem o seu disco e o número de processadores fixos, mas seu consumo de banda poderá variar de cliente para cliente. Situações nas quais disco e processadores excedem esta utilização, devem ser cobradas, levando em consideração o custo de cada atividade.

Tabela 6.8 – Atribuição de Custos aos Produtos do LAD-PUCRS.

Produtos	Atividades	Custo da Atividade	Quantidade de Recursos	Custo Mensal Produto
Armazenamento	Armazenamento	R\$ 0,001	2 Gb	R\$ 1,440
VM <i>Linux</i>	Processamento	R\$ 0,08	1 processador	R\$ 57,6
	Armazenamento	R\$ 0,001	20 Gb	
VM <i>Windows</i>	Processamento	R\$ 0,08	1 processador	R\$ 93,6
	Armazenamento	R\$ 0,23	50 Gb	

Para o produto *cluster* não foram definidos custos específicos por produto, pois, como o LAD-PUCRS não oferta um a cada cliente, e sim, oferta um *cluster* em que os clientes podem submeter *jobs*, não faz sentido estipular este custo, visto que os clientes serão cobrados por uma tarifa específica.

6.4 MODELOS DE COBRANÇA

O objetivo deste estudo desde sua concepção foi propor uma metodologia para definição de modelos de cobrança em nuvem computacional a fim de melhorar os atuais ou implementar nova proposta. Para tanto, a metodologia aplicada enfatiza a necessidade de analisar os parâmetros presentes nos modelos de cobrança, através dos requisitos de cada produto e verificar a aplicabilidade de tais parâmetros nos novos modelos de cobrança do provedor, conforme o exposto na Seção 6.1. Os modelos de cobrança do LAD-PUCRS, utilizam essencialmente de dois tipos de parâmetros econômicos: **a assinatura e a utilização.**

O Processo: Elaborar Modelos de Cobrança deve considerar as características do provedor e de seus clientes a fim de aperfeiçoar os modelos de cobrança, mas sobretudo, verificar se a adoção de determinado parâmetro não poderá trazer demasiada complexidade no que diz respeito à implementação dos mecanismos de medição e contabilidade dos dados. Ainda é necessário considerar, como já enfatizado anteriormente, que a adoção

de alguns parâmetros poderá impactar negativamente nos valores monetários gerados, caso estes sejam considerados.

Através do formulário: Parâmetros para Modelos de Cobrança (APÊNDICE B.7) aplicados durante a Tarefa: Análise das Características do Provedor, Subprocesso: Definir Estratégia de Venda, o Gestor respondeu as questões, informando sobre os atuais parâmetros adotados nos modelos de cobrança; sobre os parâmetros de atribuição de preços, forma como a fatura é entregue ao cliente e taxas de utilização adotadas pelo provedor, e também, sobre questões de política de descontos e fatores que devem ser considerados para definir o modelo de cobrança.

Por outro lado, no formulário: Requisitos de Modelos de Cobrança (APÊNDICE B.8), o Gestor responde que a adoção de diferentes métricas ou formatos de cobrança pode trazer aumento à receita, controle dos recursos disponíveis e melhoria no entendimento dos serviços e além disso, o entrevistado afirma que os clientes do provedor consomem muitos recursos durante uma época específica.

6.4.1 *Parâmetros de pricing*

Na primeira questão do artefato, referente à política de atribuição de preços, o provedor afirma que **utiliza uma taxa fixa**, que os usuários pagam para acessar os recursos, independente da quantidade de recursos utilizados em horas de manutenção. Além disso, ainda aplica a política de duração, baseada no período em que o usuário irá utilizar os recursos ou serviços do provedor e pelos tais será cobrado do usuário, tendo por parâmetro o **período de uso**, atribuindo preço diferente conforme a duração desse período.

Normalmente, estas políticas de atribuição de preços tendem a cobrar um valor maior para períodos menores e menor valor para períodos maiores. No entanto, o provedor não faz distinção entre períodos menores ou maiores. Esta política atualmente é aplicada pelo provedor com a finalidade de contabilizar **hora-máquina** consumida por um cliente e aos produtos *cluster* e máquinas virtuais, conforme indicam as respostas obtidas no formulário: Parâmetros para Modelos de Cobrança (B.7).

Conforme descrito na Seção 6.1.3, este parece ser o melhor parâmetro para os produtos do LAD-PUCRS, portanto, a política de atribuição de preços adotado pelos novos modelos de cobrança será o **pay-per-use**, diferenciando as tarifas dos produtos e a aplicação de taxas.

6.4.2 *Definição da tarifa*

A tarefa seguinte do processo: Elaborar Modelos de Cobrança determina que seja estabelecida tarifas distintas para cada produto ou uma tarifa única para todos os produtos.

Para o *cluster* são apresentadas duas tarifas e para o produto VM, uma única. Cada qual leva em consideração seus próprios parâmetros a fim de propor um modelo dentro das características do provedor, do impacto sobre os clientes e da complexidade de implementação na cobrança dos produtos.

Na segunda questão do formulário: Parâmetros para Modelos de Cobrança (APÊNDICE B.7), referente à política de descontos, o provedor afirma que não aplica nenhum tipo de desconto. Na questão 6, referente ao cálculo das taxas de utilização, fica-se sabendo que o provedor utiliza como métrica para definição das taxas, a **hora CPU** e a **quantidade de dados armazenados**. No entanto, a quantidade dos dados armazenados é um parâmetro que não é utilizado atualmente nos modelos de cobrança, podendo vir a ser adotado nos novos modelos, por solicitação do próprio gestor. Pela questão 7, verifica-se que não há outros fatores a serem considerados para determinar os modelos de cobrança nem houve sugestões.

a) **Cluster - Tarifa 1**

Esta tarifa utiliza, como parâmetros, o somatório do tempo dos *jobs* submetidos durante um mês pelos usuários de um cliente e o somatório do número de núcleos alocados pelos *jobs*, submetidos pelos usuários de um cliente. Desta forma, para cada *job* executado, há uma razão que será multiplicado pelo valor de hora CPU.

A fórmula que define este modelo de cobrança é a seguinte:

$$valor = \sum_n^1 \frac{T_{job}}{N_{núcleos}} * VH$$

Onde:

T_{job} = tempo dos Jobs.

$N_{núcleos}$ = somatório do número de núcleos.

VH = valor da hora.

b) **Cluster - Tarifa 2**

A segunda tarifa utiliza como parâmetro o somatório do número de *jobs* dos usuários de um cliente e também, o somatório do tempo de cada *job* dos usuários de um cliente LAD-PUCRS, multiplicado pelo valor da Hora CPU. A fórmula que define a tarifa deste modelo de cobrança é a seguinte:

$$\sum_n^1 T_{jobs} * N_{jobs} * VH_{CPU}$$

Onde:

T_{job} = tempo dos Jobs.

N_{jobs} = número de Jobs submetidos

VH = valor da hora.

c) VM - Tarifa Única

Para este produto deve ser considerada a adoção de novos parâmetros em relação aos atuais modelos de cobrança. Estes não se baseiam unicamente no número de hora CPU. A nova tarifa leva em consideração o somatório do número de horas CPU de um cliente, o somatório de disco alocado pelos usuários de um cliente por hora e também, o somatório de banda consumida por hora por um cliente também deverá se constituir um novo parâmetro desta tarifa, conforme já abordado e justificado na Seção 6.1.3.

$$valor = \sum disco_{alocado} + \left(\sum H_{CPU} * VH_{CPU} \right) + \left(\sum Q_{banda} * VH_{banda} \right)$$

6.4.3 Definição dos parâmetros de Billing

Na questão 3, do formulário: Parâmetros para Modelos de Cobrança (APÊNDICE B.7), referente aos modelos de *billing* adotados, o provedor afirma que utiliza o modelo pós-pago e emite faturas em intervalos regulares pelo consumo acumulado de recursos ou serviços durante o período anterior, por exemplo, o mês precedente. Na questão 4, o gestor é questionado sobre quem toma a decisão sobre a adoção dos modelos de *billing* e afirma que é o provedor quem determina a adoção de tal modelo. Mantendo um único formato no envio da fatura, o LAD-PUCRS mantém um único período no qual os dados devem ser contabilizados. A questão 5 não obteve resposta do Gestor do provedor, visto que utiliza somente um modelo para o envio da fatura.

A terceira tarefa do Processo: Definir Modelos de Cobrança solicita a definição quanto à forma de entrega da fatura aos clientes. No formulário: Parâmetros para Modelos de Cobrança (APÊNDICE B.7), o Gestor afirma que o modelo de *billing* adotado pelo provedor é o pós-pago, pelo qual este emite faturas em intervalos regulares pelo consumo acumulado de recursos ou serviços durante o período anterior, por exemplo, o mês precedente. As características do provedor e de seus clientes sugerem que este formato de entrega da fatura continue a ser aplicado pelo provedor.

O Processo: Definir Modelos de Cobrança embora não tivesse a finalidade de apresentar um novo produto; pelas informações obtidas nos processos anteriores a partir do Processo: Analisar as Características do Provedor, indicam a inclusão de um novo produto: armazenamento de dados.

6.5 MODELOS DE COBRANÇA PROPOSTOS AO LAD-PUCRS

Esta seção analisa e avalia a aplicabilidade dos novos modelos de cobrança a serem sugeridos ao provedor LAD-PUCRS, levando em consideração cada um dos diferentes produtos e também, a forma de cobrá-los aos clientes.

Este processo é responsável por definir como será o novo sistema de cobrança do provedor. É implementado pelas seguintes tarefas: definição e aplicação de um método de análise, avaliação dos modelos de cobrança e apresentação dos resultados da avaliação. São considerados o custo dos produtos, relatórios de produtos e outros dados provenientes de outras fontes.

