

Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Coordenação de Pós-Graduação em Informática

Avaliação do Risco Associado a Mudanças de TI com Aplicação para a Atividade de Priorização

Rodrigo Almeida dos Santos

Campina Grande - PB
Agosto de 2007

Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Coordenação de Pós-Graduação em Informática

Avaliação do Risco Associado a Mudanças de TI com Aplicação para a Atividade de Priorização

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação do Centro de Engenharia Elétrica e Informática da Universidade Federal de Campina Grande, Campus I como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (MSc).

Área de Concentração: Ciência da Computação

Linha de Pesquisa: Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos

Rodrigo Almeida dos Santos
Orientador: Jacques Philippe Sauvé, Phd

Campina Grande - PB
Agosto de 2007

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

S237

2007 Santos, Rodrigo Almeida dos.

Avaliação do risco associado a mudanças de TI com aplicação para atividade de priorização / Rodrigo Almeida dos Santos . — Campina Grande, 2007.

112f. : il.

Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Engenharia Elétrica e Informática.

Referências.

Orientador: Prof. Jacques Philippe Sauvé, Phd.

1. Gerenciamento de Mudança. 2. Avaliação de Riscos. 3. Mudanças de TI, ITIL. 4. Priorização de Mudanças. I. Título.

CDU-

004.413.4(043)

*It is not the strongest of the species
that survive, nor the most intelligent,
but the one most responsive to change.
(Charles Darwin)*

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus. Agradeço ao meu pai, minha mãe (*in memoriam*) e à tia Dá pela liberdade e apoio em todos os momentos de minha vida e à Viviane e sua família pelo companheirismo e compreensão. Agradeço especialmente aos membros do projeto *bottom line*, professor Jacques (meu orientador), professor Antão, Rodrigo Rebouças e Guga por toda orientação e ajuda durante o período de meu mestrado. Agradeço à ajuda de pessoas que conheci durante o mestrado e que me auxiliaram na compreensão deste tema: Athena Christodoulou, Carlos Paraizo, Charles Boutcher, Claudio Bartolini e José Augusto Cerqueira. Agradeço à tia Magda, Rosa, Ana, Angela e Claudia pela boa recepção que tive durante o período que passei no Rio de Janeiro. Agradeço ao companheirismo de vários colegas do DSC que conheci e me acompanharam nesse período. Agradeço aos meus amigos do projeto Kanindé, que durante o período que passei em Campina Grande sempre mantiveram contato e me apoiaram em minhas decisões. Agradeço aos amigos do apartamento 103B (Alexandre e Marcelo), pela motivação dada durante o período que convivemos. Por fim, agradeço a todas as pessoas que influenciaram meu trabalho, que me auxiliaram durante o mestrado e que me passaram lições valiosas sobre a real importância desse processo, que tem por principal objetivo o amadurecimento pessoal e profissional.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	V
RESUMO.....	XI
ABSTRACT.....	XII
CAPÍTULO 1.....	13
INTRODUÇÃO	13
1.1 RELEVÂNCIA.....	13
1.2 OBJETIVOS DA DISSERTAÇÃO.....	16
1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	16
CAPÍTULO 2.....	18
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
2.1 GESTÃO DE SERVIÇOS DE TI.....	18
2.2 ITIL.....	19
2.3 GERENCIAMENTO DE MUDANÇAS NA ITIL.....	23
2.3.1 <i>Gerenciamento de mudanças e impacto nos negócios.....</i>	<i>24</i>
2.3.2 <i>Atividades do Gerenciamento de Mudanças</i>	<i>26</i>
2.4 BDIM	27
2.4.1 <i>Conceitos BDIM.....</i>	<i>28</i>
2.4.2 <i>BDIM e o gerenciamento de mudanças na ITIL</i>	<i>30</i>
2.5 O RISCO.....	31
2.5.1 <i>Risco como um evento indesejado.....</i>	<i>31</i>
2.5.2 <i>Risco como uma função probabilística</i>	<i>31</i>
2.5.3 <i>Risco como Variância.....</i>	<i>32</i>
2.5.4 <i>Riscos exógenos e endógenos.....</i>	<i>32</i>
2.5.5 <i>Avaliação quantitativa do Risco</i>	<i>32</i>
2.5.6 <i>Utilização de fatores históricos para calcular o risco</i>	<i>33</i>
CAPÍTULO 3.....	34
O RISCO EM MUDANÇAS DE TI.....	34
3.1 ENTIDADES ENVOLVIDAS E DEFINIÇÃO DO RISCO EM MUDANÇAS DE TI	34
3.2 FORMALIZAÇÃO DO RISCO EM MUDANÇAS DE TI.....	36
3.3 CALCULANDO A DURAÇÃO DA MUDANÇA.....	38
3.3.1 <i>A função de manutenção da Mudança.....</i>	<i>39</i>
3.4 ATRIBUTOS NECESSÁRIOS PARA O CÁLCULO DA MUDANÇA	40
3.4.1 <i>Penalidades para atrasos na indisponibilidade de Serviços.....</i>	<i>40</i>
3.4.2 <i>Penalidades para atrasos na implementação de Mudanças.....</i>	<i>41</i>
3.4.3 <i>Penalidades para indisponibilidade do conjunto de Serviços</i>	<i>42</i>
3.5 DEFININDO A PERDA FINANCEIRA EM FUNÇÃO DAS TAXAS ENVOLVIDAS E DA DURAÇÃO DA MUDANÇA	43
3.6 CENÁRIOS ENVOLVIDOS NA REALIZAÇÃO DE MUDANÇAS DE TI.....	44
3.6.1 <i>Cenário 1: Início da Implementação da Mudança no período anterior ao prazo.....</i>	<i>44</i>
3.6.2 <i>Cenário 2: Início da Implementação da Mudança a partir do prazo</i>	<i>45</i>
3.7 EQUAÇÃO PARA CÁLCULO DO RISCO EM MUDANÇAS DE TI.....	45
CAPÍTULO 4.....	47
PRIORIZAÇÃO DE MUDANÇAS DE TI USANDO O VALOR DO RISCO	47
4.1 INTRODUÇÃO	47
4.2 DESCRIÇÃO DA PRIORIZAÇÃO	48
4.3 FORMALIZANDO A ATIVIDADE DE PRIORIZAÇÃO	51
4.4 ALGORITMO DE PRIORIZAÇÃO.....	52
CAPÍTULO 5.....	54

ESTUDO DE CASO E VALIDAÇÃO	54
5.1 CENÁRIO	54
5.2 DESCRIÇÃO DAS MUDANÇAS E DOS SERVIÇOS DE TI AFETADOS	57
5.3 PRIORIDADE DAS MUDANÇAS	60
5.3.1 <i>Cenário 1: Resultado da priorização com base no valor do risco</i>	<i>60</i>
5.3.2 <i>Cenário 2: Decisão utilizando duração de mudanças com diferentes média e desvio padrão</i>	<i>62</i>
5.4 VALIDAÇÃO DA PRIORIZAÇÃO USANDO O VALOR DO RISCO COM GERENTES DE TI	64
5.4.1 <i>Considerações sobre os parâmetros do Risco.....</i>	<i>65</i>
5.5 PLANO DE VALIDAÇÃO.....	66
5.5.1 <i>Objetivo</i>	<i>66</i>
5.5.2 <i>Concepção</i>	<i>66</i>
5.5.3 <i>Execução.....</i>	<i>66</i>
5.5.4 <i>Conclusão.....</i>	<i>67</i>
5.6 CONCLUSÕES SOBRE OS CENÁRIOS APRESENTADOS.....	67
CAPÍTULO 6.....	70
TRABALHOS RELACIONADOS	70
6.1 SEÇÃO DO GERENCIAMENTO DE MUDANÇAS	70
6.1.1 <i>CHAMPS: Gerenciamento de Mudanças com Planejamento e Agendamento</i>	<i>70</i>
6.1.2 <i>Automatizando o processo de gerenciamento de mudanças usando contratos eletrônicos</i>	<i>71</i>
6.1.3 <i>Primeiros passos no suporte a decisões no gerenciamento de mudanças da ITIL.....</i>	<i>73</i>
6.1.4 <i>Uma ferramenta de suporte a decisões para otimizar o agendamento de mudanças de TI</i>	<i>75</i>
6.2 TRABALHOS RELACIONADOS À AVALIAÇÃO DE RISCO	76
6.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS TRABALHOS RELACIONADOS	78
CAPÍTULO 7.....	80
CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS	80
7.1 CONCLUSÃO.....	80
7.2 TRABALHOS FUTUROS	81
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
APÊNDICE A - GERENCIAMENTO DE MUDANÇAS NA ITIL	86
<i>História.....</i>	<i>86</i>
GERENCIAMENTO DE MUDANÇAS NA ITIL	86
<i>Termos básicos e escopo do Gerenciamento de Mudanças:.....</i>	<i>87</i>
APÊNDICE B - RISCOS NA GESTÃO DE MUDANÇAS DE TI: RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO	98
APÊNDICE C.....	101

Lista de Figuras

<i>Figura 2.1 - O Framework ITIL [ITIL03]</i>	21
<i>Figura 2.2 - Modelo BDIM [MSB07]</i>	29
<i>Figura 2.3 - Modelo BDIM para suporte a decisões no gerenciamento de mudanças [Sau06a]</i>	30
<i>Figura 3.1- Relacionamento entre entidades envolvidas no cálculo do risco</i>	35
<i>Figura 3.2 - Visão geral da implementação da mudança</i>	37
<i>Figura 3.3 – Início de implementação anterior ao prazo da mudança</i>	44
<i>Figura 3.4 - Início de implementação a partir do prazo da mudança</i>	45
<i>Figura 4.1 - Exemplo de priorização realizada por gerente de mudanças</i>	50
<i>Figura 4.2 - Algoritmo de Priorização de Mudanças de TI usando o valor do Risco</i>	53
<i>Figura 5.1 - Infra-estrutura do cenário</i>	54
<i>Figura 5.2 - Gráfico representando o risco das mudanças no intervalo [0,28]</i>	61
<i>Figura 5.3 - Risco das mudanças $c4'$ e $c4''$ no intervalo [7,21]</i>	63

Lista de Tabelas

<i>Tabela 1 - Benefícios de se utilizar ITIL sob a perspectiva do cliente e da empresa fornecedora</i>	20
<i>Tabela 2 - Objetivos de se calcular o valor do Risco</i>	47
<i>Tabela 3 – Serviços em TI: Prazos (em dias) e Taxas (\$/h)</i>	59
<i>Tabela 4 - Mudanças com suas taxas de perda</i>	59
<i>Tabela 5 – Média e desvio padrão das mudanças (em horas)</i>	59
<i>Tabela 6 - Valores para os instantes das Janelas de Priorização de mudanças</i>	60
<i>Tabela 7 - Tabela dos valores aproximados de risco (em dólares)</i>	60
<i>Tabela 8 - Valores da priorização para a janela de priorização inicial (tI = 0)</i>	61
<i>Tabela 9 - Valores da priorização para a janela de priorização tI = 7 dias</i>	62
<i>Tabela 10 - Valores da priorização para a janela de priorização tI = 14 dias</i>	62
<i>Tabela 11- Valores da Janela de Priorização(em dias) para o cenário 2</i>	63
<i>Tabela 12 – Média e desvio padrão das mudanças (em horas)</i>	64
<i>Tabela 13 - Valor do Risco para as mudanças c4' e c4''</i>	64
<i>Tabela 14 - Valores da priorização para a janela de priorização inicial (tI = 7)</i>	64
<i>Tabela 15 - Prioridades atribuídas por um gerente de mudanças às mudanças apresentadas no cenário 1</i>	64
<i>Tabela 16 - Valores da priorização para a janela de priorização inicial (tI = 0) do cenário 1 quando $\eta = \\$150.000$</i>	65
<i>Tabela 17 - Importância para as atividades do gerenciamento de mudanças de se conhecer o valor do Risco</i>	100

Lista de Acrônimos

- **BDIM** – *Business-driven Information Technology Management* (Gestão Orientada a Negócios da Infra-estrutura de Tecnologia da Informação)
- **BP** – *Business Process* (Processo de Negócio)
- **CAB** – *Change Advisory Board* (Comitê de Aconselhamento de Mudanças)
- **CHAMPS** – *Change Management with Planning and Scheduling* (Gerenciamento de Mudanças com Planejamento e Agendamento)
- **CI** – *Configuration Item* (Item de Configuração)
- **CMDB** – *Configuration Management Database* (Base de Dados do Gerenciamento de Configurações)
- **DSOM** – *Distributed Systems: Operation and Management* (Sistemas Distribuídos: Gestão e Operação)
- **EC** – *Emergency Committee* (Comitê Emergencial)
- **ITIL** – *Information Technology Infrastructure Library* (Biblioteca da Infra-estrutura de Tecnologia da Informação)
- **ITIM** – *Information Technology Infrastructure Management* (Gestão da Infra-estrutura de Tecnologia da Informação)
- **ITSM** – *Information Technology Service Management* (Gestão dos Serviços de Tecnologia da Informação)
- **RFC** – *Request for Change* (Requisição de Mudança)
- **SLA** – *Service Level Agreement* (Acordo em Nível de Serviço)
- **SLO** – *Service Level Objective* (Objetivo do Nível de Serviço)
- **TI** – Tecnologia da Informação

Resumo

Para suportar decisões estratégicas e alcançar objetivos de negócios, é comum que empresas de Tecnologia da Informação (TI) realizem mudanças em suas infra-estruturas. Tais mudanças fazem parte do dia-a-dia de empresas competitivas, e a gestão de mudanças de forma eficiente pode ser o diferencial entre a continuidade e a falência de seus negócios. Nesse contexto, *Information Technology Infrastructure Library – ITIL [ITIL03]* surge como uma biblioteca contendo boas práticas para a gestão da TI. Segundo ITIL, o profissional diretamente relacionado à realização de mudanças de TI é o gerente de mudanças. Embora ITIL apresente um conjunto de boas práticas para o gerenciamento de mudanças de TI, as boas práticas contidas na ITIL não garantem o melhor alinhamento entre a infra-estrutura de TI e interesses de negócios. Para alcançar esse objetivo, é interessante que gerentes de mudanças tenham o conhecimento de como suas atividades afetam interesses de negócios da empresa. Essa dissertação vem propor uma métrica apresentada como **risco** em mudanças de TI, que tem por objetivo auxiliar gerentes de mudanças a tomar decisões eficientes e de menor custo durante a realização das atividades do gerenciamento de mudanças. Nessa dissertação apresentamos um método formal, quantitativo e orientado a negócios para quantificar o risco e atribuir prioridades para um conjunto de mudanças na gestão dos serviços de TI.

Palavras-chave: Gerenciamento de Mudanças, Avaliação de Riscos, Mudanças de TI, ITIL, Priorização de Mudanças

Abstract

In order to support strategical decisions and achieve business objectives, it is commonplace for Information Technology (IT) companies to make changes in their IT infrastructure. Such changes are part of daily operations in competitive companies, and an efficient management of IT changes can make a difference between successful companies and unsuccessful ones. In that context, Information Technology Infrastructure Library – ITIL [ITIL03] emerges as a library containing good practices for the IT management . According to ITIL, the professional that is directly related to making IT changes is the change manager. Although ITIL presents a set of good practices for change management in IT, the good practices contained in ITIL do not ensure the best alignment between the IT infrastructure and the business interests. To achieve this objective, it is useful for change managers to gain knowledge on the way their activities affect the business interests of the company. This dissertation proposes a metric presented as the risk in IT changes, which intends to help change managers make efficient and low-cost decisions during change management activities. In this dissertation we present a formal, quantitative and business-oriented method to quantify risk and assign priorities to a set of changes in IT Service Management.

Keywords: Change Management, Risk Assessment, IT Changes, ITIL, Change Prioritization

Capítulo 1

Introdução

Este capítulo motiva a dissertação. Inicialmente é apresentada a relevância do trabalho. Depois são apresentados os objetivos a serem atingidos. Finalizamos o capítulo apresentando a estrutura da dissertação.

1.1 Relevância

No atual cenário econômico empresas investem em Tecnologia da Informação (TI) para reduzir o custo de operações, garantir o retorno de investimentos, aumentar o nível de satisfação de clientes entre outros objetivos [BST06]. A TI enquadra-se como solução para muitos problemas de negócios podendo alcançar *status* de diferencial competitivo, tornando-se de vital importância para que empresas alcancem sucesso econômico e se mantenham vivas no mercado. Conforme comentado em [Tau07], a TI deve ser compreendida como uma poderosa ferramenta habilitadora para mudanças na organização. Se a empresa souber tirar proveito do potencial da tecnologia, ela pode mudar fundamentalmente toda a estrutura de seus negócios.

A necessidade de mudanças de TI é constante em empresas competitivas, e tem origem a partir de muitos desafios: aumento da concorrência, maior exigência por parte de clientes e pressão por redução de preços são alguns deles. Durante a realização de mudanças de TI o profissional diretamente responsável é o gerente de mudanças. A título de ilustração, apresentamos a seguir um conjunto de possíveis situações motivadoras de mudanças de TI em empresas:

- Determinada empresa presta serviço de armazenamento de dados. Após vencer uma licitação, faz-se necessário o investimento em infra-estrutura de tecnologia para que a empresa possa prover uma maior capacidade de armazenamento. Nesse contexto uma mudança foi requisitada para instalação de novos servidores, tendo como consequência o aumento da capacidade de armazenamento da empresa;
- Após a ocorrência de um pico de energia na rede elétrica (incidente), um servidor de banco de dados saiu do ar. Uma mudança foi

requisitada para atualizar o *hardware* do servidor de banco de dados, no intuito de deixá-lo novamente operacional.

- Determinada empresa utiliza o mesmo sistema operacional em todos seus servidores. Uma atualização crítica de segurança foi disponibilizada pela empresa que implementou esse sistema operacional. Como consequência, o gerente de mudanças da empresa requisitou uma mudança para atualizar o sistema operacional em todos os servidores da empresa.
- Uma empresa assinou novos contratos de negócios. No intuito de atender novos clientes, faz-se necessária a atualização das regras contidas em um *firewall*. Para atualização das regras do *firewall*, uma nova requisição de mudança foi disponibilizada;
- Determinado dispositivo de rede não está atendendo a requisições de clientes com a qualidade que foi acordada em contrato. Dessa forma, uma requisição de mudança sugerindo a substituição do dispositivo foi solicitada por um dos membros da empresa.

Além dos desafios em negócios existem outros motivos para realização de mudanças de TI: corrigir falhas operacionais ou implantar mecanismos de segurança são exemplos. Entretanto, é comum que a realização de mudanças se torne uma atividade bastante complexa, devido a uma série de fatores inerentes a elas [ITIL03]:

- A natureza dos recursos envolvidos (muitas vezes oriundos de diversos fornecedores);
- Durante a realização da mudança, recursos de TI que suportam diversas áreas da empresa são afetados. Dessa forma, a mudança pode impactar diferentes setores da empresa, como operacionais e de negócios;
- O escopo da mudança, que engloba qualquer atividade, serviço ou parte da infra-estrutura de TI.