6.5.1 Tarefa: Definição do Método de Análise

Com os modelos de cobrança estabelecidos no processo anterior, esta tarefa tem por objetivo definir o método de análise dos mesmos. Nesse caso em estudo, o LAD-PUCRS, utilizou-se análise estatística definida pelo próprio provedor.

6.5.2 Tarefa: Avaliação dos Modelos de Cobrança

A Tabela 6.9 apresenta a amostra dos dados coletados nos *clusters* do LAD-PUCRS, no mês de outubro de 2011, com informações sobre os clientes sob a perspectiva da utilização do mesmo através do número de horas, de *jobs* submetidos por clientes e de *cores*.

Os dados da referida tabela subsidiaram a análise das tarifas dos modelos de cobrança a fim de verificar o comportamento dos clientes em relação às tarifas. O comparativo é apresentado na Tabela 6.10.

Tabela 6.9 – Dados de uso do *cluster*: mês outubro de 2011

Cliente	Número de Horas	Número de <i>jobs</i>	Número de <i>cores</i>
Biologia	1,152	2	17
Gestic	318,620	11	11
Gmap	6,648	8	57
Incompact3d	34,176	35	57
Labgenoma	980,568	12	2480
Nimed	470,856	12	2480
Pospp	79,480	31	474
Paleoprospic	4022,664	358	5418

Analisando os dados da Tabela 6.10, percebe-se que **Cluster - Tarifa 1**, em relação à atual, praticada pelo provedor, aumenta os custos para todos os seus clientes. Este aumento ocorre justamente pelo acréscimo de um parâmetro não utilizado pelo provedor até o momento: o número de núcleos. É possível notar que o único cliente que não possui variação no valor monetário é o cliente Gestic. Isto ocorre porque este utilizou um único

núcleo em todos os 11 *jobs* submetidos ao *cluster*, conforme dados da Tabela 6.9. É possível afirmar também que esta tarifa tem um impacto forte sobre clientes que utilizam um grande número de núcleos nas aplicações submetidas ao *cluster*. O exemplo mais visível é o do cliente Paleoprospic, no qual os valores monetários cobrados pelas 4.022,66 horas CPU, aumentaram 10 vezes, passando de R\$ 603,40 para R\$ 6.101,97.

Segundo os valores apresentados na Tabela 6.10, este modelo – **Cluster-Tarifa 1** poderá impactar de forma negativa sobre os clientes, sobretudo àqueles que utilizam um número maior de núcleos. Neste caso, o acréscimo deste parâmetro demonstra não ser uma boa opção para os clientes, enquanto para o provedor poderá ser bastante vantajoso em comparação a tarifa atual.

Tabela 6.10 – Comparativo entre os modelos de cobrança em valores monetários

Cliente	Modelo Atual	Tarifa 01	Tarifa 02
Biologia	R\$ 0,173	R\$ 2,441	R\$ 1,469
Gesic	R\$ 47,794	R\$ 47,794	R\$ 47,794
Gmap	R\$ 0,997	R\$ 8,644	R\$ 7,105
Incompact3d	R\$ 5,126	R\$ 323,309	R\$ 8,349
Labgenoma	R\$ 147,085	R\$ 2.644,358	R\$ 30.397,608
Nimed	R\$ 70,628	R\$ 1.237,766	R\$ 1.356,065
Pospp	R\$ 11,923	R\$ 187,315	R\$ 182,310
Paleoprospic	R\$ 603,400	R\$ 6.101,975	R\$ 9.131,897

A Tarifa 2 privilegia clientes com poucos *jobs* submetidos ao *cluster*. Isto pode ser visualizado através dos clientes Incompact3d e Labgenoma. Ambos, na tarifa atual praticada pelo provedor e na Tarifa 1 proposta, possuem uma fatura menor em relação à Tarifa 2. Enquanto na Tarifa 1, o cliente Labgenoma paga R\$ 147,085 pelas 980,56 horas CPU alocadas; na Tarifa 2, pagará R\$ 2.644,35 pelo mesmo número de horas. É um incremento de 18 vezes em relação a Tarifa1 e caso esta política seja implementada, poderá desestimular o cliente acessar o provedor.

As Tabela 6.9 e Tabela 6.10 mostram que esta tarifa favorece clientes que submetem poucos *jobs* e tem um impacto muito forte sobre clientes que submetem um número maior de *jobs*.

Em relação ao produto VM, o responsável pela infraestrutura, ao responder ao formulário: Análise da Capacidade Instalada, afirmou que há três servidores dedicados àquele produto, nos quais estão hospedadas treze máquinas virtuais. Estabelecer classes para este produto não parece ser uma boa política, visto que o índice de aquisição dele é baixo. Desta forma, o mais interessante é estipular uma tarifa aplicada a todos os clientes. Uma

questão interessante para este tipo de produto é aplicar o modelo de cobrança de assinatura, no qual cada cliente estabelece, através de um contrato, o período de uso e define a quantidade de recursos. Os modelos de cobrança poderiam utilizar uma taxa de instalação.

Em relação à taxa de manutenção, parece muito plausível a adoção de classes para cobrar os clientes do LAD-PUCRS, os quais possuem diferentes demandas, que, por sua vez, implicam custos maiores ou menores, dependendo da necessidade desses clientes. Desta forma, a taxa de manutenção dos serviços pode ter classes distintas. Uma primeira classe poderia ser praticada para clientes que adquirem o produto VM; uma segunda, para clientes que se utilizam do produto *cluster* e são pesquisadores da universidade e uma terceira, para clientes que pretendem utilizar o produto *cluster* com turmas de alunos. Estas classes são descritas a seguir.

Tabela 6.11 – Classificação das Taxas de Manutenção para os Modelos de Cobrança

Classificação	Produto	Tipo de Cliente
Classe 01	Máquinas Virtuais (VM)	Aplicada aos clientes que adquirem o produto VM
Classe 02	<i>Cluster</i>	Pesquisadores da Universidade
Classe 02	<i>Cluster</i>	Estudantes e Professores

A primeira classe refere-se a clientes que utilizam o produto VM. Neste caso, a questão da disponibilidade do serviço deve ser considerada, visto que estes serviços normalmente são contratados com a finalidade de hospedar e executar aplicativos para uso didático durante as aulas e precisam da atenção da equipe de infraestrutura. Este tipo de produto necessita ser monitorado o tempo todo e anormalidades no serviço precisam ser corrigidas em um curto espaço de tempo.

A segunda classe é destinada aos pesquisadores da Universidade que se utilizam do produto *cluster*. Esta classe deve levar em consideração a manutenção de contas dos usuários do cliente, a instalação de bibliotecas e aplicativos e a disponibilidade do *cluster*. No entanto, os usuários destes clientes normalmente possuem um bom conhecimento sobre o sistema e a forma como ocorre a submissão de *jobs*, economizando em horas de suporte.

Quanto à terceira classe, destina-se a clientes com turmas de acadêmicos e seguem o mesmo perfil da segunda classe. No entanto, devem ter o valor da hora homem aumentada em função da necessidade de horas para suporte, visto que os usuários destes clientes normalmente não conhecem o sistema, a forma de submissão de *jobs* ao *cluster*.

Quanto ao produto Armazenamento de dados, no formulário: Requisitos dos Modelos de Cobrança (APÊNDICE B.8), o gestor afirma que, entre as atividades para definir os

atuais modelos de cobrança, a quantidade de disco alocado é especificada, no entanto, não é tarifada. Desta forma, o provedor não a considera parâmetro nem atividade, nem produto.

No entanto, por meio de conversas informais, o Gestor deixa clara a questão referente à alocação e à utilização de disco: há demanda cada vez maior para este tipo de produto. Desta forma, sugere-se que a utilização de disco seja considerada um novo produto do LAD-PUCRS com sua própria tarifa. Este produto poderá ser adquirido, por exemplo, por clientes que façam uso do produto *cluster* ou por novos clientes que procurarem o provedor com esta necessidade.

Os clientes que utilizam o produto VM já possuem este parâmetro incluído na nova tarifa que será proposta ao provedor e não serão cobrados separadamente pelo uso de disco. Cobra-se pelo produto *cluster*, hora máquina em função de horas de uso de CPU e o pelo VM, hora homem, nas quais são considerados os custos de manutenção para o cliente. Uma informação que pode contribuir para reformular esta questão é a afirmação do Gestor que os dois tipos de produtos ofertados consomem 50 % de recursos humanos para tornar os serviços viáveis. No entanto, o produto VM, proporcionalmente, consome mais recursos humanos em relação ao produto *cluster* e, em consequência, deverá ter uma taxa de manutenção maior em relação a este produto.

6.5.3 Sugestões de redefinição dos modelos de cobrança e produtos do LAD-PUCRS

Ao concluir as análises e interpretações das informações e dos resultados da aplicação dos processos previstos na metodologia para definição de modelos de cobrança em ambientes de nuvens computacionais, é possível agrupá-las por produtos, parâmetros, identificados, se cobrados ou não pelo LAD-PUCRS, em vista sugestões a serem feitas.

Tabela 6.12 – Síntese dos modelos de cobrança para o LAD-PUCRS

Componente	Máquinas Virtuais	Cluster	Armazenamento
<i>Accounting</i>	Hora CPU Tamanho de Disco alocado Banda consumida por hora	Hora CPU alocada pelos <i>Jobs</i> de usuário	Disco reservado Disco consumido
<i>Pricing</i>	<i>Pay-per-use</i>	<i>Pay-per-use</i> segmentado em três categorias	<i>Pay-per-use</i>
Tarifa	Descrita na Seção 6.4.2	Contabiliza apenas a hora CPU alocada dos <i>jobs</i> sub- metidos pelo usuário de um cliente	Disco reservado mais o somatório de disco con- sumido pelo mesmo.
Taxa	Manutenção	Manutenção: classes 2 e 3.	Manutenção
<i>Billing</i>	Pós-pago	Pós-pago	Pós-pago

Nas seções anteriores foram analisados os modelos de cobrança em ambiente de nuvem computacional praticados no LAD-PUCRS. Nesta subseção, são apresentados os

modelos de cobrança obtidos após aplicação da metodologia, a serem sugeridos ao provedor. Tais modelos são apresentados por produto, descrevendo os diferentes parâmetros para cada um.

No que se refere aos parâmetros de *billing*, todos os produtos do provedor adotarão o modelo pós-pago, pelo qual os clientes serão cobrados pelo consumo dos recursos após um determinado período. Quanto à política de atribuição de preços (*pricing*), todos os produtos continuarão adotando o modelo *pay-per-use*, levando em consideração a tarifa estabelecida para cada um dos produtos. A seguir são apresentados os modelos de cobrança dos produtos para o LAD-PUCRS: VM, *cluster* e armazenamento.

a) Produto: VM.

Para este produto será adotada a tarifa descrita na Seção 6.4.2. A mesma permitirá que, quando as configurações forem alteradas, o modelo considere estas alterações na cobrança. O que não ocorre no atual modelo.

Comparando o novo modelo de cobrança proposto nesta seção com o atual praticado, temos o acréscimo de dois novos parâmetros que, anteriormente, não eram considerados. Referem-se à questão de contabilidade dos dados e ao agrupamento dos mesmos para gerar o valor monetário.

O novo modelo exige do provedor a inclusão do monitoramento da quantidade de disco consumida em cada VM de um cliente e a da medição da banda consumida pela máquina virtual de um cliente. Estas implementações não representam uma complexidade muito grande e trarão melhores receitas para o provedor.

Além disso, ao cliente que adotar este produto será cobrado uma taxa de instalação e manutenção, obedecendo a classificação apresentada na Tabela 6.11.

b) Produto: *cluster*.

Para este produto, não serão adotadas as tarifas propostas na Seção 6.4.2. A análise dos modelos para este produto demonstrou que a adoção de diferentes parâmetros na tarifa terá impactos diferentes sobre os clientes, aumentando, consideravelmente, o valor cobrado. Portanto, este estudo sugere, que o provedor continue adotando a tarifa atual, que contabiliza apenas a hora CPU alocada dos *jobs* submetidos pelo usuário de um cliente. Quanto às taxas de manutenção e instalação, este produto adotará as classes 2 e 3, descritas na Tabela 6.11 para diferenciar os tipos de clientes.

c) Produto: *armazenamento*.

Por fim, a metodologia conclui que um novo produto - armazenamento - deverá ser ofertado aos clientes do provedor LAD-PUCRS, por dois motivos. O primeiro deles porque,

atualmente, nenhum cliente é cobrado pelo uso de disco. Para os usuários de um cliente sugere-se ao provedor a cobrança por disco reservado mais o somatório de disco consumido pelo mesmo. Desta forma, os clientes são estimulados a retirar usuários que não estejam mais ativos em suas contas, além de incrementar as receitas do provedor. Do ponto de vista de implementação, o provedor, atualmente, já possui uma política de cotas, o que facilitará a implementação deste modelo de cobrança. O segundo motivo é que, com este produto, clientes que utilizam o produto *cluster* serão cobrados também pelo espaço de armazenamento dos dados gerados pela submissão dos *jobs*. No produto VM, a utilização deste parâmetro foi acrescido na tarifa.

Um cliente poderá ter um ou mais produtos no provedor. Assim, para a emissão de uma fatura de um cliente do provedor LAD-PUCRS, os valores gerados pelos modelos de cobrança de cada produto deverão ser somados. O resultado desta soma constitui o valor a ser pago pelo cliente ao provedor ao final de um período determinado.

Desde o início a intenção do estudo de caso era propor uma metodologia para definição de modelos de cobrança em ambientes de nuvens computacionais dadas as dificuldades detectadas entre os provedores em identificar parâmetros para tal. Neste Capítulo, descreveu-se a aplicação da mesma no provedor LAD-PUCRS.

A escolha do método de estudo de caso foi uma opção acertada em função das características do trabalho proposto uma vez que não se propunha realizar experimentos com comparação entre resultados nem otimizações de algum algoritmo de atribuição de preços, por exemplo, pelo qual seus resultados pudessem ser comparados com outros algoritmos.

A aplicação da metodologia para definição de modelo de cobrança no provedor LAD-PUCRS contribuiu, primeiramente, para aperfeiçoar alguns dos seus processos, bem como, avaliar os modelos de cobrança do provedor, sugerir novos parâmetros aos modelos de cobrança e acrescentar um novo produto: armazenamento. As tarifas passaram a considerar parâmetros até então não contabilizados.

Os formulários contribuíram para o levantamento de requisitos dos produtos do provedor junto aos seus clientes. Se aplicados na totalidade, todos os oito artefatos podem aperfeiçoar o fluxo de informações necessário ao levantamento de parâmetros para definição dos modelos de cobrança.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A crescente adoção das nuvens computacionais pressiona os provedores a encontrar ou a melhorar a forma de cobrar seus usuários e a utilização de seus recursos. Este trabalho trata, justamente, sobre esta questão, subsidiando os provedores que apresentam dificuldades na compreensão de todo o processo e/ou que buscam reformular seus modelos de cobrança ou necessitem adotar outro ou outros modelos que aumentem suas receitas.

Em relação aos objetivos propostos no trabalho, os resultados foram alcançados uma vez que os modelos de cobrança propostos, após a aplicação da metodologia, constataram parâmetros não utilizados nos modelos praticados pelo LAD-PUCRS e que poderão ser adotados com benefícios para o provedor. Com a execução dos processos descritos na metodologia foram encontrados parâmetros que melhor se adaptem às características do provedor.

Além disso, a metodologia aplicada, considerando as características do provedor e de seus clientes, possibilita a triangulação de informações sobre clientes x produtos x parâmetros na definição dos modelos de cobrança, permitindo avaliar o impacto sobre os clientes, melhorando a utilização da infraestrutura do provedor, sem deixar de alcançar receitas maiores para Laboratório.

A investigação de vários modelos utilizados em nuvens computacionais e em paradigmas anteriores contribuiu para a elaboração da metodologia para definição de modelos de cobrança em ambientes de nuvens computacionais. Os autores consultados, muitos associando a modelos de serviço, valorizam os modelos de cobrança tanto pelo dimensionamento adequado da capacidade da infraestrutura do provedor quanto pela personalização de serviços aos clientes, do ponto vista técnico e econômico, criando classes de serviço.

Este estudo possibilitou também a representação da metodologia através de um diagrama com seus processos, subprocessos e tarefas. Este fluxo permite sua aplicação passo-a-passo conforme as etapas previstas, caracterizando o provedor em sua totalidade e em decorrência, possibilitando seu conhecimento e indicando critérios para definir os modelos de cobrança mais apropriados.

Durante a elaboração da metodologia várias dificuldades foram encontradas. A primeira delas ocorreu no início do estudo, durante a investigação do conceito de modelo de cobrança e seus componentes, pois, foram encontradas divergências entre autores no que diz respeito a essa prática, com diferentes pontos de vista sobre a questão. Assim, foi necessário precisar os conceitos dos componentes do fluxo de informações para definir os

modelos de cobrança, delimitar seu escopo na metodologia e determinar sua função e determinar a opção para os fins deste estudo.

Superada esta dificuldade, uma outra limitação foi encontrar autores que abordassem o tema dos modelos de cobrança relacionados às nuvens computacionais. Pois, no início da investigação havia poucos trabalhos publicados sobre o tema, a maioria dos estudos estava voltada à organização da nuvem computacional e às tecnologias aplicadas a ela. Assim, o estudo levou em conta modelos de cobrança adotados nos paradigmas anteriores às nuvens computacionais, tais como as grades computacionais e a computação utilitária. A maior parte dos autores abordava apenas um único componente de cobrança. Por exemplo, alguns apresentavam políticas de atribuição de preços, outros abordavam formas de contabilizar e monitorar dados com a finalidade de cobrança, outros ainda, como determinar o custo de operação para cobrar clientes.

O método de estudo de caso único foi escolhido para desenvolver e aplicar a metodologia. Sua escolha deve-se ao fato de que este trabalho não se propunha a execução de experimentos em que os resultados fossem comparados e discutidos nem se propunha otimizações de algum algoritmo de atribuição de preços, por exemplo, pelo qual seus resultados pudessem ser comparados com outros algoritmos. A opção foi justificada em função das características do trabalho proposto: elaborar uma metodologia para definição de modelos de cobrança para ambiente de nuvens computacionais para o LAD-PUCRS.

Houve dificuldades no início com o método de estudo de caso único no sentido de compreendê-lo e adequá-lo à área de gerenciamento de recursos, uma vez que esta técnica normalmente tem maior aplicação nas áreas sociais ou da administração. Aplicado no LAD-PUCRS permitiu avaliar o comportamento da metodologia em um ambiente real, contribuindo para aperfeiçoar processos e formulários praticados por esse provedor e sugerir a adoção de novos modelos de cobrança, podendo avaliar sua adoção como, de certa forma, exitosa.

Um dos problemas enfrentados na aplicação dos formulários ou artefatos, conforme denominação da BPMN, foi a sua linguagem. A utilização de uma linguagem técnica dificultou a compreensão entre os responsáveis por sua aplicação, visto que alguns dos termos não eram usuais ou seu conceito não era dominado pelos respondentes. Assim, após o pré-teste, planejado pelo protocolo de pesquisa adotado, se reescreveu algumas questões, adotando uma linguagem mais acessível, tornando a comunicação mais clara e direta. Nesse mesmo processo, também, foram acrescentadas novas opções a algumas questões

para aprimorá-las, facilitando a obtenção de respostas sobre os diferentes processos em questão, o mais próximo da realidade do provedor.

Outra sugestão feita para facilitar a compreensão e aplicação dos formulários foi a inserção de apenas questões tipo múltipla escolha, com resposta restrita, de modo a permitir respostas diretas para cada questão. Também, houve a sugestão de se incluir nas questões, opções com a possibilidade de relatar situações não abordadas nos itens anteriores.