O efeito da complexidade da realização de mudanças na infra-estrutura de TI aliado à dinâmica de negócios das empresas pode ocasionar perdas em negócios. Para ilustrar o que foi comentado, basta visualizarmos a indisponibilidade de um serviço de TI - serviços providos pela infra-estrutura de

TI e que suportam processos de negócios da empresa - como consequência do atraso na realização de uma mudança. A não realização de mudanças pode surtir efeitos graves: a perda de oportunidades de negócio e a não obediência a cláusulas contratuais são alguns deles.

Cada mudança possui um prazo em que deve ser implementada, ou seja, o fator motivador para a realização de uma mudança é a compreensão de que a partir de determinado momento a não realização dessa mudança implica em impacto negativo sob alguma perspectiva. Por exemplo, caso em consequência de um incidente um recurso de TI que atenda a vários clientes fique não operacional, o período até que uma mudança resolva o problema pode implicar em uma perda financeira para a empresa.

Decisões que refletem a urgência da realização de mudanças fazem parte do dia-a-dia do gerente de mudanças e, diante do que foi discutido, concluímos que tais decisões podem afetar negativamente objetivos de negócios das empresas: o atraso na implementação de uma mudança pode implicar em estouro de prazos, insatisfação de clientes, perdas financeiras dentre outras consequências. Assim, é interessante que gerentes de mudanças tenham conhecimento de como suas atividades afetam negócios, para que tomem decisões eficientes e de menor custo – isto é, decisões de mudanças que atendam clientes de forma satisfatória e com menor impacto nos negócios.

Identificamos que uma das atividades realizadas por gerentes de mudanças é a priorização de mudanças [ITIL03]. Gerentes precisam informar a urgência de cada mudança, para que possa ser avaliada (e implementada) conforme seja necessária. No entanto, por ser uma atividade realizada nas primeiras etapas da mudança, é comum que o gerente de mudanças priorize utilizando pouca informação sobre a mudança. Além disso, a atividade de priorização é realizada em muitas empresas de forma não automatizada, e a priorização de um grande volume de mudanças pelo gerente de mudanças muitas vezes implica em decisões mal tomadas, provocando perdas financeiras para a empresa. Há casos conhecidos de provedores de serviços que precisam lidar com a priorização de centenas de mudanças por semana para um cliente. Dessa forma, uma métrica para avaliar o impacto nos negócios da realização de mudanças seria útil para suportar a atividade de priorização de mudanças,

onde a maior urgência pode ser associada a mudanças com maior impacto nos negócios conforme indicado por essa métrica.

1.2 Objetivos da dissertação

Essa dissertação tem por objetivo avaliar riscos em mudanças de TI, indicando como o conhecimento do risco auxilia gerentes de mudanças a tomar decisões alinhadas com objetivos de negócios da empresa. Para isso, propomos uma métrica para refletir o impacto financeiro esperado da realização de uma mudança. Essa métrica (que apresentamos como o **risco** em mudanças de TI) poderá ser utilizada por gerentes de mudanças durante as atividades do gerenciamento de mudanças no intuito de prover um maior alinhamento entre decisões relacionadas a mudanças de TI e objetivos de negócios da empresa. Em particular avaliamos como o gerente de mudanças pode utilizar essa métrica para realizar a priorização de mudanças de TI. Nessa dissertação utilizamos a terminologia e os conceitos especificados no gerenciamento de mudanças da biblioteca ITIL [ITIL03].

Os objetivos dessa dissertação podem ser apresentados a partir dos seguintes tópicos:

- Definir o risco em mudanças de TI;
- Identificar como o risco auxilia o alinhamento entre a realização de mudanças e objetivos de negócios da empresa;
- Construir um modelo para calcular o valor do risco;
- Indicar como a priorização de mudanças de TI pode ser realizada utilizando a métrica do risco.

1.3 Estrutura da dissertação

A dissertação está dividida em sete capítulos, sendo o primeiro deles esta introdução. O capítulo 2 aborda os fundamentos teóricos necessários para a compreensão de nosso trabalho. O capítulo 3 trata do modelo formal para calcular o risco em mudanças. O capítulo 4 apresenta a priorização de mudanças de TI usando o valor do risco. O capítulo 5 trata da utilização de cenários baseados em informações coletadas em empresas de TI para validação da priorização de mudanças de TI usando o valor do risco. O capítulo

6 trata de trabalhos relacionados. O capítulo 7 apresenta a conclusão desta dissertação e trata de trabalhos futuros. O apêndice A apresenta o gerenciamento de mudanças conforme apresentado em ITIL [ITIL03]. O apêndice B apresenta os resultados de nossa avaliação junto a gerentes de TI de questões relacionadas à avaliação do risco em mudanças de TI. Por fim, o apêndice C contém o resultado de nosso trabalho, um artigo submetido para *18th International Workshop on Distributed Systems: Operations and Management (DSOM 2007)*, intitulado *On the Risk and Priority Determination of Changes in IT Service Management*.

Capítulo 2

Fundamentação Teórica

O objetivo desse capítulo é apresentar os conceitos e entidades envolvidos no nosso trabalho, e prover ao leitor a compreensão de onde se situa o foco da dissertação e a extensão que nosso trabalho alcança: partimos da gestão dos serviços de Tecnologia da Informação (ITSM) e chegamos ao gerenciamento de mudanças sob a perspectiva de negócios (BDIM). Apresentamos ainda uma breve discussão sobre riscos, indicando pontos importantes na definição de risco em diversas áreas e introduzimos conceitos utilizados nessa dissertação.

2.1 Gestão de Serviços de TI

Empresas vêm se utilizando da infra-estrutura de Tecnologia da Informação (TI) para dar suporte a seus processos, e essa infra-estrutura muitas vezes representa uma forte contribuição para o sucesso de seus negócios. O correto funcionamento da TI adaptado às necessidades da empresa constitui a base para incrementar sua competitividade e adaptá-la às regras de mercado.

Para acompanhar o desenvolvimento de novas regras de mercado e para suportar objetivos estratégicos de empresas, a gestão de TI evoluiu, passando por vários níveis de maturidade, iniciando com a gerência de infra-estrutura - ITIM (do inglês *Information Technology Infrastructure Management*), que em seu escopo é constituída por gerência de dispositivos, de redes de computadores, de sistemas, de aplicações e pela gerência integrada de todos esses serviços [Lew99]. Em seguida, a gestão da TI evoluiu para a gestão de serviços de TI, *Information Technology Service Management* (ITSM), que é uma abordagem que combina métodos e procedimentos eficientes para gestão de serviços suportados pela infra-estrutura de TI. Para tanto, ITSM é composto por diversos processos, tais como: gerenciamento de incidentes, gerenciamento de configuração, gerenciamento de disponibilidade, gerenciamento de mudanças, entre outros. Por serviços de TI entendemos todos os serviços fornecidos pela infra-estrutura de TI, impactados diretamente pelos dispositivos gerenciados por ITIM e cujo escopo vai muito além de aspectos técnicos, suportando processos operacionais e de negócios da empresa [Mar06]. As condições para a gestão de serviços são estabelecidas

em acordos de nível de serviço - SLAs (do inglês *Service Level Agreement* - SLA). Um SLA pode ser entendido como um contrato entre um provedor e um consumidor que identifica os serviços suportados pela rede da empresa, as métricas de serviço para cada serviço oferecido, os níveis de serviços e as obrigações do provedor e do consumidor quando os níveis de serviço não são alcançados [Bar06].

Os serviços de TI não podem ser avaliados *a priori*, mas somente quando são fornecidos a clientes. Dessa forma a qualidade do serviço de TI vai depender, dentre outros aspectos, da forma como atendem aos requisitos e expectativas do cliente.

Para compreender o nível de qualidade dos serviços providos, gerentes de TI devem avaliar continuamente qual a impressão do cliente em relação ao serviço fornecido e quais são suas expectativas futuras. Da mesma forma uma avaliação constante dos processos internos suportados por serviços deve ser realizada. Muito da experiência do cliente com o serviço disponibilizado depende da forma como a empresa incorpora os objetivos do cliente em seu processo de gestão dos serviços de TI. Dessa maneira o serviço de TI irá contribuir com objetivos de negócios se o sistema estiver sempre disponível aos usuários e se uma falha ou modificação necessária ocorrer, ela for suportada por processos bem definidos de gestão da manutenção e da operação dos serviços [BKP04].

Nesse contexto, é importante observar que o provimento de serviços de TI é suportado por contratos (SLAs), que especificam objetivos estratégicos e de negócios que a empresa provedora de serviços deve alcançar no intuito de prover qualidade na entrega dos serviços. Assim, ITSM é uma abordagem já bastante difundida cujas práticas vêm para auxiliar organizações a prover entrega de serviços de TI, no intuito de satisfazer necessidades de clientes e tentar alcançar objetivos de negócios especificados em contratos.

2.2 ITIL

Conforme mencionado anteriormente, ITSM é uma abordagem para prover a entrega e o suporte aos serviços de TI em conformidade com necessidades das empresas. Para disseminar e suportar serviços de TI conforme descrito em ITSM, diversas metodologias foram propostas. Atualmente a metodologia de

maior reconhecimento no mercado é ITIL (do inglês *Information Technology Infrastructure Library*) [ITIL03]. ITIL oferece um *framework* comum contendo as melhores práticas para as atividades gerenciadoras do departamento de TI como parte da entrega de serviços de TI. Tais atividades são organizadas em processos. Cada um desses processos cobre uma ou mais tarefas realizadas pelo departamento de TI, tais como o desenvolvimento de serviços, o gerenciamento da infra-estrutura de TI ou o provimento e o suporte aos serviços de TI. A utilização de ITIL por grandes empresas e a construção de novas bibliotecas baseadas nela são alguns dos motivos pelos quais ITIL se apresenta como um padrão mundial. Uma das maiores vantagens incorporadas por ITIL foi a utilização de um vocabulário comum, que auxilia a compreensão de informações e termos relacionados à gestão de TI nas organizações [ITIL03].

A Tabela 1 apresenta os benefícios de se utilizar ITIL sob dois pontos de vista: do cliente e da empresa fornecedora do serviço de TI [BKP04].

Tabela 1 - Benefícios de se utilizar ITIL sob a perspectiva do cliente e da empresa fornecedora

Ponto de Vista	Benefícios
Cliente	A entrega de serviços de TI torna-se mais orientada ao cliente e acordos sobre a qualidade dos serviços melhoram o relacionamento com o fornecedor;
	Os serviços são descritos de uma melhor maneira, usando a linguagem do cliente, e com um nível de detalhamento mais apropriado;
	A qualidade, disponibilidade, confiabilidade e custo dos serviços são gerenciados de uma melhor maneira;
Empresa	A infra-estrutura de TI é desenvolvida através de uma estrutura mais clara, tornando-se mais eficiente e com maior enfoque nos objetivos da organização;
	A empresa tem maior controle da infra-estrutura e dos serviços providos, e mudanças acabam por se tornar mais fáceis de gerenciar;

	Uma estrutura de processos implementados de forma eficiente provê um <i>framework</i> mais robusto para <i>outsourcing</i> ¹ de elementos de serviços de TI;
	Seguir as melhores práticas de ITIL encoraja uma mudança na forma como a empresa provê os serviços de TI (há uma melhor estruturação da informação, com a utilização de uma terminologia comum para tratar processos relacionados à serviços de TI)
	ITIL provê uma estrutura coerente que servirá de referência para comunicação interna e comunicação com fornecedores, e para a padronização e identificação de procedimentos a serem realizados.

A Figura 2.1 apresenta as áreas da gestão de TI abordadas na ITIL e seus relacionamentos. Essas áreas estão descritas em sete livros que compõem a biblioteca ITIL. Esses livros são listados adiante.

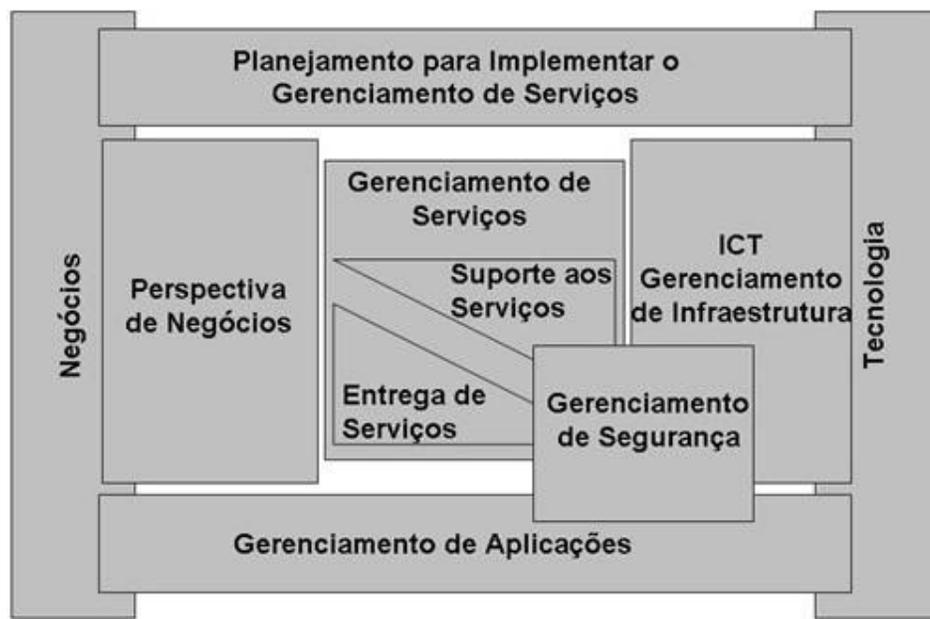


Figura 2.1 - O Framework ITIL [ITIL03]

Os livros são [OGC]: Entrega de Serviços (do inglês *Service Delivery*), Suporte aos Serviços (do inglês *Service Support*), Planejamento para implementar o gerenciamento de serviços (do inglês *Planning to Implement Service Management*), Gerenciamento da Infra-estrutura de TI (do inglês *ICT Infrastructure Management*), Gerenciamento de Aplicações (do inglês

¹ Por *outsourcing* entendemos o provimento de serviços de TI (ou seus elementos) por terceiros.

Application Management), Gerenciamento de Segurança (do inglês *Security Management*) e Uma visão macroscópica dos processos ITIL (do inglês *The 'big picture' of ITIL Process*).

O livro 'Entrega de Serviços' descreve os cinco processos que compõe a entrega de serviços. Esses processos estão mais relacionados ao planejamento e implantação do provisionamento de serviços. São eles:

- Gerenciamento em nível de Serviços (*Service Level Management*);
- Gerenciamento financeiro para serviços de TI (*Financial Management for IT Services*);
- Gerenciamento de Capacidades (*Capacity Management*);
- Gerenciamento de Disponibilidade (*Availability Management*);
- Gerenciamento contínuo de serviços de TI (*IT Service Continuity Management*)

O livro 'Suporte aos Serviços' descreve os cinco processos que estão relacionados às atividades diárias de suporte e manutenção de serviços ao usuário. São eles:

- Gerenciamento de Incidentes (*Incident Management*);
- Gerenciamento de Problemas (*Problem Management*);
- Gerenciamento de Mudanças (*Change Management*);
- Gerenciamento de Configuração (*Configuration Management*);
- Gerenciamento de atualizações de TI (*Release Management*);

O livro 'Planejamento para implementar gerenciamento de serviços' examina as características e tarefas associadas ao planejamento, implementação e melhorias dos processos de gestão de serviços em uma organização. Também lida com mudanças culturais e organizacionais e com o desenvolvimento de visões e estratégias para suportar tais processos.

O livro 'Gerenciamento da Infra-estrutura de TI' cobre todos os aspectos do gerenciamento da TI através da identificação dos requisitos de negócios. O livro descreve os processos envolvidos no gerenciamento de todas as áreas e aspectos de tecnologia, cobrindo todos os estágios do ciclo de vida dos serviços de TI, e inclui:

- Planejamento e Projeto;

- Instalação;
- Operações;
- Suporte técnico.

O livro 'Gerenciamento de aplicações' tem por objetivo prover o gerenciamento de aplicações desde a construção dos requisitos iniciais de negócios e aborda todo o ciclo de vida da aplicação. O livro trata também da interação com a entrega de serviços, suporte aos serviços e gerenciamento da infra-estrutura de TI.

O livro 'Gerenciamento de segurança' detalha o processo de planejamento e gerenciamento de um nível definido de segurança para informações e para serviços, incluindo todos os aspectos associados com o gerenciamento de riscos e reações para incidentes de segurança.

O último livro, intitulado 'Uma visão macroscópica dos processos ITIL', realiza uma cobertura de todos os elementos necessários para a entrega de serviços, mostrando o relacionamento entre todas as áreas de ITIL.

O foco da presente dissertação é a atividade do gerenciamento de mudanças. Tal atividade está descrita no livro 'Suporte aos Serviços', que descreve as cinco atividades que estão relacionadas aos processos diários de suporte e manutenção de serviços ao usuário. A seguir descreveremos os principais pontos do gerenciamento de mudanças da ITIL relacionados ao nosso trabalho.

2.3 Gerenciamento de Mudanças na ITIL

O gerenciamento de mudanças tem por objetivo garantir que métodos e procedimentos padronizados sejam usados de forma eficiente, no intuito de minimizar o impacto de incidentes relacionados às mudanças e de melhorar a qualidade de serviços e operações diárias das organizações [ITIL03].

Alguns dos benefícios relacionados à adoção do processo de gerenciamento de mudanças da ITIL são [OGC]:

- Reduzir o impacto adverso de mudanças na qualidade dos serviços de TI;
- Aumentar a produtividade dos usuários através do uso de serviços de TI mais estáveis e melhores;

- Aumentar a habilidade de acomodar mudanças freqüentes sem criar um ambiente de TI instável;

As mudanças podem ser pequenas ou grandes (dependendo do tamanho da infra-estrutura a ser gerenciada), com maior ou menor impacto, em um tempo especificado, e em diferentes tipos e tamanhos de organizações. A seguir apresentamos os principais tópicos no gerenciamento de mudanças [ITIL03].

2.3.1 Gerenciamento de mudanças e impacto nos negócios

Em gerenciamento de mudanças, há duas entidades principais:

- **Gerente de Mudanças:** Trata-se da pessoa responsável, entre outras atividades, por priorizar todas as requisições de mudanças. O gerente de mudanças deve se preocupar também com o planejamento, controle, gerenciamento de riscos e desenvolvimento da mudança para cada organização.
- **Comitê de aconselhamento de mudanças (do inglês *Change Advisory Board - CAB*):** Trata-se do comitê que regula a priorização e o planejamento de mudanças. O CAB deve ser flexível e deve conter representantes de todas as seções de TI, envolvendo o gerente de mudanças, gerentes de serviços de TI, representantes de usuários, gerentes de sistemas e de *software*, representantes de fornecedores e outros profissionais que estejam relacionados às mudanças na infra-estrutura de TI.

A comunicação de mudanças é feita através de um documento chamado de Requisição para Mudanças (do inglês *Request for Change - RFC*). RFCs são geradas por quem requisita a mudança e são aplicadas para mudanças em qualquer parte da infra-estrutura, em serviços ou em atividades de TI. Algumas das razões para a criação de uma RFC são: insatisfação do usuário ou do cliente a respeito de determinado serviço, alterações nos requisitos de negócios, ou solução para um incidente ou problema. Algumas informações que devem estar contidas na RFC são: descrição dos recursos envolvidos na mudança, prioridade associada à mudança, data em que a mudança foi proposta, prazo para implementação da mudança, entre outras.