Durante o processo: Análise de Custos, o entrevistado para o formulário: Custos Operacionais do Provedor (APÊNDICE B.6) não soube informar os dados solicitados sobre os custos do provedor. Assim, as informações deste processo foram buscadas de outra forma, através de entrevistas com funcionários e com técnicos. Com eles foi possível estimar os principais custos do provedor e realizar o levantamento de especificações técnicas dos equipamentos instalados no LAD, descrito com mais detalhes na 6.2.

Também, na aplicação do formulário: Produtos Comercializados, preenchido pelo Gestor do provedor, surgiu uma questão importante para o diagrama da metodologia. Este formulário contém questões sobre a quantidade de produtos comercializados e sobre a quantidade de clientes do provedor. No entanto, o respondente não soube precisar tais informações, embora tenha indicado quais funcionários poderiam ser consultados para obtê-las. Desta forma, avalia-se que, dentro do diagrama da metodologia, estas informações podem ser buscadas com outro participante. Ou seja, houve aperfeiçoamento da metodologia ao inserir um processo específico para coleta dessas informações junto ao provedor, considerando o ingresso de um novo participante no fluxo. Este novo participante pode ser um gerente de conta e o processo pode estar relacionado aos clientes do provedor.

Destacam-se a seguir as contribuições do presente estudo de caso à questão da metodologia para definição de modelos de cobrança em nuvens computacionais. Uma delas, é a representação em um diagrama do fluxo da metodologia com seus processos, suas tarefas, suas personagens envolvidas para definir os modelos de cobrança para o provedor, associando informações técnicas e econômicas.

A própria metodologia proposta é uma contribuição relevante, já que, na literatura, há poucos trabalhos abordando todos os elementos reunidos, compondo um fluxo de informações necessárias para definição de modelos de cobrança e a forma como tais elementos interagem entre si. Ressalta-se que, se comparado a outros trabalhos desta área, este não desenvolveu um único componente dos modelos de cobrança, nem realizou comparações

entre parâmetros, apresentando vantagens e desvantagens, porém ofereceu uma visão geral da relação entre componentes para definir modelos de cobrança. A metodologia tem uma forte preocupação em verificar os parâmetros a serem utilizados nos atuais modelos de cobrança dos provedores. Não se pretendeu comparar diferentes políticas de atribuição de preços e apresentar vantagens e desvantagens de seu uso pelo provedor.

Esta metodologia propõe como critérios, para decidir os modelos de cobrança, *logs* de monitoramento, características do modelo de serviço e produtos ofertados pelo provedor.

Outra importante contribuição diz respeito ao provedor em que a metodologia foi aplicada. Os modelos de cobrança propostos sugerem novos parâmetros para o provedor LAD-PUCRS para estabelecer a cobrança dos produtos ofertados. A metodologia possibilitou verificar que os atuais modelos praticados pelo Laboratório adotam como parâmetro de *pricing* na utilização de recursos de um cliente, mas com tarifas diferentes para cada um dos produtos ofertados. Neste aspecto, os novos modelos não se alteraram, pois estes permanecem adotando atribuição de preços baseada em uso. Duas razões motivam a manutenção deste modelo: a primeira delas é o modelo de serviço adotado pelo provedor; a segunda, as características do provedor. No entanto, os recursos passam a ser contabilizados de forma diferente, adotando novas tarifas.

A aplicação da metodologia deixou claro que a alteração de determinado parâmetro em um modelo de cobrança pode modificar, consideravelmente, o valor cobrado a um cliente. A definição desses parâmetros deve ser feita com cuidado, para não impactar negativamente sobre o provedor e sobre o cliente, conforme foi possível verificar durante a definição das tarifas para a taxa hora máquina.

A partir disso, os novos modelos de cobrança do LAD-PUCRS sofreram três alterações: mantiveram-se as taxas da hora máquina e hora homem, todavia as tarifas da hora máquina foram alteradas para o produto VM; foram sugeridas três classes diferentes para a taxa hora homem; e por fim, a terceira alteração foi a criação do produto armazenamento com sua própria tarifa. Este novo produto proposto a partir da aplicação da metodologia, surge de uma demanda crescente aliada a não utilização desse parâmetro nos atuais modelos de cobrança.

Além da otimização das tarifas dos modelos de cobrança, a metodologia permitiu identificar os custos do provedor e estimar o custo de cada recurso. Embora seja um custo estimado do produto, já caracteriza uma contribuição, visto que o provedor não possuía

nenhum valor monetário atribuído a seu produto.

Os artefatos da metodologia contribuíram para o aperfeiçoamento dos formulários de solicitações de demandas do LAD, pelos quais os clientes fazem requisições para novos produtos. E, motivou ainda, a necessidade de aprimorar a forma de monitorar os produtos e aumentar o controle do consumo dos recursos no provedor.

Sugere-se que a metodologia acrescente em seu diagrama um processo referente a questões de *Service Level Agreements* (SLA), visto que o diagrama e a metodologia não abordam esta questão. Este processo poderia ser muito importante para determinar formas de estabelecer penalidades para o provedor e para clientes diante dos modelos de cobrança propostos.

Como a metodologia organizou diferentes processos para definir modelos de cobrança a um caso em particular, a estratégia de estudo de caso, no entanto, possibilita que se estenda a outros casos. Desta forma, um estudo de caso com outro provedor de nuvens computacionais poderia ser muito útil para verificar se a metodologia de fato é generalizável, consolidando uma teoria.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [AAR02] Artur Andrzejak, Martin Arlitt, and Jerry Rolia, *Bounding the resource savings of utility computing models*, Tech. report, 2002.
- [AFG+09] Michael Armbrust, Armando Fox, Rean Griffith, Anthony D. Joseph, Randy Katz, Andy Konwinski, Gunho Lee, David Patterson, Ariel Rabkin, Ion Stoica, and Matei Zaharia, *Above the clouds a berkeley view of cloud computing*, Bayreuther Arbeitspapiere zur Wirtschaftsinformatik 42, UC Berkeley Reliable Adaptive Distributed Systems Laboratory, Berkeley, CA, USA, Fevereiro 2009.
- [AWS11a] Amazon Web Services Inc., *Amazon web services*, capturado em: <http://aws.amazon.com/>, julho, 2010.
- [AWS11b] Amazon Web Services Inc., *Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2)*, capturado em: <http://aws.amazon.com/ec2>, novembro, 2011.
- [AWS11c] Amazon Web Services Inc., *Amazon Simple Storage Service (Amazon S3)*, capturado em: <http://aws.amazon.com/s3>, novembro, 2011.
- [AKTH10] Lawrence Zimmerman Asoke K Talukder and Prahalad H.A, *Cloud computing: Principles, systems and applications*, 1 ed., Computer Communications and Networks, ch. Cloud Economics: Principles, Costs and Benefits, Springer London, February 2010.
- [Ana10] Arun Anandasivam, *Consumer preferences and bid-price control for cloud services*, Ph.D. thesis, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften des Karlsruhe Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe, Deutschland, 2010.
- [BAV05] Rajkumar Buyya, David Abramson, Srikumar Venugopal, *The grid economy*, Proceedings of the IEEE 93, 2005, no. 3, pp.698-714.
- [BB03] Alexander Barmouta and Rajkumar Buyya, *Gridbank: A grid accounting services architecture (gasa) for distributed systems sharing and integration*, Parallel and Distributed Processing Symposium, 2003, Proceedings. International. IEEE, 2003, pg 8 pp.
- [BBS07] Reinhard Brandl, Martin Bichler, and Michael Ströbel, *Cost accounting for shared IT infrastructures.*, Wirtschaftsinformatik 49, 2007, no. 2, pp.83–94.
- [BGM87] Izak Benbasat, David K. Goldstein, and Melissa Mead, *The Case Research Strategy in Studies of Information Systems*, MIS Quarterly, 1987, pp. 369-386.
- [BM02] Rajkumar Buyya, Manzur Murshed, *Gridsim: A toolkit for the modeling and simulation of distributed resource management and scheduling for grid computing*, Concurrency and Computation: Practice and Experience (CCPE) 14, 2002, no.13-15, pp.1175-1220.
- [NSR03] Blefari-Melazzi Nicola, Dario Di Sorte, Gianluca Reali, *Accounting and pricing: a forecast of the scenario of the next generation Internet*, Computer

Communications 26, 2003, no 18 pp. 2037-2051.

- [BRG+06] Mark Burgess, Gabi Dreo Rodosek, Stylianos Georgoulas, Matthias Göhner, David Hausheer, Aiko Pras, Thomas Schaaf, Burkhard Stiller, Martin Waldburger, and Ning Wang, *Definition of Service Provisioning Goals, Economic Impacts and SLA Management Tasks*, Public D8.1-v2.0, EMANICS Consortium, France, 2006 Tech. report, Jun 2006.
- [Bro10] Jon Brodtkin, *Interop: Pricing the cloud is an ongoing challenge*, capturado em:
http://www.computerworld.com/s/article/9133357/Interop_Pricing_the_cloud_is_an_ongoing_challenge, Junho, 2010.
- [BYV+09] Rajkumar Buyya, Chee Shin Yeo, Srikumar Venugopal, James Broberg, Ivona Brandic, *Cloud computing and emerging it platforms: Vision, hype, and reality for delivering computing as the 5th utility*, Future Generation Computer Systems 25, 2009, no. 6, pp.599 - 616.
- [CHSZ00] Georg Carle, Felix Hartanto, Michael Smirnov, Tanja Zseby, *Charging and accounting for QoS-enhanced IP multicast*, Protocols for High-Speed Networks VI, Springer US, 2000 pp 151-168.
- [CLX09] Bu-Qing Cao, Bing Li, and Qi-Ming Xia, *Cloud computing*, Lecture Notes in Computer Science, vol. 5931/2009, ch. A Service-Oriented Qos-Assured and Multi-Agent Cloud Computing Architecture, Springer Berlin/Heidelberg, 2009.
- [CRRB09] Rodrigo N. Calheiros, Rajiv Ranjan, César A. F. De Rose, and Rajkumar Buyya, *CloudSim: A novel framework for modeling and simulation of cloud computing infrastructures and services*, arXiv preprint arXiv:0903.2525, 2009.
- [Cit] Citrix Systems, Inc., Citrix XenServer, capturado em:
<http://www.citrix.com/products/xenserver/overview.html>, Novembro, 2011.
- [DMJF10] Neumann Dirk, Baker Mark, Altmann Jorn, and Rana Omer F., *Economics models and algorithms for distributed systems*, Autonomic Systems, Birkhauser Verlag AG, Base, Switzerland, 2010.
- [DSL+08] Ewa Deelman, Gurmeet Singh, Miron Livny, Bruce Berriman, John Good, *The cost of doing science on the cloud: the montage example*, Proceedings of the 2008 ACM/IEEE conference on Supercomputing, IEEE Press, 2008, pp. 50.
- [EGMS06] Erik Elmroth, Peter Gardfjäll, Olle Mulmo, and Thomas Sandholm, *An OGSA-based bank service for grid accounting systems*, Applied Parallel Computing. State of the Art in Scientific Computing, Springer Berlin Heidelberg, 2006, pp.1051-1060.
- [EMHF09] Erik Elmroth, Fermin Gálan Marquez, Daniel Henriksson, David P. Ferrera, *Accounting and Billing for Federated Cloud Infrastructures*, Grid and Cooperative Computing, 2009. GCC'09. Eighth International Conference on (Washington, DC, USA), IEEE, 2009, pp. 268-275.

- [FSP99] George Fankhauser, Burkhard Stiller, Bernhard Plattner, *Arrow: A flexible architecture for an accounting and charging infrastructure in the next generation Internet infrastructure in the Next Generation Internet*, Netnomics 1, 1999, no 2, pp 201-223.
- [FZRL08] Ian Foster, Yong Zhao, Ioan Raicu, and Shiyong Lu, *Cloud computing and grid computing 360-degree compared*, Grid Computing Environments Workshop, 2008. GCE'08, 2008, pp 1-10.
- [Geo09] Reese, George. *Cloud application architectures: building applications and infrastructure in the cloud*. O'Reilly, 2009.
- [Goo11] Google Inc., Google App Engine, capturado em: <https://appengine.google.com/>, outubro, 2011.
- [GWG+07] Matthias Gohner, Martin Waldburger, Fabian Gubler, Gabi Dreo Rodosek, and Burkhard Stiller, *An accounting model for dynamic virtual organizations*, Proceedings of the Seventh IEEE International Symposium on Cluster Computing and the Grid (Washington, DC, USA), CCGRID '07, IEEE, 2007, pp. 241–248.
- [GY05] Daniel Grassi, Robert K. Yin, *Estudo de caso: Planejamento e métodos*, 3 ed., Bookman, 2005.
- [HAA00] D. Harrington, B. Aboba, J. Arkko, *Introduction to accounting management*, Tech. report, October 2000.
- [HC99] Felix Hartanto and Georg Carle, *Policy-based billing architecture for Internet differentiated services*, Fifth International Conference on Broadband Communications, 1999, pp. 163–174.
- [IBM10] Matt Porta, Anthony Karimi, Alisson Botros, *Business Strategy for Cloud Providers*, Capturado em: <http://public.dhe.ibm.com/common/ssi/ecm/en/gbw03096usen/GBW03096USEN.PDF>, novembro, 2010.
- [JM08] Shantenu Jha and Andre Merzky, *Using clouds to provide grids higher-levels of abstraction and explicit support for usage modes status of this document*, Capturado em: <http://forge.ogf.org/sf/sfmain/do/downloadAttachment/projects.ggf-editor/tracker.published/artf6243%3Bjsessionid%3D1CE87BAC73210EC2488C0436FF99769C?id=atch4657>, Agosto, 2011.
- [KKA02] Maria Koutsopoulou, Alexandros Kaloxylos, Athanassia Alonistioti, *Charging, accounting and billing as a sophisticated and reconfigurable discrete service for next generation mobile networks*, Vehicular Technology Conference, 2002. Proceedings. VTC 2002-Fall. 2002 IEEE 56th, volume 4, IEEE, 2002. p. 2342-2345.
- [KP02] Michel Kouadio and Udo Pooch, *A taxonomy and design considerations for Internet accounting*, ACM SIGCOMM Computer Communication Review 32, 2002, no.5, pp.39-48.

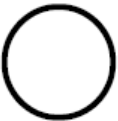

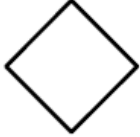
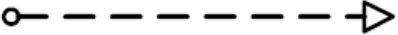
- [Lai10] Kevin Lai, *Markets are dead, long live markets*, Capturado em: http://www.si-gecom.org/exchanges/volume_5/5.4-lai.pdf, Setembro, 2010.
- [LKN+09] Alexander Lenk, Markus Klems, Jens Nimis, Stefan Tai, and Thomas Sandholm, *What's inside the cloud? an architectural map of the cloud landscape*, Proceedings of the 2009 ICSE Workshop on Software Engineering Challenges of Cloud Computing (Washington, DC, USA), IEEE Computer Society, 2009, pp. 23-31.
- [LLL+09] Xinhui Li, Ying Li, Tiancheng Liu, Jie Qiu, and Fengchun Wang, *The Method and Tool of Cost Analysis for Cloud Computing*, Cloud Computing, 2009. CLOUD'09. IEEE International Conference on, IEEE, 2009, pp.93-100.
- [LGC+10] Maik Lindner, Fermin Galan, Clovis Chapman, Stuart Clayman, Daniel Henriksson, and Erik Elmroth, *The cloud supply chain: A framework for information, monitoring, accounting and billing*. 2nd International ICST Conference on Cloud Computing (CloudComp 2010). 2010.
- [MG10] Mario Macias and Jordi Guitart, *Using resource-level information into nonadditive negotiation models for cloud market environments*, Network Operations and Management Symposium (NOMS), 2010 IEEE, IEEE, 2010. p. 325-332.
- [MKC10] McKinsey & Company, *Power unbound: The emerging importance of grid computing*, Junho, Capturado em: http://www.grid.org.il/_Uploads/dbsAttachedFiles/McKinsey_Grid_Computing_Exec_Brief.pdf, agosto, 2010.
- [Oat05] Briony J. Oates, *Researching information systems and computing*, Sage Publications, 2005
- [OMG11] Object Management Group, *Notation (BPMN) Version 2.0. Object Management Group specification*, Capturado em: http://www.oatsolutions.com.br/artigos/SpecBPMN_v2.pdf, Janeiro, 2011.
- [PGW03] Rosario M. Piro, Andrea Guarise, and Albert Werbrouck, *An Economy-based Accounting Infrastructure for the DataGrid*, Grid Computing, 2003. Proceedings. Fourth International Workshop on (Washington, DC, USA), IEEE 2003, pp. 202-204.
- [Rac11] Inc. Rackspace, *Rackspace hosting*, Capturado em: <http://www.rackspace.com/>, Maio, 2011.
- [Rap04] M. A. Rappa, *The utility business model and the future of computing services*, IBM Systems Journal. 43, 2004, no. 1, pp.32–42.
- [Sal11] Salesforce.com Inc., capturado em: <http://www.salesforce.com/>, Dezembro, 2011
- [SBGP99] Burkhard Stiller, Torsten Braun, Manuel Günter, and Bernhard Plattner, *The cati project: Charging and accounting technology for the Internet*, In: Multimedia Applications, Services, and Techniques - ECMAST'99, Springer Berlin



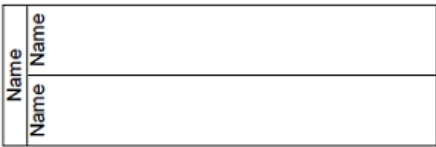
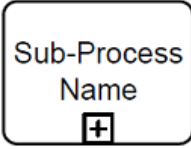
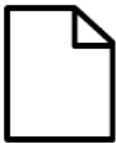
Heidelberg, 1999, pp. 281-296

- [Sim06] Kwang Mong Sim, *A survey of bargaining models for grid resource allocation*, ACM SIGecom Exchanges, vol 5-5, jan-2006, pp. 22–32.
- [SRGF01] Burkhard Stiller, Peter Reichl, Jan Gerke, Placi Flury, “A generic and modular *Internet* charging system for the cumulus pricing scheme”, *Journal of Network and Systems Management*, vol. 3-3, set-2001, pp.293-325.
- [SSWR10] Katarina Stanoevska-Slabeva, Thomas Wozniak, and Santi Ristol, “Grid and cloud computing - a business perspective on technology and applications”, Springer Publishing Company, Incorporated, 1^a ed., 2009.
- [Sut07] Cristophe Suter, *Evaluation of an accounting model for grid infrastructures*, Tese Doutorado, Department of Informatics, University of Zurich, Binzmuehlestrasse 14, Zurich, Switzerland, September 2007.
- [VMCL09] Luis Vaquero, Luis Rodero Merino, Juan Caceres, Maik Lindner, “A break in the clouds: Towards a cloud definition”, *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, vol. 39-1, jan-2009, no. 1, pp.50-55.
- [VMw] VMware, Inc, capturado em: <http://www.vmware.com/>, setembro, 2011.
- [WABS09] Christof Weinhardt, Arun Anandasivam, Benjamin Blau, Jochen Stosser, “Business models in the service world”, *IT Professional*, vol. 11-2, mar-2009, pp.28-33.
- [WB09] Cristof Weinhardt and Benjamin Blau, “Cloud computing - a classification, business models, and research directions”, *Business & Information Systems Engineering*, vol. 1-5, out-2009, pp.391-399.
- [WBPB03] Rich Wolski, John Brevik, James S. Plank, and Todd Bryan, “Grid resource allocation and control using computational economies”, *Grid Computing: Making the Global Infrastructure a Reality*. John Wiley & Sons, 2003, pp.747-772.
- [WLKT10] Lizhe Wang, Gregor Von Laszewki, Marcel Kunze, Jie Tao, “Cloud computing: a perspective study”, *New Generation Computing*, vol 28-2, abr-2010, pp 137-146.
- [Wyl09] David C. Wyld, “The utility of cloud computing as a new pricing - and consumption model for information technology”, *International Journal of Database Management Systems*, vol 1-1, nov-2009, pp 1-20.
- [YBDS08] L. Youseff, M. Butrico, and D. Da Silva, “Toward a Unified Ontology of Cloud Computing”, In: Grid Computing Environments Workshop, 2008. GCE’08, IEEE 2008, pp.1-10.
- [YVCB10] Chee Shin Yeo, Srikumar Venugopal, Xingchen Chu, Rajkumar Buyya, “Autonomic metered pricing for a utility computing service”, *Future Generation Computer Systems*, vol 26-8, out-2010, p. 1368-1380