As informações relacionadas às mudanças estão armazenadas na base de dados do gerenciamento de configuração (do inglês *Configuration Management Database* - CMDB). Essa base de dados é responsável por manter um mapeamento de todos os recursos existentes, suas versões de instalação e o relacionamento entre os recursos. O CMDB também deve conter o registro de mudanças com informações sobre mudanças realizadas. ITIL recomenda que sejam armazenados diversos tipos de dados no CMDB, mas seu propósito principal é manter as informações de Itens de Configuração (do inglês *Configuration Item* - CI) e o relacionamento entre eles. Apresentando de forma simples, um CI é uma instância de uma entidade que é parte do ambiente de TI e que possui atributos configuráveis. Tal entidade pode ser física (como roteadores e componentes de computadores), lógica (como sistemas de informação e *softwares*) ou conceitual (como parte da infra-estrutura de TI) [BMC]. Um item de configuração pode afetar um ou mais serviços de TI que, por sua vez, suportam processos de negócios (do inglês *Business Processes* - BP). Um processo de negócio representa uma seqüência de tarefas que deve ser executada para realização de algum evento de negócio que resulte em agregação de valor para a empresa ou para o cliente [Mar06].

Apresentando de forma concisa, associado a cada item de configuração temos um ou mais serviços de TI que suportam, pelo menos, um processo de negócio. Cada serviço de TI deve ter seus objetivos especificados em contratos. Dessa forma, a falha em um item de configuração afeta pelo menos um processo de negócio, podendo causar perdas em diversas perspectivas: financeira, estratégica, operacional e imagem da empresa são algumas delas. Informações sobre como serviços de TI suportam processos de negócios podem ser obtidas através do CMDB [Mou06]. A descrição de um modelo contendo informações sobre como recursos da infra-estrutura de TI afetam negócios se encontra na seção 2.4 deste capítulo.

A partir do CMDB é possível obter informações sobre itens de configuração, relacionamentos entre CIs e sobre a infra-estrutura de TI. Conforme descrito na ITIL, a lista de possíveis informações contidas no CMDB inclui [ITIL03]:

- CIs afetados por mudanças;
- Todas as requisições de mudanças relacionadas a um CI em particular;

- Histórico de mudanças realizadas em CIs;
- Registro de mudanças e problemas ocorridos em CIs;
- Todos os CIs afetados por determinado problema;

O CMDB deve armazenar o relacionamento entre todos os componentes do sistema, incluindo incidentes, problemas, erros conhecidos, mudanças e *releases* [ITIL03]. Nesse contexto, as informações necessárias para estimar o valor do risco em mudanças de TI estão contidas no CMDB: o histórico de mudanças, os serviços de TI afetados por cada CI, entre outras. As entidades envolvidas no cálculo do risco em mudanças de TI assim como a definição de risco em mudanças de TI estão apresentadas no capítulo 3 dessa dissertação.

2.3.2 Atividades do Gerenciamento de Mudanças

O gerenciamento de mudanças na ITIL inclui uma série de atividades para sua realização. Vamos descrever brevemente a seqüência de atividades para realização de uma mudança (uma descrição mais completa das atividades do gerenciamento de mudanças está no apêndice A dessa dissertação)[ITIL03]:

1. Quem requisitou a mudança gera uma RFC contendo informações sobre a mudança a ser realizada. Algumas informações podem ser omitidas por quem requisitou a mudança, caso ele não tenha informações suficientes quando a RFC for submetida;
2. O gerente de mudanças deverá filtrar as RFCs submetidas, rejeitando-as ou não. Os critérios para rejeitar ou aceitar RFCs nessa etapa vão depender de políticas adotadas pela empresa.
3. As RFCs que não foram rejeitadas na etapa 2 deverão ser priorizadas. A priorização é baseada em informações contidas na RFC. Essa atividade é descrita com detalhes no capítulo 4 dessa dissertação;
4. Se a prioridade da RFC for “urgente”, procedimentos especiais deverão ser adotados. Tais procedimentos são descritos na ITIL.
5. RFCs que não são urgentes deverão ser classificadas em uma das três categorias: Menor, Significante e Maior. Quando uma RFC é categorizada como “Maior”, deverá ser avaliada pelo CAB;

6. Planos de mudanças são construídos para as mudanças que foram autorizadas. Isso inclui aspectos relacionados à implementação da mudança, realização de testes, entre outros;
7. Testes são realizados para estimar, dentro outros aspectos, quais as chances de a mudança ser realizada com sucesso. Tais testes podem ser realizados em uma infra-estrutura especialmente construída com essa finalidade. ITIL sugere que mudanças que não foram testadas não devem ser implementadas.
8. Caso a mudança não seja implementada com sucesso um plano de contingência deve ser realizado. Um plano de contingência é um plano que contém o conjunto de etapas para retornar o sistema a um estado estável anterior ao início da implementação da mudança;
9. Se a mudança for implementada com sucesso, ela então deve ser revisada, armazenada em arquivos contendo registros de informações de mudanças, armazenados no CMDB. Após armazenar o arquivo no CMDB, a mudança é finalizada.

2.4 BDIM

Gerenciar serviços de TI no intuito de suportar atividades de negócios da empresa não era novidade à época à qual ITIL foi idealizada. Trazer melhores práticas no gerenciamento de serviços de TI e organizá-las em uma biblioteca foi a real inovação apresentada pela ITIL. Entretanto as melhores práticas não garantiam o alinhamento otimizado da infra-estrutura de TI com negócios da empresa. Embora a mudança na forma como empresas lidam com a infra-estrutura de TI trouxera benefícios (conforme apresentado na Tabela 1), muitos aspectos de negócios ainda não estão claros para o gerente de TI, o que dificulta a comunicação junto a gerentes de negócios (CEOs). As conseqüências desse processo podem envolver perdas financeiras causadas pela indisponibilidade de serviços importantes, alcançando perdas em objetivos de negócios.

Nesse contexto, gestão de TI usando objetivos de negócios (do inglês *Business-Driven IT Management* - BDIM) oferece uma promissora abordagem para gerenciamento da infra-estrutura de TI visando atender de forma geral os seguintes objetivos:

- Gerenciar os serviços de TI de forma eficiente;
- Prover melhor apoio da TI a objetivos de negócios

Para alcançar tais objetivos, BDIM é baseada no mapeamento de métricas técnicas de TI em métricas de negócios. BDIM explora ainda a conexão existente entre tais métricas para suportar decisões relacionadas às atividades do gerenciamento de TI [MSB07].

2.4.1 Conceitos BDIM

BDIM se apresenta como uma abordagem a ser utilizada para auxiliar a gestão da infra-estrutura de TI aplicando objetivos de negócios. Para tanto, faz-se necessária a aplicação de um conjunto de modelos, práticas, técnicas e ferramentas no intuito de mapear quantitativamente interdependências entre soluções de TI e o desempenho dos negócios (construindo, assim, métricas de negócios). Por exemplo, quando determinado item de configuração suporta serviços de TI críticos para negócios da empresa, é possível identificar uma relação do tipo: a indisponibilidade desse item de configuração e conseqüentemente do serviço de TI suportado, afeta o lucro da empresa. Conceitualmente, BDIM é uma abordagem de melhoria e de controle de TI tendo métricas de negócios como função objetivo. Tais métricas de negócios são obtidas através de funções de mapeamento entre TI e negócios [MSB07].

A Figura 2.2 apresenta o modelo de três camadas BDIM. A camada de negócios suporta o cálculo de métricas de negócios. A camada de processos de negócios consiste de processos que fazem uso de serviços de TI. A camada de BPs captura a forma como métricas ou eventos de TI afetam a camada de negócios. A camada de serviços de TI apresenta métricas para os serviços suportados pela infra-estrutura de TI [MSB07].

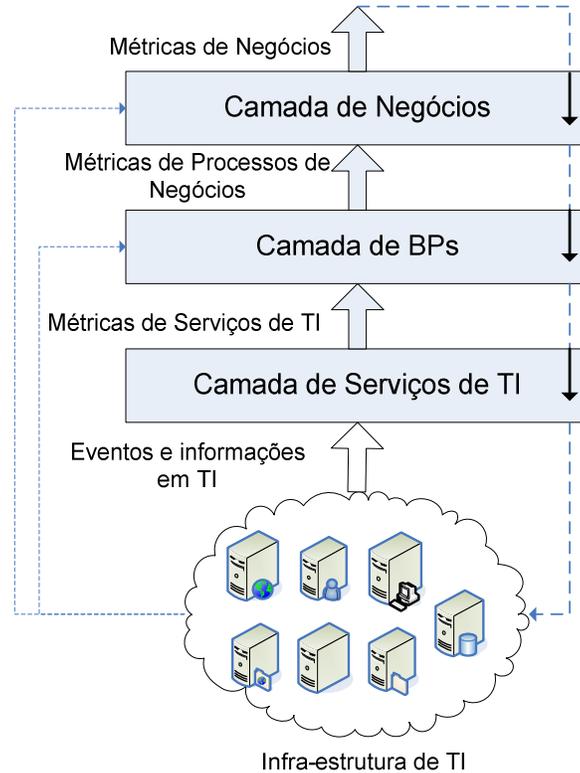


Figura 2.2 - Modelo BDIM [MSB07]

As setas pontilhadas representadas na Figura 2.2 foram incluídas para representar os casos em que métricas podem ser obtidas diretamente da infraestrutura de TI, sem passar pelas camadas inferiores. As setas cujo sentido é de cima para baixo representam o fato de que uma camada superior pode fornecer um *feedback* para camada inferior no intuito de prover melhorias no planejamento e na configuração da camada inferior. A seguir apresentaremos as entradas sugeridas em [MSB07] para cada uma das camadas:

- **Camada de negócios:** Políticas da empresa, estratégias, objetivos, estatísticas de negócios, políticas regulatórias, entre outros.
- **Camada de BPs:** Requisitos de integração, *Workflow* dos BPs e dados relacionados.
- **Camada de Serviços de TI:** Arquitetura da Infra-estrutura de TI, Contratos eletrônicos suportados pela TI, *Workloads*, dependências em TI.

2.4.2 BDIM e o gerenciamento de mudanças na ITIL

Métricas de negócios providas através de uma abordagem BDIM podem auxiliar o gerente de mudanças na tomada de decisões relacionadas às atividades que compõem o gerenciamento de mudanças. A Figura 2.3 apresenta o modelo BDIM de suporte a decisões no gerenciamento de mudanças:

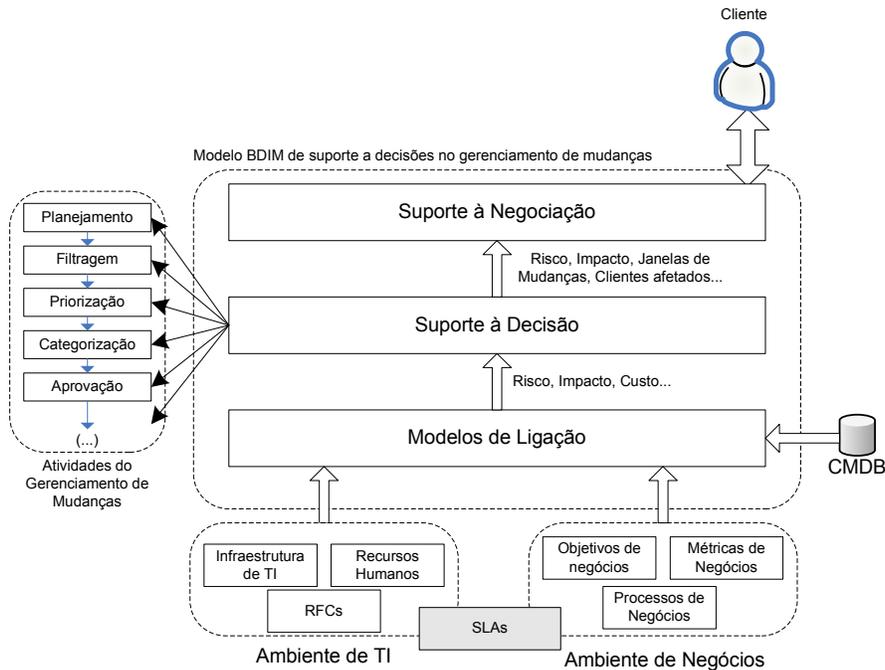


Figura 2.3 - Modelo BDIM para suporte a decisões no gerenciamento de mudanças [Sau06a]

A parte inferior da Figura 2.3 apresenta entradas oriundas dos ambientes de TI e de negócios; do lado de TI, por exemplo, podemos incluir RFCs e informações retiradas do CMDB. Contratos situam-se no limite entre os dois ambientes. A partir dessas entradas, a camada de modelos de ligação (do inglês *Linkage Models*) produz métricas de ligação da TI com negócios: métricas que capturam numericamente o relacionamento entre causas que têm origem na TI e seus efeitos em negócios. Tais métricas podem ser utilizadas para suportar decisões relacionadas às atividades do gerenciamento de mudanças, ou podem ser utilizadas para negociar detalhes do processo de gerenciamento de mudanças (tais como a definição de prioridades para mudanças) juntamente ao cliente [Sau06a]. Uma das métricas fornecidas

através da camada de ligação é a métrica do risco em mudanças de TI, que é objeto de estudo dessa dissertação.

2.5 O Risco

Diversas áreas utilizam o risco para realização de suas atividades. Por exemplo citamos a medicina, onde é comum que o risco seja apresentado como a probabilidade de ocorrência de algum problema de saúde; a economia, onde o risco pode estar associado ao retorno financeiro de um investimento; na área da gestão do desenvolvimento de *software*, a avaliação do risco auxilia a estimativa das ameaças envolvidas, no intuito de identificar a contingência necessária para lidar com as ameaças. Cada um dessas áreas referencia o risco de um modo a atender seus interesses, adotando uma perspectiva particular do risco. A seguir, apresentamos as principais perspectivas de risco adotadas entre as diversas áreas [BRP01]:

2.5.1 Risco como um evento indesejado

Em algumas situações, o risco é apresentado como um possível evento negativo. Em [LS97] o risco é definido como “...eventos que, se ocorrerem, representam uma ameaça para o sucesso de uma entidade”. Utilizando essa abordagem, o risco é composto por múltiplos eventos indesejados que podem ocorrer provocando perdas em diversas perspectivas. Aplicado ao ambiente de negócios, podemos visualizar o risco como eventos que ameaçam o sucesso dos objetivos de negócios de uma organização.

2.5.2 Risco como uma função probabilística

Algumas áreas se preocupam primordialmente com a probabilidade da ocorrência de eventos, independente da consequência associada ao evento. Por exemplo, a medicina frequentemente se preocupa com a probabilidade de ocorrência de determinada enfermidade, onde comumente a consequência é a morte. Empresas que vendem seguros de vida também adotam essa abordagem, utilizando tabelas de mortalidade para estimar probabilidades. Dessa forma, o risco a ser calculado é um valor probabilístico, associado à ocorrência de determinado evento.

2.5.3 Risco como Variância

O mercado de ações utiliza uma perspectiva diferente do risco, onde o risco é avaliado em fator da variância apresentada pelas ações de mercado. O gerenciamento de risco, nesses casos, diz respeito ao retorno financeiro esperado de um investimento, e a previsão de comportamento futuro do mercado. Ações com baixa variância representam investimentos mais seguros, enquanto aquelas com alta variância podem ser classificadas como “ações de alto risco”.

2.5.4 Riscos exógenos e endógenos

Riscos exógenos são definidos como riscos aos quais não temos controle e que não são afetados por nossas ações. Tremores de terras ou furacões são exemplos de riscos exógenos. Riscos endógenos são aqueles em que temos controle e que são afetados por nossas ações. Acidentes de carros são exemplos de eventos onde o risco é fortemente afetado por ações do próprio condutor. Na área das finanças, por exemplo, o risco é considerado exógeno. Os fatores que fazem com que o valor de uma ação suba ou diminua são influenciados por aspectos que fogem ao controle do investidor.

2.5.5 Avaliação quantitativa do Risco

Alguns setores necessitam lidar especificamente com o risco sob o aspecto quantitativo, de forma a mensurar com um nível maior de precisão incertezas envolvidas em suas atividades. Como exemplo citamos a indústria de energia nuclear e de construção de aviões, onde o risco reflete a possibilidade de falhas em sistemas bastante complexos, e as possíveis conseqüências da ocorrência de tais falhas. Abordando de uma maneira mais formal, é comum que o risco seja calculado da seguinte forma: Seja $P(e)$ a probabilidade da ocorrência de um evento e e C a medida da conseqüência associada à ocorrência desse evento. O risco – representado por R – é definido sob a seguinte fórmula [MS87]:

$$R = P(e) \times C$$

Essa definição é utilizada como base na definição de risco apresentada em ITIL, que afirma que o risco é a medida da exposição a que uma organização está sujeita. Tal exposição é calculada como a probabilidade da ocorrência de problemas nos negócios (eventos) multiplicada pelas perdas associadas à ocorrência desses eventos [ITIL03].

2.5.6 Utilização de fatores históricos para calcular o risco

Para avaliar o risco em cada uma das áreas, é comum o uso de informações baseadas em algum histórico. Na medicina, por exemplo, o risco da ocorrência de um infarto para um fumante pode ser baseado no histórico de casos de fumantes que infartaram. Diversas outras áreas utilizam informações de um histórico para avaliar o risco, como o mercado de ações, as seguradoras e a economia. O histórico é considerado como uma fonte de informações para a avaliação do risco, já que uma estimativa do passado pode ser utilizada para calcular probabilidades de ocorrência de eventos e as conseqüências que esses eventos geram. Estudos de caso são comuns na medicina e na economia mostrando a utilização de valores probabilísticos a partir de um histórico [Mar07][Sha07]. Para ilustrar o que foi comentado, basta visualizarmos a forma como determinadas áreas calculam a probabilidade de ocorrência dos fatores de risco. A indústria da aviação e a engenharia muitas vezes se utilizam de fatores históricos para calcular probabilidades. As empresas que vendem seguro de vida utilizam-se das taxas de mortalidade para estimar o valor do seu seguro. À luz do que foi discutido nesse tópico, apresentamos uma definição de risco no capítulo 3 dessa dissertação.

Capítulo 3

O risco em mudanças de TI

O objetivo desse capítulo é apresentar o risco em mudanças de TI. Apresentamos o relacionamento entre entidades envolvidas no cálculo do risco e em seguida apresentamos o modelo formal do risco em mudanças de TI.

3.1 Entidades envolvidas e definição do risco em mudanças de TI

A Figura 3.1 apresenta o relacionamento entre entidades do gerenciamento de mudanças. As informações para o cálculo do risco terão origem nos dados informados pelas entidades. A seguir apresentamos uma breve descrição de cada uma das entidades [Sau06a]:

- **Atividade de Implantação:** atividades realizadas durante a implantação da mudança. Uma mudança é composta por uma ou mais atividades de implantação. Atividades de implantação afetam itens de configuração. Como exemplo citamos a instalação de um sistema operacional como uma das possíveis atividades de implantação da mudança “Instalar servidor de *email*”;
- **Item de configuração:** Qualquer componente que precisa ser gerenciado no intuito de fornecer serviços de TI. Exemplos de itens de configuração são: um equipamento de *hardware* ou um *software* aplicativo;
- **Serviço de TI:** Serviços que suportam processos de negócios da empresa. São suportados por itens de configuração;
- **SLA:** Contrato entre o provedor de serviços e o cliente. O SLA descreve os serviços de TI, documenta alvos de serviços e especifica penalidades relacionadas ao não cumprimento de objetivos do contrato (SLOs);
- **CMDB:** Base de dados utilizada para gerenciar registros de configuração. Contém informações sobre itens de configuração e sobre mudanças realizadas;
- **Eventos de risco:** Qualquer ocorrência não associada ao procedimento padrão da atividade de implantação sobre o item de configuração. Todo

evento tem uma probabilidade associada e, se ocorrer, uma consequência;

Mais informações sobre o relacionamento entre entidades em gerenciamento de mudanças na ITIL podem ser encontradas em [Sau06a].

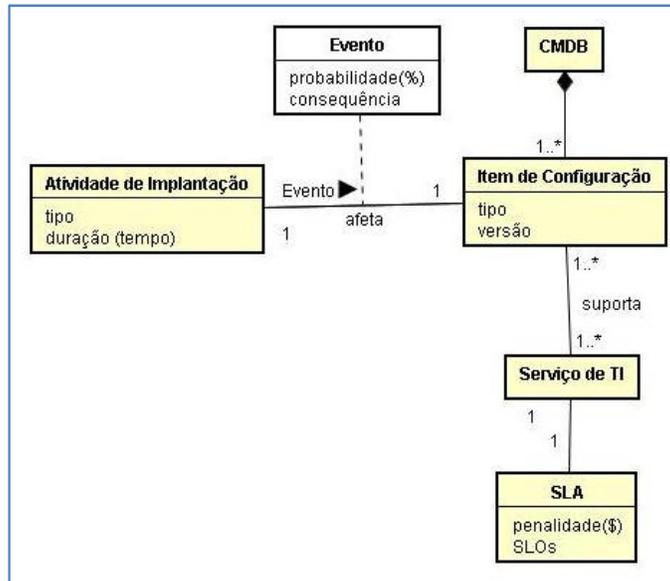


Figura 3.1– Relacionamento entre entidades envolvidas no cálculo do risco

A atividade de implantação afeta itens de configuração durante sua realização. Estes, por sua vez, suportam serviços de TI. Por exemplo, um serviço de pagamento eletrônico (serviço de TI) é suportado por um servidor web (item de configuração). Uma mudança que tenha uma atividade de implantação que torne o servidor *web* indisponível acaba por afetar o serviço de pagamento eletrônico, tornando-o indisponível.

Consideramos em nossa abordagem que durante a realização da mudança os serviços de TI afetados pela mudança ficam indisponíveis. Isso se deve ao fato da mudança comumente tornar indisponíveis os itens de configuração que são afetados e que, por sua vez, suportam os serviços de TI. Uma vez que os itens de configuração estão indisponíveis, concluímos que os serviços de TI suportados também ficam indisponíveis. Informações contratuais sobre serviços de TI são especificadas em SLAs. Tais informações dizem respeito a valores financeiros e o nível de qualidade de serviço que deve ser provido. Por exemplo, o contrato pode indicar que se determinado serviço ficar indisponível, a empresa deverá pagar uma multa. A ocorrência de eventos de risco pode provocar consequências (como o atraso na implementação da mudança) que,

por sua vez, podem provocar perdas financeiras – já que afetam a qualidade dos serviços providos.

Consideramos que o tempo para implementação de mudanças está sujeito a variações estatísticas e a incerteza a respeito da duração da mudança pode impactar os negócios. Da mesma forma, quanto mais se espera para iniciar a implementação da mudança maior será o impacto financeiro esperado, já que a demora em sua implementação pode implicar no estouro do prazo da mudança (que, por sua vez, pode implicar no pagamento de penalidades), na perda de oportunidades de negócios, entre outros fatores. Nesse contexto, definimos o risco em mudanças como o valor esperado (em termos probabilísticos) da perda financeira resultante da espera em iniciar a implementação de uma mudança e da indisponibilidade dos serviços de TI afetados durante o tempo de sua implementação. Observe que adotamos uma medida financeira para refletir o impacto em negócios da mudança, e utilizamos aqui uma definição bastante comum do risco (ver capítulo 6): risco é tipicamente calculado utilizando a probabilidade de ocorrência de eventos e o impacto resultante de suas conseqüências.

3.2 Formalização do risco em mudanças de TI

Seja $C = \{c_1, \dots, c_n, \dots, c_{|C|}\}$ o conjunto de mudanças que o gerente de mudanças deve avaliar. Seja $A = \{a_1, \dots, a_k, \dots, a_{|A|}\}$ o conjunto de atividades de implantação. Uma atividade de implantação é um procedimento técnico padronizado para realizar modificações em itens de configuração. Cada mudança é composta por um conjunto de atividades de implantação. A mudança de instalação de um dispositivo de rede pode conter uma atividade de implantação de configuração do dispositivo. Da mesma forma, uma mudança de instalação de servidor Web contém a atividade de implantação de configuração do sistema operacional que suportará o servidor. Seja $A_n = \{a_{n,1}, \dots, a_{n,k}, \dots, a_{n,|A_n|}\}$ onde $a_{n,k} \in A$, o conjunto finito de atividades de implantação da mudança c_n . As atividades de implantação estão sujeitas à ocorrência de eventos de risco. Um evento de risco é uma situação que pode ocorrer durante a realização das atividades componentes da mudança e que

afeta negativamente a realização da mudança, tendo como consequência o atraso em sua implementação. A seguir apresentamos uma lista sucinta de eventos de risco que podem ocorrer durante a realização de uma mudança:

- Incompatibilidade de *Hardware*;
- Ocorrência de *BadBlock* (em mudanças que precisam acessar/armazenar dados em dispositivos do tipo HD)
- Falha na edição de arquivo de configuração;
- Falha na operação do *software* em testes pós-implementação;
- Base de dados corrompida;
- Problemas na consistência dos dados de Banco de Dados;
- Tabelas de Banco de Dados corrompida;

A Figura 3.2 apresenta uma visão geral da mudança, indicando sua divisão em atividades de implantação e a ocorrência de eventos de risco durante as mesmas, provocando atraso em sua implementação.

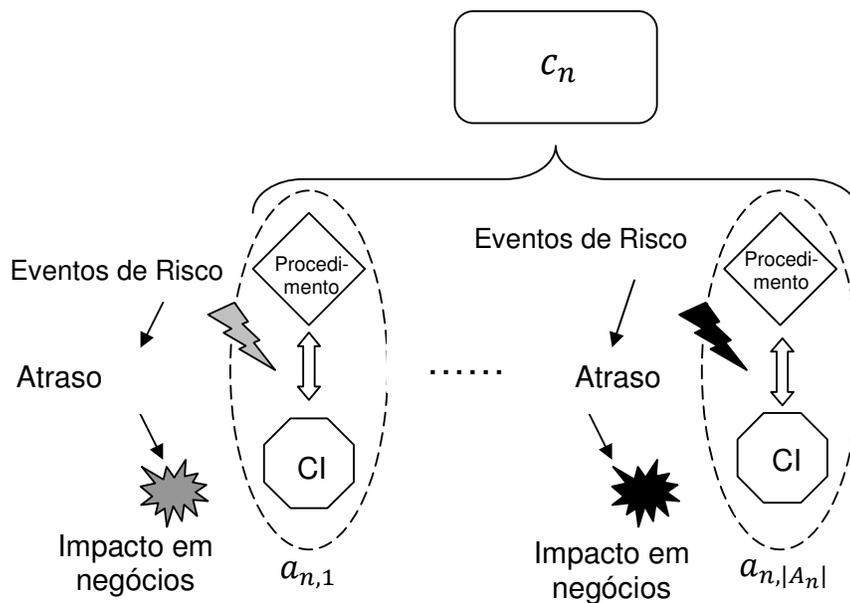


Figura 3.2 - Visão geral da implementação da mudança

A Figura 3.2 apresenta a visão da mudança, dividida em um conjunto de atividades, onde cada atividade é apresentada como um procedimento técnico realizado em um item de configuração.

A seguir apresentamos os principais tópicos relacionados à formalização das entidades componentes da mudança em TI, iniciando pela formalização das atividades em mudanças de TI e o cálculo da duração da mudança.

3.3 Calculando a duração da Mudança

Seja $\tilde{t}_{n,k}$ a variável aleatória que representa a duração da atividade $a_{n,k}$. A variável aleatória $\tilde{t}_{n,k}$ possui uma distribuição de probabilidade com média $\mu_{n,k}$ e variância $\sigma_{n,k}^2$ finitas. Uma forma de estimar essa distribuição é através do histórico de atividades de implantação realizadas no passado (contida no CMDB). Seja \tilde{t}_n a variável aleatória que representa a duração da mudança c_n . Supondo que as atividades de uma mudança são executadas seqüencialmente, temos:

$$\tilde{t}_n = \sum_{k=1}^{|A_n|} \tilde{t}_{n,k}$$

Nesse contexto consideramos que as atividades de implantação a serem realizadas em uma mudança são feitas de forma seqüencial. Essa consideração aborda boa parte das mudanças realizadas na infra-estrutura de TI, que são compostas por atividades que, devido à existência de dependências para suas realizações, devem ser feitas de forma seqüencial. Para ilustrar o caso de mudanças cujas atividades são realizadas seqüencialmente, basta visualizarmos mudanças do tipo instalação de *software*, que em sua realização pode requerer a instalação ou configuração de um ou mais sistemas. A instalação de um servidor de *email* deve ser feita posteriormente à instalação de um sistema operacional para suportá-lo. Entretanto, é válido salientar que em alguns casos as atividades de implantação de mudanças podem ser realizadas de forma concorrente. Embora nosso trabalho aborde a realização de tarefas de mudanças de forma seqüencial, o modelo aqui proposto é genérico o suficiente para lidar com mudanças realizadas de forma seqüencial e concorrente. Para isso, bastaria que apresentássemos uma forma de calcular a duração da mudança c_n como

uma composição de suas atividades realizadas seqüencialmente e concorrentemente. Tal situação não será tratada nessa dissertação, sendo objeto de estudos futuros.

3.3.1 A função de manutenção da Mudança

Apresentaremos agora a forma como devemos avaliar a duração da mudança em função do tempo necessário para realizar a mudança. Seja $F_n(t)$ a distribuição cumulativa da variável aleatória \tilde{t}_n : $F_n(t) = P[\tilde{t}_n \leq t]$. A distribuição cumulativa complementar da variável aleatória \tilde{t}_n é apresentada como a **manutenção** da mudança (representada por $M_n(t)$):

$$M_n(t) = P[\tilde{t}_n > t] = 1 - F_n(t)$$

Nesse contexto consideramos a manutenção como a função que representa a probabilidade de determinada mudança ainda estar sendo realizada no instante t . A decisão de utilizar a distribuição cumulativa complementar como manutenção da mudança se deve ao fato de que, a partir dessa distribuição, podemos calcular a duração *provável* da mudança. A área sob a curva $M_n(t)$ refletirá a duração esperada (em termos probabilísticos) da mudança sob o intervalo em que for avaliada. Para ilustrar o que foi comentado, considere que para uma mudança c_n queremos calcular a sua duração. A duração provável da mudança é calculada através da seguinte fórmula:

$$\int_0^{\infty} M_n(t).dt$$

Equação 1 - Calculando duração esperada da mudança c_n

Valores finitos de média e variância utilizados para compor a distribuição cumulativa complementar garantem que a integral apresentada na equação 1 irá convergir. A utilização dos valores 0 e ∞ na equação dizem respeito ao intervalo em que a duração da mudança será avaliada. A notação matemática do infinito é utilizada aqui para ilustrar um instante de tempo que irá garantir que o intervalo de implementação de nenhuma mudança terá uma duração demorada o suficiente para ultrapassar esse instante em sua implementação.

Para calcular o risco de uma mudança, o gerente de mudanças deve informar o instante de início de sua implementação (definido como t_n^I). Consideramos o instante $t = 0$ como o momento em que o gerente de mudanças deve realizar a avaliação de um conjunto de mudanças.

3.4 Atributos necessários para o cálculo da Mudança

Apresentaremos nas seções seguintes o conjunto de informações necessárias para o cálculo de mudanças, que envolve a definição de penalidades, atributos e dos possíveis cenários para a avaliação de mudanças. Por fim, apresentamos a equação para calcular o risco em mudanças de TI.

3.4.1 Penalidades para atrasos na indisponibilidade de Serviços

Durante a realização de mudanças penalidades podem ser cobradas em virtude de acordos previamente assinados. Tais acordos contêm informações sobre taxas financeiras que funcionarão como penalidades em caso da não obediência às cláusulas contratuais. Apresentamos a seguir os principais atributos associados à realização da mudança de TI. Seja $S = \{s_1, \dots, s_z, \dots, s_{|S|}\}$ o conjunto de serviços de TI. Associado a um serviço s_z temos os seguintes atributos:

1. t_z^P : o prazo para a realização de mudanças associadas ao serviço. Quando a mudança no serviço de TI não é realizada no prazo temos um custo associado, decorrente, por exemplo, do pagamento de penalidades contratuais ou o não aproveitamento de oportunidades de negócios. Assim, diferentes taxas financeiras podem ser consideradas nos intervalos anteriores e posteriores ao prazo t_z^P ;
2. Durante a implementação da mudança todos os serviços afetados pela mesma ficam indisponíveis. Associado ao intervalo de implementação temos os custos decorrentes da indisponibilidade dos serviços afetados pela mudança. Tais custos são refletidos através de taxas financeiras que refletem a perda decorrente da indisponibilidade dos serviços.

Considerando que o serviço s_z é afetado pela mudança c_n , temos as seguintes taxas:

- $\varphi_{z,BC}$, a taxa da perda financeira decorrente da indisponibilidade do serviço no intervalo $[t_n^I, t_z^P)$, quando $t_n^I < t_z^P$;
- $\varphi_{z,AC}$, a taxa da perda financeira decorrente da indisponibilidade do serviço no intervalo $[t_n^I, \infty]$, quando $t_n^I \geq t_z^P$. Utilizamos o valor de t_n^I no início do intervalo de avaliação, pois desde o início da implementação da mudança os serviços afetados pela mesma ficam indisponíveis.

Além das penalidades associadas aos serviços, consideramos também como fator de impacto à mudança penalidades associadas à não realização da mudança até determinado prazo. Essa penalidade pode ser justificada pelo não aproveitamento de uma oportunidade de negócio, pela não obediência a novos requisitos do cliente entre outros fatores justificadores.

3.4.2 Penalidades para atrasos na implementação de Mudanças

A seguir apresentamos os principais atributos associados à atrasos na realização da mudança c_n :

1. t_n^D : o prazo (*deadline*) para implementação da mudança, a partir do qual alguma penalidade poderá ser cobrada. Esse prazo está diretamente associado ao prazo para implementação (ou modificação) do(s) serviço(s) afetado(s) pela mudança. Quando a mudança afeta o serviço s_z e/ou outros serviços que possuem o mesmo prazo que s_z , temos que $t_n^D = t_z^P$. Para evitar confusão entre o prazo da mudança e o prazo do serviço, utilizamos notação diferente para os dois prazos.
2. Algumas mudanças podem ter custos associados de forma direta ou indireta antes de sua implementação. A não obediência a uma cláusula contratual ou o não aproveitamento de oportunidades de negócios pode motivar esses custos. A queda na qualidade dos serviços providos a um cliente pode ser o fator motivador da realização da mudança que, se não for realizada, pode acarretar em perdas financeiras. Tais perdas são refletidas em taxas. A perda associada a essas mudanças é definida

como a perda antes da implementação, representada através das seguintes taxas:

- $\varphi_{n,BC}^C$, a taxa da perda financeira decorrente da não-implementação da mudança no intervalo $[0, t_n^D)$.
- $\varphi_{n,AC}^C$, a taxa da perda financeira decorrente da não-implementação da mudança no intervalo $[t_n^D, \infty)$;

A seguir apresentamos as penalidades associadas à atrasos na disponibilidade de serviços. Tais penalidades se justificam pela indisponibilidade do serviço no período de duração da mudança, i.e., um período em que o serviço deveria estar disponível mas não está.

3.4.3 Penalidades para indisponibilidade do conjunto de Serviços

A taxa da perda financeira associado a cada serviço afetado pela mudança pode ser apresentada da seguinte forma: Seja $S_n = \{s_{n,1}, \dots, s_{n,z}, \dots, s_{n,|S_n|}\}$, onde $s_{n,z} \in S$, o conjunto de serviços de TI afetados pela mudança c_n . Por questão de simplificação, consideramos que os serviços afetados pela mesma mudança possuem o mesmo prazo. A taxa da perda financeira decorrente da indisponibilidade do(s) serviço(s) afetado(s) pela mudança c_n pode ser calculada da seguinte forma:

- $\varphi_{n,BC}^S$, a taxa da perda financeira decorrente da indisponibilidade dos serviços afetados pela mudança no intervalo $[0, t_n^D)$:

$$\varphi_{n,BC}^S = \sum_{z=1}^{|S_n|} \varphi_{z,BC}$$

- $\varphi_{n,AC}^S$, a taxa da perda financeira decorrente da indisponibilidade dos serviços afetados pela mudança no intervalo $[t_n^D, \infty)$:

$$\varphi_{n,AC}^S = \sum_{z=1}^{|S_n|} \varphi_{z,AC}$$

3.5 Definindo a perda financeira em função das taxas envolvidas e da duração da mudança

Nessa seção descreveremos a forma como estimamos a perda financeira utilizando os atributos descritos na seção 3.4 e da duração da mudança apresentada na seção 3.3. Considerando φ a taxa da perda financeira da mudança (composta pelas taxas associadas aos serviços afetados e taxas da mudança, apresentadas nas seções 3.4.1, 3.4.2 e 3.4.3). Considerando dois instantes de tempo, $t_1 > 0$ e t_2 , onde o instante t_2 é anterior ao início da implementação da mudança ($t_1 < t_2 < t_n^I$), a perda financeira associada à mudança c_n no intervalo $[t_1, t_2]$ é:

$$\int_{t_1}^{t_2} \varphi \cdot dt = (t_2 - t_1) \cdot \varphi$$

Para o caso em que $t_1 \geq t_n^I$ (ou seja, avaliando a perda financeira no período posterior ao início da implementação da mudança), a perda financeira irá acumular até que a implementação da mudança seja finalizada. A distribuição de probabilidade da variável aleatória \tilde{t}_n será utilizada para calcular a estimativa da perda financeira. No instante t , a perda irá se acumular com probabilidade $P[\tilde{t}_n > t] = M_n(t)$. Assim, entre os instantes t_1 e t_2 a perda financeira acumulada para a mudança c_n é:

$$\int_{t_1}^{t_2} M_n(t) \cdot \varphi \cdot dt$$

Tal perda acumulada será refletida na mesma unidade de medida da taxa φ . Nessa dissertação como tratamos do impacto sob a perspectiva financeira, a perda será representada monetariamente. Entretanto nada impede que

futuramente uma taxa que utilize uma medida diferente seja utilizada para calcular a perda sob outra perspectiva.