ANEXO A

TABELA A – ELEMENTOS E NOTAÇÕES DA BPMN [OMG11]

Elemento	Descrição	Notação
Evento	Um evento é algo que “acontece” no decorrer de um processo. Eventos afetam o fluxo do modelo e, geralmente, têm uma causa ou um impacto. Eventos são círculos com centros abertos para permitir indicadores internos. Há três tipos de eventos, com base “no quando” que afetam o fluxo: início, intermediário e fim.	
Tarefa	Uma atividade é um termo genérico para o trabalho que a empresa executa em um processo. Uma atividade pode ser atômica ou não atômica (composta). Os tipos de atividades que fazem parte de um modelo de processo são: subprocesso e tarefas, que são retângulos arredondados.	
Gateway	Um <i>gateway</i> é usado para controlar a divergência e a convergência dos fluxos sequenciais em um processo. Assim, ele irá determinar ramificação, bifurcação, mesclagem e junção de caminhos. Marcadores internos indicarão o tipo de comportamento.	
Fluxo de Mensagem	Um fluxo de mensagem é usado para mostrar o fluxo de mensagens entre dois participantes que estão preparados para	

	enviá-las e recebê-las. Em BPMN, dois <i>pools</i> separados em um Diagrama de Colaboração irá representar os dois participantes.	
Fluxo de Sequência	Um fluxo de sequência é usado para mostrar a ordem que as atividades serão realizadas em um processo	
<i>Pool</i>	É a representação gráfica de um participante em uma colaboração. Ele também atua como uma “raia” para particionar um conjunto de atividades de outros <i>pools</i> , geralmente no contexto de situações de B2B. Um agrupamento pode ter detalhes internos, na forma do processo a ser executada.	
<i>Lane</i>	É uma subpartição dentro de um processo, às vezes dentro de uma “piscina”, e se estenderá a todo o comprimento do Processo, na vertical ou horizontal. <i>Lanes</i> são usadas para organizar e categorizar atividades.	
Subprocesso	Os detalhes de um subprocesso não são visíveis no diagrama. Um sinal de mais na parte inferior do centro da forma indica que a atividade é um subprocesso e possui um nível de detalhes.	
Objeto	Objetos de dados fornecem informações sobre como as atividades necessitam ser realizadas e/ou o que produzem. Objetos de dados podem representar um objeto ou uma coleção de objetos.	

APÊNDICE A - PROTOCOLO DE PESQUISA

Para a realização do estudo de caso os autores recomendam a elaboração de um protocolo de pesquisa para orientar a realização do seu processo: da definição do problema central à elaboração do relatório final. O protocolo apresenta então: a visão geral do estudo de caso único a ser realizado; as etapas do desenvolvimento da pesquisa; a indicação do roteiro de sistematização das informações e redação do relatório final.

1. Visão Geral do Estudo de Caso Único

1.1. Questão de Pesquisa

A questão motivadora para a pesquisa emerge das dificuldades dos provedores em identificar parâmetros para definir modelos de cobrança em nuvem computacional.

1.2. Objetivo Geral

Propor uma metodologia para definição de um modelo de cobrança em ambiente de nuvem computacional a partir do estudo de caso único.

1.2.1. Objetivos Específicos:

- a) Inferir modelos de cobrança nos paradigmas discutidos na literatura;
- b) Averiguar a forma como atualmente os provedores estabelecem seus modelos de cobrança em nuvens computacionais a partir do levantamento das características do provedor;
- c) Investigar parâmetros para determinar modelos de cobrança por essas características e pelos recursos utilizados por requisitos de seus usuários;
- d) Formular artefatos, considerando a prática do provedor, a fim de obter informações sobre clientes, produtos e características do mesmo segundo a metodologia;
- e) Aplicar a metodologia em estudo por meio de artefatos específicos, através dos diferentes participantes responsáveis pela execução dos processos e tarefas no provedor;
- f) Analisar e interpretar as informações, consolidando a aplicabilidade da metodologia para definição dos modelos de cobrança;
- g) Elaborar a síntese da pesquisa na forma de dissertação.

1.3. Seleção do provedor para aplicação da metodologia.

Os critérios para a seleção do provedor para aplicar a metodologia serão:

1.3.1. O provedor deve possuir dificuldades de identificar parâmetros para os modelos de cobrança;

1.3.2. O provedor deve ter interesse ou manifestar o desejo, de aperfeiçoar seus modelos

de cobrança;

1.3.3. O provedor deve possuir características que o enquadrem num ambiente de nuvem computacional.

1.4. Participantes

Os participantes serão os diferentes responsáveis pela execução dos processos e tarefas no provedor, identificados segundo a metodologia.

1.5. Fontes de Informações

1.5.1. Entrevistas com roteiro semiestruturado, previamente agendadas com gestor e funcionários do provedor selecionados e profissionais da área para obtenção de informações gerais e específicas envolvidas na elaboração e aplicação da metodologia

1.5.2. Documentos recolhidos junto ao provedor, tais como *logs* de monitoramento;

1.5.3. Literatura específica;

1.5.4. *Sites* de provedores de nuvens computacionais;

1.5.5. Participação em eventos;

2. Desenvolvimento da pesquisa

2.1. Revisão Bibliográfica

As leituras a serem apropriadas para a pesquisa envolvem temas em torno de: Nuvens computacionais, modelos de serviços em nuvens computacionais; Modelos de cobrança adotados em diferentes paradigmas computacionais e componentes de um modelo de cobrança

2.2. Preparação do campo de pesquisa

2.2.1. Acerto institucional para a realização do estudo de caso para aplicação da metodologia para definição do modelo de cobrança.

2.2.2. Agendamento e realização de entrevistas com os respondentes definidos para apresentação do protocolo da pesquisa.

2.3. Elaboração da metodologia para definição de modelos de cobrança e formulários, referentes a cada processo e tarefas, a partir das categorias inferidas da revisão bibliográfica, de dados empíricos, das entrevistas, da orientação acadêmica e dos documentos coletados.

2.4. Coleta e análise dos documentos do provedor (por exemplo: *logs*, gráficos, relatórios institucionais).

2.5. Encontros entre o pesquisador e responsáveis pelo provedor selecionado para exposição dos objetivos e questões sobre o formulário a ser preenchido com anotação dos

pontos relevantes destacados pelos entrevistados e sugestões.

2.5.1. Pré-testagem dos formulários junto aos respondentes: gestor, responsável pela infraestrutura, responsável pela contabilidade, responsável pelos clientes;

2.5.2. Revisão dos formulários com as observações feitas pelos entrevistados.

2.6. Aplicação da metodologia através dos formulários elaborados.

3. Apresentação final da pesquisa

3.1. Análise e interpretação das respostas e comentários dos entrevistados, associadas à revisão bibliográfica e à metodologia;

3.2. Elaboração do roteiro do relatório final (dissertação)

3.2.1. Apresentação do contexto geral do tema a ser tratada, da questão motivadora da pesquisa, objetivos geral e específicos, contribuição da pesquisa e a organização do relatório;

3.2.2. Fundamentação teórica a partir da revisão bibliográfica;

3.2.3. Formatação metodológica da pesquisa;

3.2.4. Associação do material coletado à metodologia;

3.2.5. Avaliação do processo realizado, resultados obtidos e projeções de futuras pesquisas.

APÊNDICE B – ARTEFATOS DA METODOLOGIA

B.1 ARTEFATO

Modelos de Serviço

Respondente: Gestor

Este formulário, instrumento da Metodologia, deverá ser preenchido pelo gestor do provedor durante o subprocesso: Definir Modelo de Serviço. Tem por objetivo apontar e esclarecer qual modelo de serviço é adotado pelo provedor ou qual pretende adotar; identificar os clientes atendidos pelo provedor ou os que pretende atender. Com estas informações será possível encontrar parâmetros para estabelecer modelos de cobrança.

Assinale uma ou mais opções que responda às questões dos blocos 1 e 2.

1 - Quem são os clientes que o provedor atualmente atende?

- a) () Organizações que fornecem aos seus membros ou funcionários acesso a aplicações (produtividade ou *e-mail*). Aplicações nessa área ajudam equipes de pessoas a trabalharem em conjunto, dentro das organizações ou entre elas. Exemplos incluem sistemas de calendário, *e-mail*, autoria colaborativa de documentos, gestão de conferências, e jogos *online* (**SaaS**).
- b) () Usuários finais que utilizam diretamente as aplicações de *software*, seja em seu próprio nome ou de sua organização. Aplicações nesta área conectam empresas com seus fornecedores, funcionários, investidores e assinantes. Exemplos incluem faturação, transferência de fundos, gestão de inventário e gestão de relacionamento com assinantes (**SaaS**).
- c) () Administradores que configuram um aplicativo para usuários finais. Aplicações nesta área implementam aplicativos em ambientes de escritório, como processadores de texto, programas de planilhas, programas de apresentação, banco de dados e programas (**SaaS**).
- d) () Desenvolvedores de aplicativos que projetam e implementam *softwares*. Aplicações nesta área permitem o desenvolvimento de soluções através de ambiente de desenvolvimento, linguagens de programação, compiladores (**PaaS**).
- e) () Testadores que executam aplicações em vários ambientes e ferramentas de testes. (**PaaS**).
- f) () Implementadores de uma aplicação que publicam ou atualizam aplicações para a nuvem e gerenciam possíveis conflitos decorrentes de múltiplas versões de um aplicativo.