3.6 Cenários envolvidos na realização de Mudanças de TI

A partir das informações apresentadas para avaliação de mudanças de TI, apresentamos os seguintes cenários sendo concebíveis ao gerente de mudanças para a decisão de quando iniciar a implementação da mudança c_n :

3.6.1 Cenário 1: Início da Implementação da Mudança no período anterior ao prazo

Nesse cenário a implementação da mudança será iniciada até o instante $t_n^I < t_n^D$ (ver Figura 3.3)

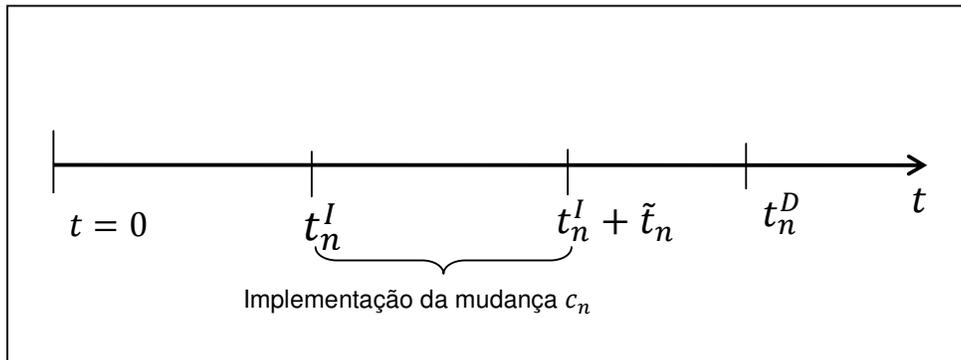


Figura 3.3 – Início de implementação anterior ao prazo da mudança

Para o cenário 1 ($t_n^I < t_n^D$) temos os seguintes valores:

- Seja $t_n^I \cdot \varphi_{n,BC}^c$ o valor da perda financeira decorrente da não implementação da mudança até o instante t_n^I .
- Seja $\int_0^{t_n^D - t_n^I} (\varphi_{n,BC}^c + \varphi_{n,BC}^s) \cdot M_n(t) \cdot dt$ o valor da perda financeira no período de duração da mudança anterior ao prazo.

- Seja $\int_{t_n^D - t_n^I}^{\infty} (\varphi_{n,AC}^c + \varphi_{n,AC}^s) \cdot M_n(t) \cdot dt$ o valor da perda financeira no período de duração da mudança posterior ao prazo.

3.6.2 Cenário 2: Início da Implementação da Mudança a partir do prazo

Nesse cenário a implementação da mudança é iniciada até o instante $t_n^I \geq t_n^D$ (ver Figura 3.4):

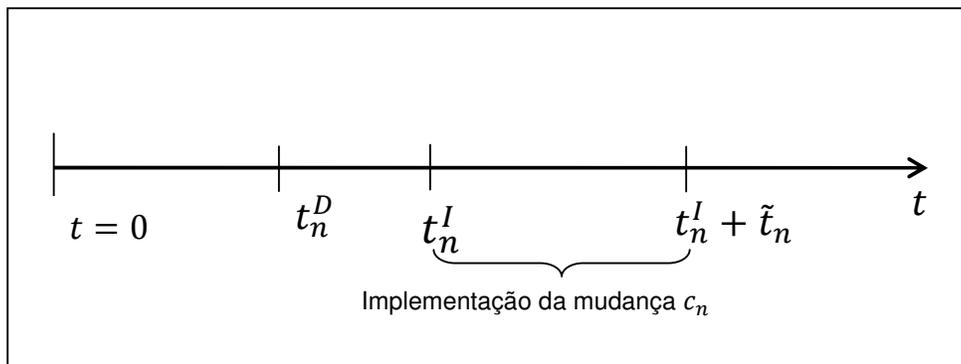


Figura 3.4 - Início de implementação a partir do prazo da mudança

Para o cenário 2 ($t_n^I \geq t_n^D$) temos os seguintes valores:

- Seja $t_n^D \cdot \varphi_{n,BC}^c$ o valor da perda financeira decorrente da não implementação da mudança até o instante t_n^D .
- Seja $(t_n^I - t_n^D) \cdot \varphi_{n,AC}^c$ o valor da perda financeira decorrente da não implementação da mudança após o instante t_n^D .
- Seja $\int_0^{\infty} (\varphi_{n,AC}^c + \varphi_{n,AC}^s) \cdot M_n(t) dt$ o valor da perda financeira no período de duração da mudança posterior ao prazo;

3.7 Equação para cálculo do Risco em Mudanças de TI

À luz do que foi discutido nesse capítulo apresentamos a equação do risco, representada por $R(c_n, t_n^I)$, cujos parâmetros são a mudança a ser realizada e o instante de início de sua implementação:

$$R(c_n, t_n^I) = \begin{cases} t_n^I \cdot \varphi_{n,BC}^c + \int_0^{t_n^D - t_n^I} (\varphi_{n,BC}^c + \varphi_{n,BC}^s) \cdot M_n(t) \cdot dt + \int_{t_n^D - t_n^I}^{\infty} (\varphi_{n,AC}^c + \varphi_{n,AC}^s) \cdot M_n(t) \cdot dt, & \text{se } t_n^I < t_n^D \\ t_n^D \cdot \varphi_{n,BC}^c + (t_n^I - t_n^D) \cdot \varphi_{n,AC}^c + \int_0^{\infty} (\varphi_{n,AC}^c + \varphi_{n,AC}^s) \cdot M_n(t) \cdot dt, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

Equação 2 - Calculando o risco da mudança c_n iniciando até o instante t_n^I

A título de ilustração, vamos considerar que um gerente de mudanças necessita conhecer o valor do risco para uma mudança iniciando no instante t . Nesse caso, o gerente deverá conhecer os atributos da mudança apresentados nesse capítulo (como a taxas de perdas associadas aos serviços afetados e à realização da mudança). Conforme mencionado anteriormente, essas informações podem ser obtidas a partir de contratos acordados com clientes. O valor do risco para a mudança C iniciada no instante t será dado pela equação $R(c, t)$.

Capítulo 4

Priorização de mudanças de TI usando o valor do risco

Nesse capítulo discutiremos a motivação para o uso do risco nas atividades do gerenciamento de mudanças e, particularmente, o risco na atividade de priorização de mudanças de TI. Também será apresentado como valor do risco pode auxiliar o gerente de mudanças a atribuir prioridades a mudanças. Por fim apresentamos um algoritmo para classificação de mudança em níveis de prioridades.

4.1 Introdução

Os objetivos do conhecimento do risco irão variar conforme a atividade do gerenciamento de mudanças a ser realizada. A tabela abaixo mostra alguns dos objetivos de se conhecer o risco da mudança em algumas das atividades do gerenciamento de mudanças. Esses objetivos foram coletados em uma consulta realizada com gerentes de mudanças de empresas que prestam serviços de TI (ver apêndice B):

Tabela 2 - Objetivos de se calcular o valor do Risco

#	Atividade	Objetivo de se calcular o Risco
1	Aprovação da Mudança	O valor do risco pode indicar quem será responsável por aprovar a mudança. Por exemplo, uma mudança com risco muito alto pode requerer uma reunião do CAB para sua aprovação. Uma mudança com menor risco pode ser aprovada de forma automática.
2	Agendamento de Mudanças	O conhecimento do risco de mudanças pode auxiliar gerentes de mudanças a agendar mudanças.
3	Priorização de mudanças	O Valor do Risco pode ser útil para indicar a prioridade com que mudanças devem ser implementadas
4	Implementação da Mudança	O valor do risco pode ser útil para indicar

		que há necessidade de pessoal melhor qualificado para realização da mudança.
--	--	--

A forma como o valor do risco pode contribuir em cada uma das atividades do gerenciamento de mudanças pode variar. A maneira como o risco é utilizado na atividade de aprovação de mudanças pode ser diferente, por exemplo, da forma que o risco é utilizado na atividade de priorização de mudanças. Da mesma maneira, visualizamos que o valor do risco como propomos pode ser bastante útil para indicar ao gerente de mudanças o quanto o atraso na implementação da mudança pode provocar perdas financeiras. Essa abordagem do risco será útil em atividades da gestão de mudanças em que o nível de urgência é levado em consideração. Identificamos a atividade de priorização de mudanças como uma das atividades que utilizam a urgência para realização de mudanças no seu processo de decisão. Consultando alguns gerentes de mudanças observamos que o processo de priorização é feito de forma bastante intuitiva, onde comumente o próprio gerente de mudanças é responsável por atribuir prioridades que reflitam a urgência para a realização de mudanças. Essa abordagem torna-se bastante complexa quando o gerente precisa priorizar uma grande quantidade de mudanças, chegando em alguns casos à ordem de dezenas ou até mesmo centenas de mudanças a serem priorizadas em um curto intervalo de tempo. Dessa forma uma abordagem de priorização de mudanças de forma automatizada indicando a urgência de realização das mudanças e o momento adequado para implementação será bastante útil para auxiliar gerentes a realizar um processo de gestão de mudanças de forma eficiente e com menor custo. Nos próximos tópicos descrevemos a atividade de priorização de mudanças e propomos um algoritmo para priorizar mudanças de TI que possa ser utilizado para automatizar o processo de priorização de mudanças de TI.

4.2 Descrição da Priorização

Segundo ITIL a atividade de priorização de mudanças tem por objetivo indicar a urgência em que mudanças devem ser avaliadas pelo gerente de mudanças ou pelo comitê avaliador de mudanças (CAB) e, possivelmente, implementadas. A utilização de níveis de prioridade para indicar a urgência das mudanças é a

abordagem sugerida pela ITIL. Ao priorizar a avaliação de mudanças, a atividade de priorização influencia a ordem de implementação das mudanças. Essa influência pode ser visualizada, por exemplo, através do seguinte cenário:

Em determinado instante um gerente de mudanças deve priorizar duas mudanças. Caso uma das mudanças seja classificada com maior urgência e seja avaliada (e aprovada) pelo CAB, então possivelmente será implementada imediatamente. A outra mudança, se classificada com menor urgência, poderá aguardar ainda alguns instantes antes que seja implementada.

Nessa dissertação consideramos que a priorização é útil também para indicar ao comitê avaliador de mudanças até que instante uma mudança pode iniciar sua implementação sem que seu valor do risco ultrapasse (ou ultrapasse no menor tempo possível) um valor definido como o **limite de tolerância ao risco** (representado por η) para a atividade de priorização. Esse limite determina qual o valor mínimo do risco para que uma mudança seja classificada com o nível de prioridade que representa maior urgência. A definição do valor de η deve seguir políticas organizacionais, que definirão o quanto a empresa pode tolerar perdas financeiras associadas às mudanças. A utilização de um limite de tolerância se deve ao fato de que muitas vezes a empresa não possui recursos suficientes para realizar todas as mudanças necessárias de forma imediata. Dessa forma, é necessária a priorização de mudanças para que sejam realizadas aquelas mudanças que a empresa identifica como mais urgentes.

Consideramos que cada nível de prioridade está associado a um instante de implementação. Por exemplo, considerando que determinada mudança deve ser realizada imediatamente (por ter uma perda financeira que já ultrapassou o limite de tolerância ao risco, por exemplo), possivelmente será atribuída a essa mudança a prioridade com maior urgência, sendo o instante de implementação associado à essa prioridade o instante com maior urgência. Ao conjunto de instantes de implementação associados à atividade de priorização de mudanças chamamos de **janela de priorização de mudanças**. O instante

em que o gerente de mudanças avalia a mudança é chamado de instante inicial. Para classificar a mudança em níveis de prioridade, calculamos o instante t em que o risco da mudança ultrapassa η e classificamos com a prioridade com urgência imediatamente superior à urgência da prioridade associada à t . As exceções são:

1. No instante de avaliação o valor do risco da mudança já é maior que η . Nesse caso a mudança recebe prioridade com maior urgência.
2. No instante associado à prioridade de menor urgência o valor do risco da mudança é inferior a η . Nesse caso a mudança recebe prioridade com menor urgência.

Apresentamos a seguir um cenário para indicar a forma como a priorização de mudanças será realizada. Nesse cenário escolhemos quatro níveis de prioridades. Nossa escolha se baseia na sugestão ITIL para a priorização de mudanças [ITIL03]. Entretanto, é válido salientar que a escolha dos níveis de prioridades deverá ser guiada por políticas organizacionais, e serão tantos níveis quanto forem acordados em cada organização.

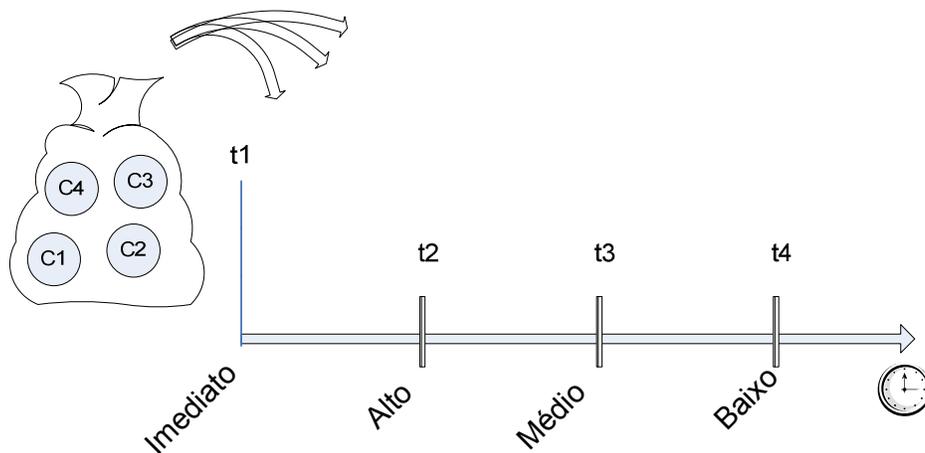


Figura 4.1 - Exemplo de priorização realizada por gerente de mudanças

A Figura 4.1 apresenta um cenário em que o gerente de mudanças possui quatro mudanças (c1, c2, c3 e c4) e deve informar qual a prioridade atribuída a cada uma delas. A reta horizontal apresentada na figura indica o quanto o gerente de mudanças pode aguardar para iniciar a implementação da

mudança. Para cada nível de prioridade temos um instante associado. Para ilustrar um cenário em que a priorização da forma como propomos possa ser utilizada, vamos considerar que o gerente de mudanças recebeu no instante inicial $t_1 = 0$ o conjunto de mudanças cujos riscos serão avaliados nos instantes t_1, t_2, t_3 e t_4 , onde $t_4 > t_3 > t_2 > t_1$. Considerando uma classificação no instante t_1 em quatro níveis de prioridade (Imediata no instante t_1 , Alta no instante t_2 , Média no instante t_3 e Baixa no instante t_4), temos os seguintes cenários:

1. Caso o valor do risco da mudança em t_1 ou t_2 seja maior que η , a mudança será classificada com prioridade imediata, iniciando sua implementação em t_1 .
2. Caso o valor do risco da mudança ultrapasse η somente a partir do instante t_3 , ela deverá ser implementada até o instante t_2 (no intuito de evitar ultrapassar o valor de η), recebendo prioridade Alta.
3. Caso o valor do risco da mudança ultrapasse η somente a partir do instante t_4 , ela deverá ser implementada até o instante t_3 (no intuito de evitar ultrapassar o valor de η), recebendo prioridade Média.
4. Caso o valor do risco da mudança não ultrapasse η no instante t_4 , a mudança receberá prioridade Baixa.

A seguir formalizaremos o problema de priorização de mudanças de TI usando o valor do risco.

4.3 Formalizando a atividade de Priorização

Seja $P = \{p_1, \dots, p_{|P|}\}$ o conjunto de níveis de prioridade em que uma mudança pode ser classificada, onde a urgência de p_i é maior que a urgência de p_{i+1} . Seja e_n a prioridade atribuída à mudança c_n . Seja $T = \{t_1, \dots, t_{|P|}\}$ a janela de priorização de mudanças, onde p_i é relativo ao instante de tempo associado a t_i . Seja $R(c_n, t_i)$ o valor do risco para a mudança c_n iniciando até

o instante t_i (conforme apresentado na equação 2 do capítulo 3). A classificação da prioridade da mudança c_n será dada da seguinte forma:

$$e_n = \begin{cases} p_1, se R(c_n, t_1) \geq \eta \\ p_{|P|}, se R(c_n, t_{|P|}) < \eta \\ p_i, se R(c_n, t_i) < \eta e R(c_n, t_{i+1}) \geq \eta, 1 \leq i < |P| \end{cases}$$

Seja l_n o instante máximo em que a mudança c_n deve iniciar sua implementação para que seu risco não ultrapasse η ou ultrapasse η no menor intervalo de tempo possível:

$$l_n = \begin{cases} t_1, se R(c_n, t_1) \geq \eta \\ t_{|P|}, se R(c_n, t_{|P|}) < \eta \\ t_i, se R(c_n, t_i) < \eta e R(c_n, t_{i+1}) \geq \eta, 1 \leq i < |P| \end{cases}$$

4.4 Algoritmo de Priorização

No instante t_1 o gerente de mudanças recebe um conjunto de mudanças (representado por C). Seja $L = \{l_1, \dots, l_{|C|}\}$ o conjunto de instantes de início de implementação para que os valores dos riscos das mudanças não ultrapassem ou ultrapassem no menor tempo possível o limite η . Seja $E = \{e_1, \dots, e_{|C|}\}$ as prioridades alocadas às mudanças. Para priorizar mudanças, o gerente de mudanças irá utilizar o seguinte algoritmo:

```

    Algoritmo_Priorização( $c_n, T, P, \eta$ )
1. se  $R(c_n, t_1) \geq \eta$  então
2.    $l_n \leftarrow t_1$ 
3.    $e_n \leftarrow p_1$ 
4. senão
5.   início
6.     se  $R(c_n, t_{|T|}) < \eta$  então
7.        $l_n \leftarrow t_{|T|}$ 
8.        $e_n \leftarrow p_{|T|}$ 
9.     senão
10.      início
11.        para  $i = 1$  até  $|P| - 1$  faça
12.          início
13.            se  $R(c_n, t_i) < \eta$  e  $R(c_n, t_{i+1}) \geq \eta$  então
14.               $l_n \leftarrow t_i$ 
15.               $e_n \leftarrow p_i$ 
16.            fim
17.          fim
18.        fim
19. retorne L, E

```

Figura 4.2 - Algoritmo de Priorização de Mudanças de TI usando o valor do Risco

A complexidade do algoritmo de priorização para uma mudança é de $O(|P|)$. Essa complexidade indica que o algoritmo pode ser utilizado para priorização de muitas mudanças sem restrição de tempo.

Capítulo 5

Estudo de Caso e Validação

O objetivo desse capítulo é apresentar um estudo de caso de priorização de mudanças de TI. Apresentamos no estudo de caso dois cenários. Em seguida, apresentamos a validação do resultado e um plano para validação de nosso trabalho. Por fim, apresentamos os resultados da avaliação de nossa proposta de priorização de mudanças usando o valor do risco.