Aplicações nesta área utilizam mecanismos de implantação (**PaaS**).

- g) () Administradores de aplicações que configuram, ajustam e monitoram o desempenho de aplicativos em uma plataforma (**PaaS**).
- h) () Administradores de Sistemas que gerenciam redes (**IaaS**).
- i) () Administradores que gerenciam servidores para hospedagem (**IaaS**).
- j) () Usuários finais ou organizações que necessitam de processamento massivo em *clusters* (**IaaS**).
- k) () Administradores de sistemas que necessitam de bancos de dados (**IaaS**).
- l) () Organizações ou usuários finais que precisam armazenar seus dados (**IaaS**).

2 - O que o cliente recebe?

- a) () O direito de usar aplicações específicas sob demanda (**SaaS**).
- b) () Gerenciamento de dados de aplicativos, como compartilhamento de dados entre os assinantes (**SaaS**).
- c) () O uso de ferramentas e recursos de execução para desenvolver, testar, implantar e administrar aplicativos (**PaaS**).
- d) () Acesso a máquinas virtuais (**IaaS**).
- e) () Acesso a armazenamento (**IaaS**).
- f) () Infraestrutura de rede, tais como *firewalls* e serviços de configuração (**IaaS**).
- g) () Infraestrutura para processamento massivo (**IaaS**).

B.2 ARTEFATO**Produtos Comercializados**

Respondente: Gestor do Provedor

Este formulário, instrumento da Metodologia, deverá ser preenchido pelo gestor do provedor durante o Subprocesso: Definir Produtos com a intenção de obter informações sobre os produtos comercializados pelo provedor, atualmente. Com estas informações será possível encontrar parâmetros para estabelecer modelos de cobrança.

Assinale a opção que responda à questão:

1. Quantos produtos são ofertados pelo provedor?

- a) () Um único produto é ofertado pelo provedor.
 b) () Entre um e cinco produtos são ofertados pelo provedor.
 c) () Entre cinco e dez produtos são ofertados pelo provedor.
 d) () Mais de dez produtos são ofertados pelo provedor.

2. Preencha o quadro abaixo, indicando o número de clientes (organizações/empresas ou pessoa física) e o número de usuários que cada um destes clientes possui.

Cliente	Número de usuários por Cliente

3. Preencha o quadro abaixo, indicando quais são os produtos ofertados atualmente pelo provedor e suas respectivas quantidades.

Produtos	Quantidades Comercializadas

B.3 ARTEFATO

Análise de Serviços e Produtos

Respondente: Gestor do Provedor

Este formulário, instrumento da Metodologia, deverá ser preenchido pelo gestor do provedor durante o subprocesso: Definição dos Produtos. Tem por objetivo levantar informações sobre os produtos ofertados pelo provedor a partir da análise do modelo de serviço. Com estas informações será possível encontrar parâmetros para estabelecer modelos de cobrança.

Preencha os quadros respondendo aos blocos de questões 1 e 2.

1. Entre os atuais produtos do provedor, quais possuem maior impacto nas receitas geradas pelo mesmo? Indique a porcentagem correspondente, caso haja um índice.

Produto	Porcentagem

2. Quais dos atuais produtos do provedor consomem o maior número de recursos?

Indique a porcentagem correspondente, caso haja um índice.

Produto	Porcentagem

Assinale as opções que respondam às questões dos blocos 3, 4 e 5. Caso necessário, escreva a resposta adequada.

3. Quanto a aquisição de produtos pelos clientes:

- a) () Clientes normalmente assinam um único produto do provedor.
- b) () Clientes normalmente assinam mais de um produto do provedor.
- c) () Clientes normalmente assinam todos os produtos do provedor.
- d) () Outro comportamento: _____

4. Quanto a razão pela qual os clientes optam pelos produtos ofertados pelo provedor:

- a) () Somente este provedor oferta o produto.
- b) () O preço dos produtos ofertados representa um custo menor ao cliente.
- c) () A forma como o provedor cobra o cliente é interessante para este.
- d) () Outro fator: _____

5. Existem taxas de manutenção dos produtos comercializados pelo provedor independente do volume de utilização deste produto?

- a) () Sim, a taxa é cobrada independente do número de recursos consumidos.
- b) () Sim, a taxa é cobrada e leva em consideração os recursos consumidos.
- c) () Sim, a taxa é cobrada, mas desconsidera o número de usuários por cliente.
- d) () Sim, a taxa é cobrada levando em consideração o número de usuários por cliente.
- e) () Sim, a taxa é cobrada considerando o número de produtos comercializados para um cliente.
- f) () Sim, a taxa é cobrada mas não considera o número de produtos comercializados por cliente.
- g) () As taxas de manutenção estão incluídas no preço de cada produto.
- h) () Taxas de manutenção não são cobradas.

B.4 ARTEFATO

Classificação de Serviços e Produtos

Respondente: Gestor do Provedor

Este artefato, instrumento da metodologia, uma vez respondido, deve apontar como os produtos do provedor estão classificados. Deverá ser preenchido pelo(s) gestor(es) do provedor durante o subprocesso Definição dos Produtos. É um documento que tem por objetivo levantar informações sobre os produtos atualmente ofertados pelo provedor a partir da análise do modelo de serviço. Os dados levantados a partir deste formulário servirão de parâmetro aos próximos subprocessos.

Assinale a opção que responda à questão:

1. Os produtos atualmente possuem diferentes classificações em relação às quantidades de recursos destinados a cada um? Caso haja diferentes classes, indique quantas há para cada produto.

a) () Existe uma única classe para cada produto.

b) () Existe mais de uma classe para cada produto. Indique o número: _____

c) () Depende do produto. Nem todos os produtos possuem o mesmo número de classes. Indique o número de classes para cada produto.

I. Produto A: _____ Classes: _____

II. Produto B: _____ Classes: _____

III. Produto C: _____ Classes: _____

2. Indique a classificação de cada um dos produtos vendidos atualmente, por modelo de serviço. Caso algum produto tenha classes, por favor, identifique estas classes utilizando o nome do produto e uma letra. Por exemplo: VM_A, VM_B, VM_C.

Modelo de Serviço	Produto	Atividades	Composição dos Recursos

3. Caso haja intenção de implantar um novo produto ou serviço, indique as atividades que compõem este produto e a quantidade alocada de recursos.

Produto	Atividades	Composição dos Recursos

B.5 ARTEFATO

Capacidade Instalada

Respondente: Responsável pela Infraestrutura

Este formulário, instrumento da Metodologia, deverá ser preenchido pelo Responsável da infraestrutura do provedor durante o processo: Análise da Capacidade Instalada. Tem por objetivo realizar o levantamento da infraestrutura instalada e obter informações sobre o tamanho do parque de máquinas com suas especificações, bem como outros dados importantes dos quais o responsável pela infraestrutura tenha conhecimento, tais como o número de *templates* de máquinas virtuais e suas configurações, banda contratada e mecanismos de monitoramento. Com estas informações será possível encontrar parâmetros para estabelecer custos e valores para cada uma das atividades que compõem um produto em vista dos modelos de cobrança.

1. No quadro abaixo, indique os equipamentos de *storage* instalados no provedor.

Equipamento	Marca	Modelo	Quantidade	Especificações	Ano de Com-

2. No quadro abaixo, indique os equipamentos de infraestrutura de rede instalados no provedor.

Equipamento	Marca	Modelo	Quantidade	Especificações	Ano de

3. No quadro abaixo, indique os servidores instalados no provedor.

Equipamento	Marca	Modelo	Quantidade	Especificações	Ano de

Responda à questão proposta.

4. O provedor adota uma tecnologia de virtualização que permite a consolidação de cargas de trabalho dos aplicativos em um número menor de servidores, que podem ser melhor utilizados, com cargas de trabalho diversas, podendo aceitar diferentes volumes de utilização dos recursos? Caso adote tal tecnologia, na Tabela abaixo

indique o número de servidores que estão virtualizados e o número de máquinas virtuais do provedor.

Número de Servidores Virtualizados	Marca/Modelo do Servidor	Número de VM's instaladas

Respostas às questões 5, 6 e 7 a seguir.

5. Qual a capacidade de armazenamento instalada? _____

6. Qual a quantidade de banda contratada pelo provedor: _____

7. Há diferenças entre VM Linux e as VM Windows, instaladas no provedor?

a) () Sim.

b) () Não.

Caso a resposta da questão 7 seja afirmativa, responda às questões 8 e 9.

8. Quantos *templates* diferentes o provedor oferece a seus clientes na configuração das máquinas virtuais Linux?

a) () Um único *template*.

b) () De um a três *templates* diferentes.

c) () Os *templates* são adequados conforme a necessidade dos clientes.

9. Quantos *templates* diferentes o provedor oferece a seus clientes na configuração das máquinas virtuais Windows?

a) () Um único *template*.

b) () De um a três *templates* diferentes.

c) () Os *templates* são adequados conforme a necessidade dos clientes.

Responda às questões 10 e 11

10. Qual a capacidade de rede instalada no provedor? _____

11. Atualmente existem mecanismos instalados para efetuar o monitoramento de uso de banda de cada produto ou usuário?

- a) () Sim.
- b) () Não.