5.1 Cenário

O estudo de caso discutido nesse capítulo foi baseado em informações coletadas juntamente a uma grande multinacional provedora de serviços de TI. Nosso cenário é baseado em [Reb07] (ver Figura 5.1). A infra-estrutura de TI suporta um serviço de pagamento eletrônico através de cartões de crédito e necessita ser estendida para suportar um serviço de comércio eletrônico. Cada serviço provido está sujeito às regras contidas em SLAs. Os itens de configuração (CIs) que suportam cada um dos serviços estão agrupados da seguinte forma: o serviço de pagamento eletrônico é suportado por dois servidores: um servidor de banco de dados e outro servidor de aplicação (para ambos, o tráfego é controlado pelo *firewall B*). O serviço de comércio eletrônico a ser implementado será suportado pelo servidor de comércio eletrônico, o roteador e o *firewall A*.

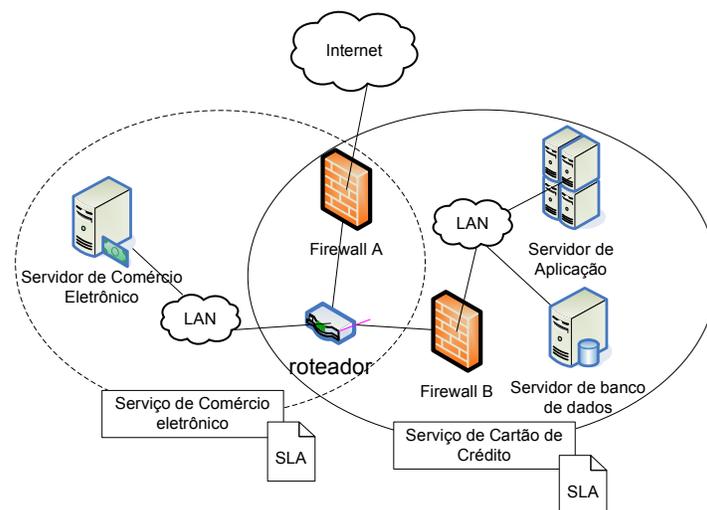


Figura 5.1 - Infra-estrutura do cenário

Os dados utilizados em nosso exemplo foram baseados em um histórico de mudanças de uma grande empresa prestadora de serviços de TI, contendo 977 registros de mudanças no período de um mês. Cada mudança foi armazenada no histórico com as seguintes informações:

- **Categoria:** A categoria comumente é utilizada para armazenar informações específicas da mudança, como o item de configuração afetado durante a mudança ou o objetivo da realização da mudança. A partir do histórico identificamos, dentre outras, as seguintes categorias para as mudanças:
 - **Disponibilização de Aplicações para produção:** trata-se de uma mudança em que uma aplicação desenvolvida internamente será disponibilizada para o ambiente de produção.
 - **Configuração de Firewall:** Configuração das regras contidas no *firewall* para atender novos requisitos de negócios.
 - **Alteração de serviço de Banco de Dados:** Alteração em um ou mais componentes do banco de dados, como atualização do *software* de banco de dados;
 - **Atualização da Infra-estrutura de TI:** Trata-se de mudanças rotineiras executadas na infra-estrutura de TI.
- **Estado:** estado atual da mudança. Dois estados foram informados no histórico: o estado 'encerrado' e o estado 'fechado'. O estado 'encerrado' diz respeito às mudanças que foram implementadas mas que não foram validadas por quem a requisitou. O estado 'fechado' diz respeito às mudanças já validadas por quem a submeteu.
- **Instante da Implementação esperada:** instante previsto para início da implementação da mudança;
- **Término real:** instante em que a mudança foi efetivamente implementada.

Para calcular o tempo de implementação de cada mudança armazenada no histórico utilizamos a diferença entre o tempo de término real da mudança e o seu instante de implementação esperada. Para o cálculo da duração usamos somente mudanças armazenadas cujo estado é 'fechado'. Utilizamos esse cálculo com base em informações repassadas pelo gerente de mudanças da empresa que forneceu os dados. O cálculo da duração da mudança é

necessário para construir a função de manutenção de cada mudança a ser realizada. Nesse contexto, o que diferencia as mudanças é sua categoria. Dessa forma, cada categoria apresenta uma função de manutenção, com média e desvio padrão baseados nos valores obtidos a partir do histórico. Por exemplo, as mudanças que sejam classificadas na categoria 'Configuração de Firewall' poderão ter valores da função de manutenção (como média e desvio padrão) diferentes das mudanças classificadas em outras categorias.

É necessário definir também qual a distribuição que representa de forma mais apropriada a distribuição cumulativa da variável aleatória \tilde{t}_n . A decisão tomada foi a de utilizar a distribuição cumulativa gaussiana. Essa decisão está baseada em um teorema conhecido como *teorema do limite central* [Roh76]. O teorema é definido da seguinte forma: Dado um conjunto de variáveis aleatórias independentes (como as variáveis que representam a duração das atividades componentes da mudança), temos:

$$\tilde{t}_n = \tilde{t}_{n,1} + \dots + \tilde{t}_{n,|A_n|}$$

Assim, \tilde{t}_n é uma variável aleatória com média $\mu_n = \mu_{n,1} + \dots + \mu_{n,|A_n|}$ e variância $\sigma_n^2 = \sigma_{n,1}^2 + \dots + \sigma_{n,|A_n|}^2$. Considerando média e variância finitas, o teorema do limite central afirma que a distribuição resultante da soma de variáveis aleatórias independentes se aproxima de uma distribuição gaussiana. Assim, consideramos a distribuição da variável aleatória \tilde{t}_n com um comportamento que se aproxima de uma distribuição gaussiana. Para a variável aleatória \tilde{t}_n com desvio padrão σ_n e média μ_n , temos a função de manutenção (gerada a partir da função cumulativa gaussiana) dessa mudança:

$$M_n(t) = 1 - \frac{1}{2} \left(1 + \operatorname{erf} \left(\frac{t - \mu_n}{\sigma_n \sqrt{2}} \right) \right)$$

Equação 3 - Função de Manutenção da mudança c_n

Valores finitos de μ_n e σ_n garantem que as integrais da equação 2 (apresentada no capítulo 3) irão convergir.

5.2 Descrição das Mudanças e dos Serviços de TI Afetados

Em nosso cenário as mudanças na infra-estrutura de TI estão classificadas nas seguintes categorias: alteração no serviço de banco de dados, configuração do *firewall*, disponibilização do servidor de comércio eletrônico e atualização da infra-estrutura de TI. Consideramos o instante inicial como o dia 1. As mudanças a serem realizadas são:

- Mudança c_1 : Tem o objetivo de colocar o serviço de comércio eletrônico operacional. Como a conexão com a internet já está sendo paga pelo provedor de serviços, temos um custo anterior à mudança de \$25/hora. Essa mudança deverá ser realizada nos próximos 18 dias. Ao verificar a RFC relativa a essa mudança, o gerente de mudanças atribuiu à mudança a categoria: “Disponibilização de aplicações para produção”;
- Mudança c_2 : Em consequência da mudança c_1 , novas regras de *firewall* devem ser implementadas no *firewall A*. Já que é uma funcionalidade diretamente relacionada ao serviço de comércio eletrônico, deve ser implementada nos próximos 18 dias. A indisponibilidade do *firewall* após o prazo torna o serviço de comércio eletrônico indisponível, sendo sua taxa de indisponibilidade de \$18.000/h. Ao verificar a RFC relativa a essa mudança, o gerente de mudanças atribuiu à mudança a categoria: “Configuração de *Firewall*”;
- Mudança c_3 : Um incidente na infra-estrutura de TI forçou a realização de manutenção no servidor de banco de dados, afetando o serviço de cartão de crédito. Essa mudança foi planejada com um prazo de 20 dias. Ao verificar a RFC relativa a essa mudança, o gerente de mudanças atribuiu à mudança a categoria: “Alteração de serviço de banco de dados”;
- Mudança c_4 : Devido à sobrecarga de tráfego na rede, uma mudança de atualização de alguns equipamentos na rede se faz necessária. Isso impactará diretamente alguns serviços, provocando queda na qualidade dos serviços providos. Essa mudança deve ser implementada nos

próximos 13 dias. A não implementação da mudança custará ao provedor \$300/hora no período anterior ao prazo e \$400/hora no período posterior. Ao verificar a RFC relativa a essa mudança, o gerente de mudanças atribuiu à mudança a categoria: “Atualização da infraestrutura de TI”;

Os serviços afetados pela mudança estão sujeitos às seguintes cláusulas especificadas em SLAs:

- Cláusula geral para todos os SLAs: qualquer mudança relacionada a aspectos de segurança terá um custo de \$1.000 dólares por hora. Essa cláusula está relacionada diretamente à mudança c_2 .
- SLA do serviço de cartão de crédito: A indisponibilidade do serviço de cartão de crédito custará \$9.000/hora no período anterior ao prazo e \$12.000/hora no período posterior ao prazo. Por padrão, RFCs que surgiram em consequência de incidentes têm o custo de \$1.500/hora no período anterior ao prazo e \$2.500/hora no período posterior ao prazo. Os prazos vão depender de quão severo foi o incidente que afetou o serviço. Em nosso cenário, esse serviço está sendo afetado pela mudança c_3 .
- Novo serviço de comércio eletrônico: o serviço de comércio eletrônico deverá estar funcionando nos próximos 18 dias. A penalidade caso o serviço não esteja funcionando no prazo será de \$18.000/hora. Em nosso cenário, esse serviço está sendo afetado pela mudança c_1 .
- Outros serviços: Quando mudanças relacionadas à manutenção da infraestrutura devem ser implementadas (tornando outros serviços indisponíveis), o provedor de serviço estará sujeito a uma penalidade de \$4.000/hora no período anterior ao prazo e de \$5.000/hora no período posterior ao prazo. O prazo será estabelecido em função da gravidade e da urgência da mudança. Em nosso cenário, esses serviços estão sendo afetados pela mudança c_4 .

A Tabela 3 apresenta os valores de indisponibilidade para os serviços apresentados e os prazos (em dias) para implementação dos mesmos. Os dados da tabela 3 foram obtidos a partir dos valores especificados em SLAs.

Tabela 3 – Serviços em TI: Prazos (em dias) e Taxas (\$/h)

#	Serviços	t_z^D	$\varphi_{z,BC}$	$\varphi_{z,AC}$
s_1	Serviço de Comércio eletrônico	18	\$0/h	\$18.000/h
s_2	Serviço de Cartão de crédito	20	\$9.000/h	\$12.000/h
s_3	Serviço de suporte	13	\$4.000/h	\$5.000/h

A Tabela 4 apresenta os valores de taxas e prazos para as quatro mudanças descritas:

Tabela 4 - Mudanças com suas taxas de perda

#	Categoria da Mudança	t_n^D	Serviço Afetado	$\varphi_{n,BC}^C$	$\varphi_{n,AC}^C$	$\varphi_{n,BC}^S$	$\varphi_{n,AC}^S$
c_1	Disponibilização de aplicações para produção	18	s_1	\$25/h	\$18.000/h	0/h	0/h
c_2	Configuração de firewall	18	s_1	\$1.000/h	\$1.000/h	0/h	\$18.000/h
c_3	Alteração de serviço de banco de dados	20	s_2	\$1.500/h	\$2.500/h	\$9.000/h	\$12.000/h
c_4	Atualização da Infra-estrutura de TI	13	s_3	\$300/h	\$400/h	\$4.000/h	\$5.000/h

Observe que atribuímos a $\varphi_{1,AC}^S$ o valor zero, já que, nesse caso, o impacto já está incluído em $\varphi_{1,AC}^C$. A Tabela 5 apresenta o valor de média e de desvio padrão das mudanças selecionadas. Tais valores foram definidos a partir do histórico de mudanças (conforme descrito anteriormente):

Tabela 5 – Média e desvio padrão das mudanças (em horas)

#	μ_n	σ_n
c_1	5.6840	6.2520
c_2	8.1421	7.4317
c_3	6.1018	6.1852
c_4	9.0152	7.3802

5.3 Prioridade das Mudanças

No instante $t = 0$, o gerente de mudanças recebe o conjunto de mudanças descrito anteriormente e deve decidir qual a prioridade associar a cada uma delas. Nesse estudo de caso utilizaremos os níveis de prioridade sugeridos por ITIL: Imediata (a qual atribuiremos o instante t_I), Alta (a qual atribuiremos o instante t_A), Média (a qual atribuiremos o instante t_M) e Baixa (a qual atribuiremos o instante t_B). A ordem apresentada das prioridades é da prioridade de maior urgência para a de menor urgência, com a prioridade Imediata refletindo maior urgência e a prioridade Baixa refletindo menor urgência.

Apresentaremos a seguir o cenário 1, onde cada janela de priorização segue uma política em que instantes de avaliação serão realizados em intervalos semanais, ou seja, considerando que o instante $t_I = 0$, o instante $t_A = 7$ dias, $t_M = 14$ dias e $t_B = 21$ dias. Consideraremos ainda a avaliação do gerente de mudanças em três janelas de priorização: na janela de priorização inicial ($t_I = 0$), na segunda janela de priorização ($t_I = 7$) e na terceira janela de priorização ($t_I = 14$). A Tabela 6 apresenta os valores dos instantes componentes das janelas de priorização utilizadas no cenário.

Tabela 6 - Valores para os instantes das Janelas de Priorização de mudanças

Janelas	t_I	t_A	t_M	t_B
Janela Inicial	0	7	14	21
Segunda Janela	7	14	21	28
Terceira Janela	14	21	28	35

5.3.1 Cenário 1: Resultado da priorização com base no valor do risco

Para esse cenário utilizaremos o limite de tolerância ao risco com valor $\eta = \$200.000$. A Tabela 7 apresenta o valor aproximado do risco para as mudanças, calculada a partir dos valores apresentados na Tabela 4 e na Tabela 5.

Tabela 7 - Tabela dos valores aproximados de risco (em dólares)

#	$R(c_n, 0)$	$R(c_n, 7)$	$R(c_n, 14)$	$R(c_n, 21)$
---	-------------	-------------	--------------	--------------

c_1	\$0	\$4.000	\$9.000	\$1.520.000
c_2	\$8.700	\$176.000	\$344.000	\$1.100.000
c_3	\$76.000	\$496.000	\$916.000	\$2.021.000
c_4	\$29.000	\$72.000	\$257.000	\$325.000

A Figura 5.2 apresenta o gráfico do valor do risco para as quatro mudanças do cenário no intervalo [0,28].

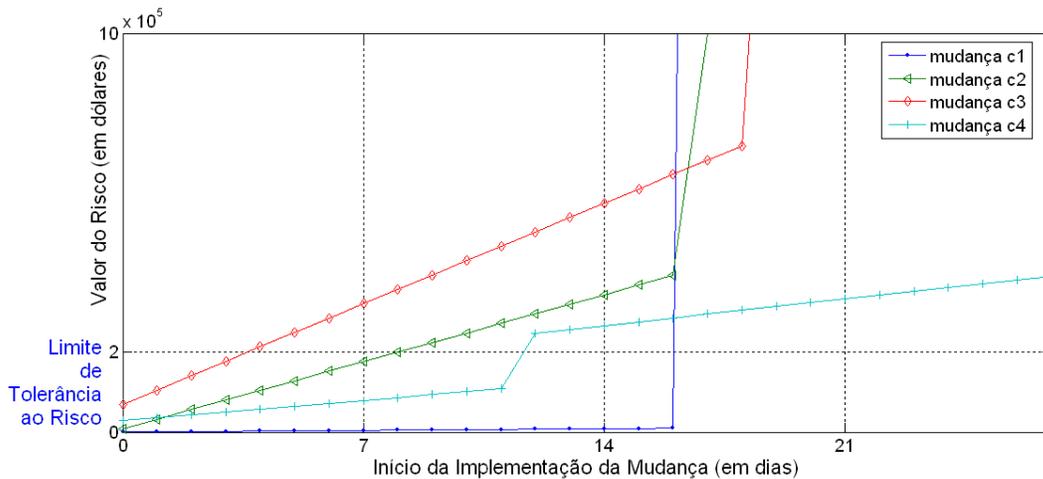


Figura 5.2 - Gráfico representando o risco das mudanças no intervalo [0,28]

O gráfico da figura 5.2 apresenta quatro curvas. O ponto onde cada uma das curvas toca o eixo do “Valor do Risco” (eixo y) indica qual será a perda financeira de cada mudança caso sua implementação seja iniciada imediatamente (instante $t=0$). Podemos observar no gráfico que conforme o tempo passa maior é a perda financeira acumulada de cada uma das mudanças. A reta pontilhada que corta o eixo y no valor $y = 2 \times 10^5$ indica o limite de tolerância ao risco para o cenário. A inclinação aguda apresentada pelas curvas (principalmente após o instante $t=14$) indica o momento em que o prazo da mudança é alcançado, e uma perda com maior taxa é utilizada no cálculo do risco para a mudança.

Calculamos agora para as três janelas apresentadas na Tabela 6 os valores de prioridade e o instante máximo (l_n) em que as mudanças deverão ser implementadas. A Tabela 8 apresenta os valores da priorização para a janela de priorização em que $t_I = 0$.

Tabela 8 - Valores da priorização para a janela de priorização inicial ($t_I = 0$)

n	Prioridade	l_n (em dias)
c_1	Média	14

c_2	Alta	7
c_3	Imediata	0
c_4	Alta	7

Continuando a atividade de priorização, vamos supor que o gerente de mudanças aguardou a segunda janela de priorização para realizar a priorização das mudanças. Como resultado, teremos os valores apresentados na Tabela 9:

Tabela 9 - Valores da priorização para a janela de priorização $t_1 = 7$ dias

n	Prioridade	l_n (em dias)
c_1	Alta	14
c_2	Imediata	7
c_3	Imediata	7
c_4	Imediata	7

Supondo agora que o gerente de mudanças aguardou a terceira janela de priorização ($t_1 = 14$) para realizar a priorização das mudanças. Como resultado, teremos os valores apresentados na Tabela 10:

Tabela 10 - Valores da priorização para a janela de priorização $t_1 = 14$ dias

n	Prioridade	l_n (em dias)
c_1	Imediata	14
c_2	Imediata	14
c_3	Imediata	14
c_4	Imediata	14

Conforme a janela de priorização avança, observamos que os valores de prioridade se modificam. Isso é justificado pela proximidade com o intervalo ao qual o valor do risco da mudança ultrapassa η . Nesse cenário a atividade de priorização foi útil para indicar para a empresa a urgência em que mudanças devem ser avaliadas (e implementadas, caso sejam aprovadas).

5.3.2 Cenário 2: Decisão utilizando duração de mudanças com diferentes média e desvio padrão

Utilizando as taxas informadas na tabela 5 vamos apresentar um cenário para mostrar como a variação na duração da mudança pode influenciar o gerente de mudanças a tomar diferentes decisões na atividade de priorização. A atividade de priorização é baseada em informações contidas na RFC [ITIL03]. Nesse cenário vamos considerar que a partir das informações

contidas na RFC a mudança c_4 (descrita na Tabela 4) poderia ser realizada de duas formas: Na primeira quem requisitou a mudança acaba por omitir algumas informações, e o gerente de mudanças atribui à mudança a categoria “Atualização da Infra-estrutura de TI”. A essa implementação da mudança identificaremos como mudança c'_4 . Na segunda uma RFC com mais informações é gerada, e a mudança é categorizada como “Atualização de equipamento de Rede”. Essa implementação é definida como a mudança c''_4 . Consideramos ainda para o cenário 2 o valor de $\eta = \$100.000$. Utilizaremos a janela de priorização apresentada na Tabela 11.

Tabela 11- Valores da Janela de Priorização(em dias) para o cenário 2

Janela	t_I	t_A	t_M	t_B
Janela Inicial	7	9	14	21

A Figura 5.3 apresenta os gráficos dos riscos das mudanças c'_4 e c''_4 no intervalo [7,21].

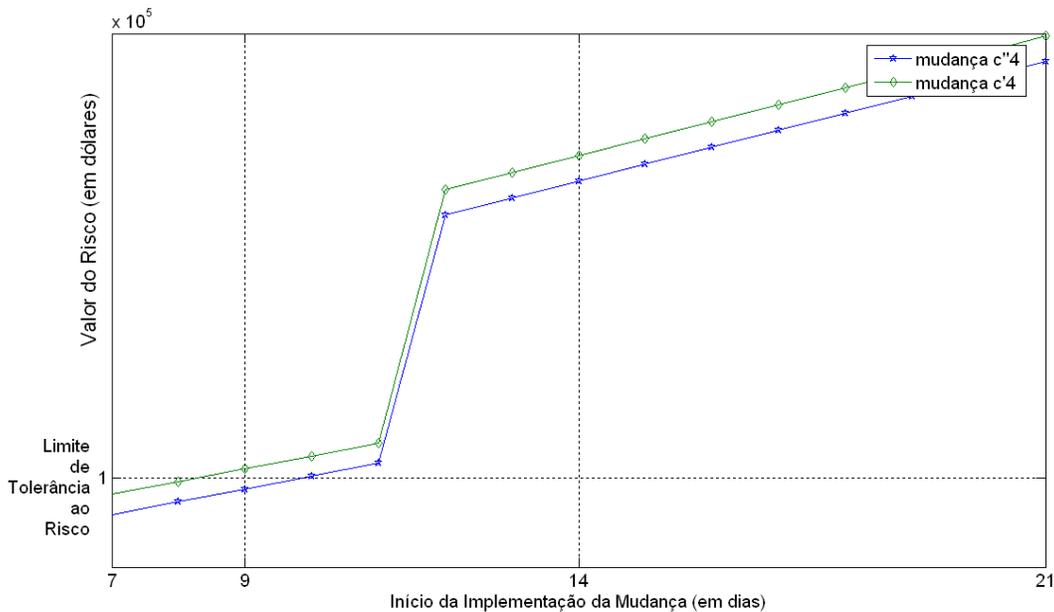


Figura 5.3 - Risco das mudanças c'_4 e c''_4 no intervalo [7,21]

A Tabela 12 apresenta os valores de média e desvio padrão para as duas mudanças, e foi obtida a partir de dados reais²:

² Calculamos esses valores a partir da distribuição dos valores da duração de cada categoria de mudanças, estimada a partir do histórico de mudanças coletado.

Tabela 12 – Média e desvio padrão das mudanças (em horas)

#	μ_n	σ_n
c'_4	9.0152	7.3802
c''_4	6.1381	6.6479

A Tabela 13 apresenta os valores aproximados do risco para as mudanças nos instantes 7, 9, 14 e 21:

Tabela 13 - Valor do Risco para as mudanças c'_4 e c''_4

#	$R(c_n, 7)$	$R(c_n, 9)$	$R(c_n, 14)$	$R(c_n, 21)$
c'_4	\$91.000	\$105.000	\$281.000	\$348.000
c''_4	\$79.000	\$94.000	\$267.000	\$334.200

Calcularemos agora, para a janela de priorização apresentada na tabela 10, os valores de prioridade e o instante máximo (l_n) em que a mudança deverá ser implementada. A Tabela 14 apresenta os valores da priorização:

Tabela 14 - Valores da priorização para a janela de priorização inicial ($t_1 = 7$)

N	Prioridade	l_n (em dias)
c'_4	Imediata	7
c''_4	Alta	9

A seguir apresentamos o resultado da avaliação do cenário por um gerente de mudanças. Em seguida indicaremos as conclusões obtidas a partir da análise dos cenários apresentados.

5.4 Validação da priorização usando o valor do Risco com gerentes de TI

Para avaliar a importância da métrica do risco, apresentamos o problema de priorização apresentado no cenário 1 a um gerente de mudanças de uma grande multinacional e pedimos que informasse, baseado na forma como realiza a priorização de mudanças no seu dia-a-dia, qual o nível de prioridade que atribuiria a cada mudança do cenário 1 para o instante $t_1 = 0$. O resultado é apresentado na Tabela 15:

Tabela 15 - Prioridades atribuídas por um gerente de mudanças às mudanças apresentadas no cenário 1

c_1	c_2	c_3	c_4
Média	Imediata	Imediata	Alta

Para alocar as prioridades às mudanças, o gerente avaliou (de forma intuitiva) a proximidade das mudanças com o prazo e quais mudanças possuem maiores taxas de perda financeira no período anterior ao prazo. Após apresentarmos os resultados de nossa priorização (apresentados na Tabela 8) o gerente compreendeu a métrica de risco e concordou com os valores apresentados na Tabela 8. Particularmente, o gerente concordou que a mudança c_2 deve ser classificada com prioridade 'Alta', já que seu valor do risco só ultrapassaria η após o instante $t = 7$.

5.4.1 Considerações sobre os parâmetros do Risco

O valor calculado do risco envolve, dentre outros parâmetros, a média e o desvio padrão das mudanças de TI. O cenário apresentado na subseção 5.3.2 indica que variações nos valores de tempo para realização de mudanças podem impactar diretamente decisões de mudanças tomadas por gerentes de mudanças. Outros fatores relacionados ao cálculo do risco envolvem o conhecimento dos serviços de TI afetados durante a realização da mudança e das penalidades associadas à implementação de mudanças.

Observando o cenário apresentado na figura 5.2 (cenário 1), é fácil perceber que um valor do limite de tolerância ao risco diferente acabaria por indicar diferentes valores de priorização para as janelas de priorização. Por exemplo, um limite de tolerância ao risco de \$150.000 acabaria por indicar a seguinte janela de priorização.

Tabela 16 - Valores da priorização para a janela de priorização inicial ($t_I = 0$) do cenário 1 quando $\eta = \$150.000$

n	Prioridade	l_n (em dias)
c_1	Média	14
c_2	Imediata	0
c_3	Imediata	0
c_4	Alta	7

A variação dos valores que servem como parâmetros podem acabar por impactar em decisões tomadas por gerentes de mudanças. Dessa forma, a precisão dos valores é imprescindível para a correta compreensão do risco associado a cada mudança de TI. Conforme discutido anteriormente com

gerentes de mudanças, essa precisão vai ser influenciada pela qualidade das informações armazenadas sobre mudanças, da correta compreensão dos serviços de TI afetados pela mudança e do impacto financeiro da realização da mudança. A utilização de todos os elementos de forma precisa requer alguma maturidade da empresa, e tal maturidade tem como requisito a compreensão da importância de se estimar o impacto nos negócios da realização de mudanças de TI. Essa importância pode ser visualizada nos cenários apresentados, onde a realização das mudanças de uma forma não planejada pode provocar perdas financeiras significativas.

5.5 Plano de Validação

No intuito de fazer um levantamento mais fiel à importância dos resultados obtidos, indicamos que os seguintes pontos devem ser abordados no processo de validação do trabalho:

5.5.1 Objetivo

O objetivo do plano de validação é apresentar uma abordagem para realização da validação do modelo do risco proposto nessa dissertação.

5.5.2 Concepção

- Para validarmos este trabalho, alguns requisitos são necessários:
 1. Devemos selecionar uma empresa que implemente pelo menos a atividade priorização de mudanças do processo de gerência de mudanças
 2. A empresa deve armazenar um histórico estruturado das mudanças implementadas. Essas informações devem conter a duração de cada mudança, a duração de suas atividades de implantação e os itens de configuração afetados;
 3. Os serviços devem ser submetidos a *Service Level Agreements* (SLAs) que contêm informações sobre as métricas de qualidade que devem ser atendidas e aspectos financeiros (como taxas e multas) associados aos serviços.

5.5.3 Execução

- A atividade a ser avaliada será a priorização de mudanças de TI. Serão consideradas as seguintes etapas na execução da validação:

1. Inicialmente o gerente de mudanças deverá seguir a priorização de mudanças da forma como já é realizada no dia-a-dia de sua empresa.
2. Em seguida o gerente de mudanças deverá realizar a priorização de mudanças conforme sugerido nessa dissertação. Informações sobre as mudanças serão coletadas no histórico e nos contratos.
3. Após a realização das duas priorizações, deverá ser observado em termos financeiros qual foi a abordagem que alcançou os melhores resultados entre a realização de mudanças e interesses de negócios da empresa.

5.5.4 Conclusão

1. Os resultados obtidos no tópico de execução em cada empresa devem ser levados para avaliação na etapa de conclusão. O perfil de cada empresa deve ser tratado, assim como diferenças da abordagem da gestão de mudanças adotadas para cada empresa. Por exemplo, pode ser avaliada a diferença entre resultados de empresas que possuem uma política de maior tolerância ao risco e empresas com menor valor de tolerância ao risco;
2. Após a verificação de como o modelo de risco auxilia gerentes de mudanças, melhorias podem ser feitas na abordagem do risco proposto nessa dissertação.
3. Visualizamos os seguintes benefícios como possivelmente alcançados pelo modelo de risco proposto:
 - Automatizar decisões tomadas por gerentes de mudanças durante a atividade de priorização;
 - Gerar um resultado de priorização alinhado a interesses de negócios da empresa;

5.6 Conclusões sobre os cenários apresentados

Os cenários discutidos indicam que conforme o gerente de mudanças adia a decisão de quando implementar mudanças, diferentes prioridades serão atribuídas às mesmas. A utilização da janela de priorização foi útil para indicar

o comportamento futuro da mudança, e mostrar ao gerente o quanto ele pode esperar até realizá-las. A consequência dessa espera, conforme apresentado nas tabelas 7 e 13, é um maior risco para as mudanças com o passar do tempo.

O cenário 1 apresentou a priorização de quatro mudanças. Além da utilização do algoritmo apresentado no capítulo 4, foi levada em consideração nesse processo a categoria em que cada uma das quatro mudanças foi classificada para estimar sua duração. Observamos na Tabela 5 que os valores de média e desvio padrão são diferentes para cada categoria de mudança. Podemos observar no gráfico da Figura 5.2 que a classificação de cada mudança em níveis de prioridade está baseada no momento em que o valor do risco ultrapassa o limite de tolerância ao risco (representado pela linha horizontal pontilhada).

A partir do cenário 2 foi observado que alterações nos valores da média e do desvio padrão para uma mesma mudança podem levar a diferentes decisões por parte do gerente de mudanças. No caso apresentado diferentes descrições de uma mudança fizeram com que a mesma fosse classificada em diferentes categorias. Tais categorias são úteis para efeito de cálculo da duração da mudança a partir do histórico (ver Tabela 5). Conforme apresentado anteriormente, observamos que diferentes mudanças classificadas em diferentes categorias (como 'configuração de *firewall*' e 'Atualização da Infra-estrutura de TI') podem ter diferentes valores de média e de desvio padrão. Esses valores são importantes, pois a partir deles calculamos a função de manutenção das mudanças (apresentada na Equação 3). O comportamento das duas mudanças está apresentado no gráfico da Figura 5.3. A mudança c'_4 deve ser implementada até o instante $t=7$. Já a mudança c''_4 deve ser implementada até o instante $t=9$.

Conforme mencionado anteriormente a atividade de priorização acaba por influenciar a ordem de implementação das mudanças. O valor do risco pode ser utilizado para indicar a ordem de implementação de mudanças, se utilizarmos esse valor na atividade de priorização de mudanças conforme proposto nessa dissertação. É possível ainda estender o modelo do risco para suportar outras atividades do gerenciamento de mudanças (conforme apresentado no capítulo 4), como a atividade do agendamento de mudanças.

Por fim, indicamos que a abordagem da avaliação de risco aqui apresentada é adaptável a diversas organizações, independente do seu faturamento e área de negócios que trabalha. Isso se deve ao fato de utilizarmos conceitos e terminologia ITIL no tratamento do risco. No momento da escrita dessa dissertação houve o lançamento da biblioteca ITIL versão 3. Embora não tenhamos abordado aspectos da nova versão da biblioteca ITIL, em [ITIL07] identificamos que o objetivo do gerenciamento de mudanças foi mantido conforme especificado na versão de ITIL que trabalhamos nessa dissertação. Conceitos como o CMDB ou CIs foram mantidos, assim como as atividades realizadas durante o gerenciamento de mudanças de [ITIL03] foram igualmente citadas em ITIL versão 3 [ITIL07]. Entretanto, essa análise preliminar não é suficiente para indicar se houve algum impacto significativo na nova abordagem de ITIL em relação ao processo de gerenciamento de mudanças.

Capítulo 6

Trabalhos Relacionados

Esse capítulo faz breve revisão de trabalhos que abordam temas relacionados a esta dissertação. Apresentamos o capítulo de trabalhos relacionados dividido em duas seções: A seção de trabalhos relacionados ao gerenciamento de mudanças e a seção de trabalhos que tratam com a avaliação de riscos.

6.1 Seção do Gerenciamento de Mudanças

Não foram muitos os trabalhos que identificamos que foram desenvolvidos com enfoque no gerenciamento de mudanças de TI. Durante o levantamento bibliográfico, não identificamos nenhum trabalho que tratasse da avaliação de riscos nas atividades do gerenciamento de mudanças de TI. Os trabalhos disponíveis em relação ao gerenciamento de mudanças foram desenvolvidos por um grupo de pesquisa da IBM [Kel04][Kel05] e pelo projeto *Bottom Line* [BL]. Dividimos a apresentação dos trabalhos relacionados da seguinte forma: os trabalhos na área de gerência de mudanças serão apresentados nas sub-seções 6.1.1, 6.1.2, 6.1.3 e 6.1.4. A seção 6.2 diz respeito aos trabalhos relacionados à avaliação de riscos. Por fim apresentaremos uma seção contendo considerações sobre os trabalhos relacionados (seção 6.3).

6.1.1 CHAMPS: Gerenciamento de Mudanças com Planejamento e Agendamento

Gerenciamento de Mudanças com Planejamento e Agendamento (do inglês *Change Management with Planning and Scheduling* - CHAMPS) [Kel04] é uma iniciativa da IBM para a construção de um sistema cujo intuito principal é formular gerenciamento de mudanças (e os sub-processos provisionamento, distribuição, instalação e configuração) como problemas de otimização, e gerar automaticamente planos de mudanças como uma seqüência de operações a serem realizadas na infra-estrutura de TI. CHAMPS tem ainda por objetivo diminuir o tempo para a realização de mudanças, através da verificação de dependências entre tarefas e da indicação de que tarefas podem ser realizadas paralelamente.

Um ponto importante a ser observado em CHAMPS é que seu foco é na mudança em *software*. O sistema CHAMPS foi modelado utilizando técnicas já existentes (como fluxos de trabalho e gerenciamento de projeto) para a construção de uma solução integrada de gerenciamento de mudanças. Ainda nesse trabalho são formalizadas as restrições para a implementação das mudanças e, baseado em tais restrições, é apresentado um cenário de mudança em um sistema de comércio eletrônico. Para esse cenário o sistema CHAMPS consegue maximizar o número de atividades de mudança implementadas concorrentemente, tendo como consequência a diminuição do tempo total de execução da mudança.

O principal objetivo de CHAMPS é apresentar um sistema para automatizar a implementação de mudanças e prover melhorias no tempo de execução de mudanças através da realização de atividades de mudança de forma concorrente. Os recursos envolvidos nessa automatização são servidores que tem a capacidade de realizar uma atividade de cada vez. A paralelização é obtida quando mais de um servidor é utilizado na solução. Ao contrário do foco desta dissertação, o sistema CHAMPS não apresenta o alinhamento entre o gerenciamento de mudanças de TI e objetivos de negócios da empresa. Métricas de negócios não foram inseridas e, embora o autor comente que informações obtidas em contratos eletrônicos devem influenciar a prioridade de implementação das mudanças, esse fator não foi levado em consideração na atividade de planejamento de mudanças proposta em CHAMPS. Nessa dissertação apresentamos uma solução para classificação de mudanças em níveis de prioridade utilizando o impacto financeiro esperado da mudança. A solução apresentada nessa dissertação é útil para auxiliar o gerente a tomar decisões relacionadas às atividades do gerenciamento de mudanças. A automação no processo de decisão usando o valor do risco (se aplicada em alguma atividade do gerenciamento de mudanças) pode ter como consequência um ganho significativo de tempo no processo de mudanças. Ao contrário do objetivo de CHAMPS, a solução apresentada nessa dissertação não teve por objetivo a economia de tempo na realização de mudanças.

6.1.2 Automatizando o processo de gerenciamento de mudanças usando contratos eletrônicos

O trabalho de Keller em [Kel05] é relacionado ao gerenciamento de serviços, envolvendo conceitos de contratos eletrônicos com gerenciamento tradicional de redes e sistemas. O autor em [Kel05] se preocupa em descrever os contratos eletrônicos consumidos pelo sistema de gerenciamento de mudanças proposto em CHAMPS. Nesse contexto, há a especificação de quatro tipos de contratos a serem utilizados no gerenciamento de mudanças. São eles:

1. Requisição para Mudança (RFC): A RFC descreve o que deve ser feito (geralmente em termos de mudanças em *hardware/software*), a operação de mudanças a ser implementada (instalação, configuração, desinstalação e distribuição) assim como o prazo em que a mudança deverá ser implementada;
2. Descritores de instalação (*Deployment Descriptors*): São documentos utilizados para descrever dependências a que mudanças estão sujeitas. Tais dependências são apresentadas através de uma ou mais mudanças implícitas que deverão suportar a mudança a ser implementada. Componentes que devem estar presentes antes da realização da mudança e componentes que devem ser instalados juntamente à mudança são exemplos de informações que deverão estar presentes nos descritores de instalação.
3. Políticas e boas práticas: Políticas representam os objetivos de negócios de um provedor de serviço. Exemplos de políticas são: minimizar o tempo de *downtime* causado pela mudança, maximizar o número de RFCs atendidas ou minimizar o tempo total de implementação de mudanças. As boas práticas especificam uma variedade de restrições administrativas que devem ser garantidas pelo sistema gerenciador de mudanças;
4. Acordos em nível de serviços (SLAs): O conjunto de informações contratuais relacionadas à qualidade de serviços providos pelo provedor de serviços ao cliente deve estar previamente especificado em contratos eletrônicos.

O artigo trata da apresentação formal desses contratos para a implementação automática do gerenciamento de mudanças, utilizando-se de

linguagens formais para a descrição de informações para contratos. O autor obtém o gerenciamento tendo como entrada RFCs, que por sua vez serão realizadas respeitando informações contidas em contratos. O sistema gerenciador de mudanças deve relacionar cada RFC com SLAs, descritores de instalação relacionados à mudança e políticas que deverão ser seguidas no processo de implementação da mudança.