12. Assinale todas as alternativas de serviços que acompanham os produtos oferecidos pelo provedor.

- a) () Auto balanceamento.
- b) () *Backup* do Sistema.
- c) () *Backup* de Dados.
- d) () Monitoramento.
- e) () Envio de alertas e avisos.
- f) () Gráficos e estatísticas sobre o serviço.

Responda à questão:

13. Alguns dos atuais produtos ofertados atualmente utilizam-se de algum software com licenças compartilhadas?

- a) () Sim
- b) () Não

Caso a resposta da questão anterior seja afirmativa, **indique abaixo o número de usuários por licença.**

- I. *Software* A: Número de Clientes: _____
- II. *Software* B: Número de Clientes: _____
- III. *Software* C: Número de Clientes: _____

B.6 ARTEFATO**Custos Operacionais do Provedor**

Respondente: Responsável pela Contabilidade

O preenchimento deste formulário, instrumento da Metodologia, deve indicar os custos operacionais do provedor, cujas despesas deverão ser descritas conforme solicita o documento. O formulário em questão deverá ser preenchido pelo responsável da Contabilidade do provedor durante o Processo: Análise de Custos. Com base nestas informações, juntamente com relatórios provenientes dos processos anteriores pela aplicação dos demais artefatos, será definido o custo de cada produto.

1. Na Tabela 1, indique os custos referentes à tecnologia da informação. Caso você não tenha nenhum custo referente a algum deste tópico, desconsidere.

Tipo de Custo	Valor Despendido	Porcentual do Total

2. Na Tabela 2, indique os custos mensais com gerenciamento da infraestrutura.

Tipo de Custo	Valor Despendido	Porcentual do Total

B.7 ARTEFATO

Parâmetros dos Modelos de Cobrança

Respondente: Gestor

Este artefato, instrumento da Metodologia, deverá ser preenchido pelo gestor do provedor durante o subprocesso: Definir Estratégia de Venda. Tem por objetivo apontar e esclarecer qual modelo de cobrança o provedor adota e quais parâmetros devem ser considerados para aperfeiçoar os modelos de cobrança do provedor.

Assinale as alternativas que respondam às questões 1, 2, 3 e 4.

1. Quais políticas de atribuição de preços são atualmente adotadas pelo provedor?

- a) () Taxa Fixa. Essa política faz com que os usuários paguem para acessar os recursos, independente da quantidade utilizada.
- b) () Assinatura. Neste modelo de preços, o cliente, através da assinatura de um contrato, usa uma combinação acordada de unidades de serviço por um preço fixo e um período mais longo, geralmente mensal ou anual.
- c) () Periodicidade. Modelos baseados em volume e tempo dependem tanto de parâmetros estáticos, por exemplo, negociação ou SLA, quanto dinâmicos, ou seja, de medições realizadas. Nesta política, horários de pico de consumo são considerados.
- d) () Duração. Esta política é baseada na duração do período em que o usuário irá fazer uso dos recursos ou serviços de um provedor. O provedor poderá cobrar o usuário tendo como parâmetro o período de uso, atribuindo preço diferente conforme a duração deste período. Normalmente estas políticas de atribuição de preços tendem a cobrar um valor maior para períodos menores e diminuem seu valor proporcionalmente à medida que esse período de tempo aumenta.
- e) () Reserva. Essa política cobra dos usuários uma taxa pela reserva e atribui um preço menor ao recurso em comparação a outros modelos. Após o pagamento dessa taxa, os recursos são reservados para o usuário, que não terá nenhuma obrigação adicional, ou seja, quando o usuário não estiver utilizando os recursos, estes não lhe serão cobrados.
- f) () Leilão. Nesta política o usuário deve submeter uma requisição ao provedor especificando o número de instâncias que deseja executar e o preço máximo que está disposto a pagar por hora de instância.

2. Caso seja fornecido algum tipo de desconto aos assinantes, qual situação deve

ser considerada para este desconto?

- a) () Tempo de acesso
- b) () Número de acessos
- c) () Histórico
- d) () Descontos não são considerados.
- e) () Outro: _____

3. Quais são os modelos de *billing* atualmente adotados pelo provedor? (Modelos de *billing* são os esquemas que definem como os usuários irão pagar os recursos e receber a fatura. Estes atributos interferem sobre os modelos de cobrança determinando a periodicidade em que os dados dos clientes serão medidos).

- a) () Pré-Pago. Neste modelo, os créditos são comprados pelo cliente/assinante com antecedência e posteriormente utilizados, de acordo com o consumo de recursos dos serviços/produtos contratados. Tal consumo de recursos é afetado diretamente pela quantidade de créditos até que estes se esgotem. É adequado para os serviços que têm um custo fixo.
- b) () Pós-Pago. Neste modelo, o provedor emite faturas, em intervalos regulares, pelo consumo acumulado de recursos ou serviços durante o período anterior, por exemplo, o mês anterior.
- c) () Modelos híbridos. Este modelo funciona como uma combinação entre os acima citados e afeta a maneira como o sistema é utilizado. Por exemplo: um híbrido entre pré e pós-pago, no qual o consumo será cobrado como pós-pago quando todos os créditos pré-pagos se esgotaram, tornará favorável ao cliente o uso do modelo pré-pago, pois não terá os serviços cortados quando os créditos estiverem acabando.

4. Quem toma a decisão quanto à adoção de um ou de outro modelo de *billing* e sua associação aos produtos ofertados?

- a) () Cliente/assinante
- b) () Provedor

5. Qual modelo de *billing* possui maior índice de adoção entre os clientes, numa escala de 1 a 3 (considerando 1, o mais utilizado e 3, o menos utilizado).

- a) () Pós-Pago
- b) () Pré-Pago

c) () Híbrido

6. Assinale os parâmetros considerados para calcular as taxas de utilização de todos os produtos do provedor.

a) () Número de usuários

b) () Tempo de uso

c) () Quantidade de dados armazenados

d) () Recursos de rede consumida

e) () Solicitações atendidas

f) () Hora CPU

g) () Dados em Gb armazenados por hora

h) () Largura de banda consumida

i) () Infraestrutura de rede utilizada (Exemplo: número de endereços IP)

7. Cite outros fatores a serem considerados para determinar os modelos de cobrança.

I. Fator 1: _____

II. Fator 2: _____

III. Fator 3: _____

B.8 ARTEFATO**Requisitos dos Modelos de Cobrança**

Respondente: Gestor do Provedor

Este artefato, instrumento da Metodologia, tem por objetivo elencar os principais problemas levantados pelo provedor a fim de construir cenários para projetar soluções e verificar qual modelo de cobrança melhor se adapte a essas condições. Pretende ainda elucidar questões que possam ajudar a determinar o número de modelos de cobrança a serem estabelecidos. Além disso, propõe verificar características do provedor, dos clientes e dos produtos para determinar os modelos de cobrança. O gestor do provedor, seu respondente, deve descrever quais os tipos de problemas enfrentados.

Assinale as opções que respondam às questões.

1. Como o provedor realiza a cobrança de seus clientes, atualmente?

- a) Assinatura. O provedor e o cliente acordam uma quantidade de recursos por um período determinado.
- b) Utilização. O provedor cobra seus clientes pela quantidade de recursos consumidos, levando em consideração diferentes parâmetros.
- c) Leilão. O cliente envia ao provedor a quantidade de recursos que deseja alocar e o preço por esta quantidade. A melhor proposta ganha os recursos.
- d) Outra alternativa: _____

2. Quantos modelos de cobrança são adotados atualmente pelo provedor?

- a) Um único modelo para todos os produtos
- b) Um modelo de cobrança para cada produto
- c) Um modelo de cobrança com uma escala de requisitos
- d) Mais de um modelo de cobrança com níveis de requisitos

3. Há dificuldades quanto à definição de parâmetros a serem utilizados nos modelos de cobrança dos serviços do provedor? Exemplos de parâmetros: número de usuários, quantidade de processadores, número de máquinas virtuais.

- a) Sim
- b) Não

4. Atualmente, todos os clientes são cobrados da mesma maneira?

- a) () Sim
- b) () Não

5. Descreva os problemas identificados atualmente, em seu provedor, relacionados à cobrança:

6. A forma como os serviços são cobrados, atualmente, agrada aos clientes?

- a) () Sim, os clientes estão satisfeitos.
- b) () Não, os clientes podem estar insatisfeitos.
- c) () Não sei informar.

7. Pelas características dos produtos ofertados pelo provedor, estes deveriam ser cobrados de formas diferentes?

- a) () Sim
- b) () Não
- c) () Não sei informar

8. Que consequências pode trazer ao provedor, a cobrança dos assinantes através da adoção de diferentes métricas ou formatos de cobrança?

- a) () Aumento nas receitas do provedor
- b) () Satisfação dos assinantes
- c) () Insatisfação dos assinantes
- d) () Controle dos recursos disponíveis no provedor
- e) () Outra consequência: _____

9. Quais das atividades relacionadas abaixo, são consideradas para definir os atuais modelos de cobrança?

- a) () Quantidade de disco alocado
- b) () Quantidade de disco consumido

- c) () Quantidade de disco alocado e consumido
- d) () Número de processadores/núcleos
- e) () Número de horas reservadas para processamento
- f) () Número de processadores alocados e horas de processamento consumidos
- g) () Número de horas de processamento consumidas
- h) () Quantidade de banda consumida
- i) () Quantidade de banda contratada
- j) () Quantidade de memória instalada
- k) () Quantidade de memória consumida
- l) () Número de usuários que acessam o produto

Assinale a alternativa que responda à questão.

10. Quanto ao consumo de recursos, que perfil apresentam os clientes?

- a) () Consomem muitos recursos durante um período longo.
- b) () Consomem poucos recursos durante um período longo.
- c) () Consomem muitos recursos durante uma época específica.
- d) () Consomem poucos recursos durante uma época específica.
- e) () Consomem recursos eventualmente, mas sem um período definido.