Os contratos eletrônicos especificados e formalizados em [Kel05] foram utilizados no sistema CHAMPS. Por fim, é apresentado um cenário para validar a eficiência do sistema CHAMPS com relação ao agendamento e implementação de mudanças. Os cenários apresentados em [Kel05] indicam que a abordagem adotada pode trazer ganhos significativos de tempo.

Diferente do que foi abordado em CHAMPS, o autor se preocupou em descrever os contratos envolvidos na atividade de mudanças de TI. O autor assume que os contratos foram previamente acordados entre o provedor de serviços e o cliente. As informações contratuais serão utilizadas para indicar em que momento a mudança poderá ser realizada. Entretanto o autor utiliza essa informação para indicar até quando a mudança pode ser realizada, sem indicar qual o impacto financeiro da decisão de quando realizar a mudança. O autor também não indica como essa abordagem pode ser utilizada para priorizar mudanças. Outro ponto divergente do trabalho apresentado nessa dissertação é que o autor em [Kel05] não utiliza a informação da duração da implementação da mudança.

6.1.3 Primeiros passos no suporte a decisões no gerenciamento de mudanças da ITIL

Em [Sau06b] é apresentado um dos trabalhos do projeto *Bottom Line* na linha do gerenciamento de mudanças na ITIL. O objetivo do trabalho é apresentar uma função que calcula perdas em negócios relacionadas à implementação de mudanças de TI. Nesse contexto, perdas em negócios são apresentadas como perdas financeiras decorrentes do mau funcionamento de serviços suportados pela TI. Tal função será útil em uma ferramenta para suportar decisões em mudanças. Os fatores envolvidos na estimativa das perdas em negócios apresentados em [Sau06b] são os seguintes:

- Probabilidade de violação de SLA: Devido a penalidades incluídas em cláusulas de SLAs, e para evitar um impacto negativo na imagem da empresa, muitos gerentes de TI apontam informações contidas no SLA como fator determinante na tomada de decisões. Nesse trabalho a probabilidade de violação de SLA será uma das métricas a ser utilizada na tomada de decisão do gerente de mudanças;
- Indisponibilidade do Sistema: No cenário descrito, quando os serviços em TI ficam indisponíveis há uma perda de negócios, já que o provedor deixa de realizar operações de negócios.

A função é calculada a partir da probabilidade da violação de uma cláusula contratual (que será afetada pela implementação da mudança) e da estimativa das perdas ocasionadas pela indisponibilidade dos serviços durante a implementação da mudança. É importante observar que o modelo apresentado diz respeito à avaliação das perdas relacionadas à implementação de uma mudança. O suporte a múltiplas mudanças não foi tratado em [Sau06b].

Por fim os autores apresentam um cenário em que duas mudanças devem ser realizadas e, baseado na perda em negócios, o gerente de mudanças deve decidir em que datas deverá implementar cada uma das mudanças. A conclusão apresentada no trabalho é de que a perda financeira causada por cada mudança depende do momento em que será implementada. Essa característica deverá servir de base para implementação de ferramentas de suporte a decisões em mudanças, adicionando uma perspectiva das perdas financeiras relacionadas à mudança.

Em [Sau06b] os autores consideram a perda financeira relacionada ao momento de início de implementação da mudança. Essa decisão está baseada na probabilidade de violação de SLA em decorrência da indisponibilidade dos serviços afetados pela mudança. Em nosso trabalho não levamos em consideração a probabilidade de violação de SLAs em mudanças. Os autores avaliam a probabilidade da mudança violar um SLA em função da sua duração, entretanto a duração da mudança não foi calculada: o que é apresentado no artigo é uma estimativa do impacto financeiro conforme a mudança consoma mais tempo em sua implementação. Embora os autores sugiram que a função

de cálculo de perdas pode ser utilizada nas atividades do gerenciamento de mudanças, nenhuma atividade específica foi abordada.

6.1.4 Uma ferramenta de suporte a decisões para otimizar o agendamento de mudanças de TI

Em [Reb07] é apresentada uma solução para suportar decisões de gerentes de mudanças durante a atividade de agendamento de mudanças sob a perspectiva ITIL. O agendamento é apresentado como a atividade em que o gerente de mudanças deve alocar mudanças a ser implementadas em janelas de mudanças pré-estabelecidas. Uma Janela de mudanças é um intervalo previamente acordado com o cliente em que a indisponibilidade dos serviços de TI não provoca nenhum ônus financeiro. No trabalho é apresentada a atividade de agendamento de mudanças, dividida em três etapas:

- Definição de dependências entre mudanças: Nessa fase, o gerente deve especificar a relação de dependência entre mudanças. Essa atividade acaba por influenciar a seqüência em que mudanças devem ser implementadas;
- Alocação de mudanças em janelas de mudanças: Baseado nas informações dos clientes e em informações contidas em contratos, o gerente deverá alocar mudanças em janelas de mudanças.
- Agendamento de mudanças: Dado um conjunto de mudanças, a dependência entre elas e um conjunto de janelas de mudanças, o gerente de mudanças deve especificar quando cada mudança será implementada e qual a ordem de sua implementação;

A cada mudança é atribuída um prazo e a não obediência a prazos implica em pagamento de multas. O impacto financeiro associado à atividade de agendamento é especificado com os seguintes atributos:

- Perda no período anterior à implementação: Uma taxa será cobrada pela não implementação da mudança no período anterior à sua implementação;
- Custo da implementação da mudança: associado à implementação da mudança, teremos um custo;

- Impacto da implementação da mudança após o prazo: Conforme especificado em cláusulas contratuais, algumas mudanças podem ter um custo associado quando não implementadas no prazo.

O cenário apresentado é de instalação/manutenção de um ambiente de comércio eletrônico. O gerente de mudanças deve implementar 12 mudanças em 4 janelas de mudanças. A partir de valores financeiros (baseados em dados reais) é possível visualizar que as possíveis combinações de mudanças podem levar uma perda variando de \$7.896,00 até \$2.897.300,00. Com isso, os autores chegam à conclusão de que diferentes agendamentos de mudanças podem trazer perdas financeiras diferentes.

Os autores em [Reb07] elencam algumas métricas para avaliar o impacto financeiro em mudanças, onde nos baseamos em algumas delas para avaliar o risco: A taxa de perda financeira decorrente da não implementação da mudança em um período anterior e posterior ao prazo e a taxa da perda financeira decorrente da indisponibilidade dos serviços de TI afetados pela mudança durante a implementação da mudança, no período anterior e posterior ao prazo. Um ponto importante a ser observado nesse trabalho é que mudanças são apresentadas com uma duração fixa (pré-estabelecida) e que a urgência na implementação das mudanças não foi abordada. Nesse contexto, essa dissertação vem como um trabalho complementar, em que o valor do risco da forma como propomos pode ser utilizado futuramente para suportar a atividade de agendamento de mudanças.

6.2 Trabalhos relacionados à avaliação de risco

Em [BRP01] é apresentado um dos trabalhos que utilizam a definição de risco como a medida da probabilidade da ocorrência de um evento multiplicado por seu impacto. Essa definição de risco é vastamente adotada, sendo sua abordagem comum à abordagem de diversas metodologias que tratam com o gerenciamento de riscos [PMBOK][Oct][Cramm], sendo utilizada como base da definição de risco utilizada em nosso trabalho. Muitos dos trabalhos relacionados ao gerenciamento de risco na infra-estrutura de TI estão baseados em metodologias para análise qualitativa do risco. Em [MP07] a avaliação do risco em mudanças é feita através da análise SWOT. A análise

SWOT avalia as forças, ameaças, fraquezas e oportunidades de um projeto e indica um valor quantitativo para o risco. Entretanto esses valores são baseados principalmente em experiências anteriores. O autor indica que esse método é utilizado como uma forma de demonstrar aos integrantes do CAB uma fotografia de como a mudança em análise se encontra em termos de risco. As metodologias citadas que tratam do gerenciamento de riscos apresentam uma avaliação qualitativa do risco. Embora seja uma abordagem bastante útil em outras áreas, ela apresenta limitações quando lidamos com a avaliação da urgência de implementação de mudanças de TI. Tais limitações dizem respeito em parte à necessidade de se avaliar a urgência da mudança em um nível de granularidade maior que o provido em abordagens qualitativas. Isso se deve ao fato de que quando fazemos análise qualitativa da urgência de dezenas ou centenas de mudanças, é possível que muitas delas sejam classificadas com o mesmo nível de urgência. A empresa pode não possuir os recursos necessários para implementação de todas as mudanças classificadas com o maior nível de urgência. Dessa forma, é necessária uma abordagem que indique com um nível maior de precisão a urgência de cada mudança a ser realizada. A abordagem que utilizamos em nosso trabalho foi a avaliação quantitativa do risco, o que permite que gerentes de mudanças avaliem a urgência de mudanças com um nível maior de granularidade – isto é, com maior capacidade de qualificar mudanças, pois possui informações mais detalhadas sobre sua urgência.

Em [Goo] é apresentado um estudo de caso em que o risco em mudanças em uma infra-estrutura de TI é avaliado. Os critérios utilizados na avaliação devem refletir a criticidade da mudança e o impacto adverso da mudança. Métricas de negócios são utilizadas nesse cenário (como número de clientes afetados pela mudança e o impacto financeiro da indisponibilidade dos serviços afetados pela mudança), e o resultado é uma avaliação qualitativa do risco da mudança. Em nosso trabalho, ao contrário do que foi abordado em [Goo], nos baseamos na gerência de mudanças sob a perspectiva ITIL e temos como resultado uma avaliação quantitativa do risco.

Em [Cha91] é apresentada a perspectiva do risco sob o aspecto negativo. A abordagem do risco de ocorrências de problemas nos negócios, acarretando em perdas, é apresentada na ITIL. Em [BRP01] é abordada uma metodologia

para avaliação de riscos em empresas que prestam serviços de TI, onde é apresentada uma tabela com os principais componentes do risco em tais empresas. Baseado nessa tabela, o autor avalia qualitativamente o risco. Identificamos outros trabalhos relacionados ao gerenciamento de riscos em TI, que lidam com riscos relacionados a ameaças e vulnerabilidades em segurança [Kon06][CCTA] ou tratam do gerenciamento de riscos sob a perspectiva do gerenciamento de projetos de software [MGR00]. Entretanto, esses trabalhos não fazem análise quantitativa do risco, nem lidam com o gerenciamento de mudanças de TI.

Em nosso trabalho utilizamos a mesma perspectiva de risco abordada em [MS87]. O fator probabilístico neste trabalho é a duração da implementação da mudança. Abordamos o risco em mudanças sob a perspectiva negativa, o que implica afirmar que quanto maior o risco de mudanças maiores serão as perdas financeiras esperadas.

6.3 Considerações sobre os Trabalhos Relacionados

Conforme descrito em [Sau06a], ferramentas comerciais para o gerenciamento de TI provêm suporte administrativo para o processo de mudanças. Entretanto não há suporte à tomada de decisões necessárias durante o ciclo de vida do gerenciamento de mudanças. Apesar de conceitos como o risco estarem presentes, sua definição é um tanto ambígua e sua avaliação é deixada a cargo do usuário. Soluções para a mitigação do risco em mudanças de TI foram desenvolvidas por algumas empresas [IBM][Cis]. Entretanto tais soluções estão sujeitas à utilização de um conjunto de ferramentas e procedimentos especificados pelo vendedor, o que muitas vezes não se adapta à realidade de empresas que prestam serviços de TI.

Os trabalhos apresentados em [Kel04][Kel05] dizem respeito à automação da atividade de implementação da mudança, através da geração de planos de mudanças. O objetivo maior apresentado nesses trabalhos é o de otimizar o tempo para implementação de mudanças. Questões como impacto financeiro nos negócios para implementação das mudanças e abordagem de outras atividades relacionadas ao gerenciamento de mudanças não foram abordadas nesses trabalhos. Embora os trabalhos do projeto *Bottom Line* envolvam a tomada de decisões relacionadas ao gerenciamento de mudanças, ainda não

havia sido inserida a métrica de risco para suportar decisões em atividades do gerenciamento de mudanças.

Dessa forma, em relação aos trabalhos abordados nesse tópico visualizamos alguns pontos abordados por nosso trabalho que não foram abordados anteriormente. Incluímos em nosso trabalho a abordagem do cálculo da duração de mudanças de TI, apresentamos uma definição de risco em mudanças de TI e, de nosso conhecimento, essa dissertação apresenta a primeira abordagem formal, quantitativa, orientada a negócios para automaticamente calcular o risco e atribuir prioridades a um conjunto de mudanças em ITSM.

Capítulo 7

Conclusão e Trabalhos Futuros

Esse capítulo apresenta a conclusão de nosso trabalho. Também abordamos aqui alguns tópicos que podem ser tratados futuramente.

7.1 Conclusão

Mudanças podem gerar problemas sérios para gerentes de TI, que devem buscar suprir um ou mais dos objetivos básicos de uma empresa: redução de custos, melhoria da produtividade ou exploração de novas oportunidades de negócios. Todos eles estão diretamente relacionados aos interesses de negócios de qualquer empresa, e são alcançados através do tratamento adequado do relacionamento de processos de negócios com a infra-estrutura de TI [Tau07].

Mudanças também são ocasionadas por incidentes ou problemas em recursos, entre outros motivos. De forma geral, as mudanças de TI podem gerar impactos negativos: um incidente pode dar origem a uma mudança que, se realizada em momento impróprio (uma longa demora, por exemplo), pode afetar negativamente os negócios da empresa. Dessa forma um gerente de TI que deseja realizar mudanças de forma alinhada a interesses de negócios deve ter o conhecimento do impacto da realização de mudanças.

Nesse contexto, essa dissertação tratou do processo de gerenciamento de mudanças com enfoque na gestão dos serviços de TI. Propomos uma métrica de negócio para avaliar mudanças de TI, e apresentamos essa métrica como o risco em mudanças. No intuito de indicar a importância do risco para gerentes de mudanças, aplicamos um questionário para empresas de TI em 2006, em que perguntamos, dentre outras questões, qual a importância da métrica do risco para gerentes de mudanças. Concluímos que o risco da forma como propomos pode ser útil para auxiliar o gerente em diversas atividades, já que seu valor reflete o impacto financeiro da mudança. Os resultados do questionário que aplicamos podem ser encontrados no apêndice B dessa dissertação.

Nessa dissertação calculamos o valor do risco associado a uma mudança, e aplicamos a métrica do risco para o problema de alocar prioridades a

mudanças de TI de forma automática. Nesse sentido um modelo formal foi apresentado, onde capturamos a perspectiva de negócios através da utilização de métricas financeiras. Um estudo foi desenvolvido e apresentado juntamente a gerentes de mudanças. Os resultados que obtivemos, quando comparados a decisões tomadas por gerentes de mudanças, indicam que nossa abordagem é promissora. A validação apresentada indica que a métrica do risco é útil. O impacto financeiro esperado da realização da mudança poderá ser utilizado como entrada para a priorização automática de mudanças.

Entendemos que a validação da métrica do risco não está concluída, e que ainda é necessária a utilização dessa métrica em muitos casos reais para que a importância da métrica do risco para atividade de priorização seja fielmente mensurada. Ainda assim, os resultados preliminares apresentados são encorajadores. Conversas realizadas com gerentes de mudanças indicam que essa abordagem é aplicável para diversas empresas. É importante observar que nossa solução não vem para substituir o gerente de mudanças em suas atividades, e tampouco indicamos que nossa abordagem é melhor que a forma como gerentes de mudanças priorizam mudanças: tivemos por objetivo apresentar uma solução para auxiliar gerentes de mudanças a priorizar mudanças de forma automática. Essa decisão é importante para prover a escalabilidade do processo de priorização de mudanças, onde o gerente de mudanças deixa de tomar decisões intuitivas e se baseia em um procedimento formal, quantitativo e orientado a negócios para suportar decisões relacionadas às atividades do gerenciamento de mudanças.

7.2 Trabalhos Futuros

Nossa abordagem apresenta algumas deficiências que podem ser investigadas futuramente. Como exemplos, podemos citar: os parâmetros financeiros podem ser difíceis de serem obtidos caso SLAs estejam incompletos. Outro ponto é que nosso modelo considera o valor do risco relacionado à duração da implementação de mudanças, sem levar em consideração recursos humanos envolvidos nem a complexidade de se implementar a mudança. Outro aspecto a ser investigado diz respeito à qualidade das informações armazenadas no CMDB. A questão crucial aqui é: como fazer análise de risco (da forma como propomos) quando temos um

CMDB incompleto, ou com informações armazenadas sem um nível considerado adequado de precisão? É interessante futuramente avaliar a forma como a métrica do risco afeta outras atividades do gerenciamento de mudanças, como a classificação de mudanças e o agendamento de mudanças.

A respeito da forma como calculamos o risco em mudanças, vale a pena ressaltar que a duração da implementação da mudança pode não ter um efeito significativo atualmente na tomada de decisão. Muitos gerentes de mudanças priorizam mudanças em suas empresas sem levar em consideração esse fator. Além do impacto financeiro, é comum que gerentes de mudanças cite outras perspectivas de negócios para priorizar mudanças de TI: a mais comum delas é a compreensão de como mudanças afetam a imagem da empresa. Futuramente essa perspectiva pode ser incluída na avaliação do risco, assim como outras perspectivas que não foram avaliadas nesse trabalho. No intuito de obter distribuições de probabilidade que reflitam fielmente a duração das mudanças, nós visualizamos duas alternativas: a primeira, através da obtenção de dados históricos foi abordada nesse trabalho – indicamos que caso informações sobre a duração das atividades componentes da mudança estejam disponíveis, podemos utilizar a distribuição gaussiana para descrever a duração da mudança; uma outra alternativa seria questionar gerentes de projetos sobre a duração mínima e máxima para algumas mudanças, e utilizar uma distribuição como *Weibull*. Durante uma validação mais aprofundada poderia ser avaliado qual o comportamento mais adequado da distribuição.

Conforme mencionado anteriormente, no momento da escrita dessa dissertação a versão 3 [ITIL07] da biblioteca ITIL foi lançada. Embora a nossa proposta de avaliação do risco de mudanças trate de aspectos que vão além do que é apresentado em ITIL, é importante fazer uma análise das modificações (se houverem) da forma como ITIL aborda o gerenciamento de mudanças, no intuito de estimar qual o impacto da versão mais nova da biblioteca ITIL em nossa abordagem.

Por fim, indicamos que o resultado de nosso trabalho está apresentado no artigo "*On the Risk and Priority Determination of Changes in IT Service Management*" que é apresentado no apêndice C dessa dissertação.

Referências Bibliográficas

- [Bar06] Ana Barbosa, Avaliando Arquiteturas de Auditoria de Acordos de Nível de Serviço para Web Services e Grid Services, Dissertação de mestrado, Departamento de Sistemas e Computação da Universidade Federal de Campina Grande, 2006
- [BKP04] Jan Van Bon, George Kemmerling, e Dick Pondman. *IT Service Management: An Introduction*. Van Haren Publishing, Second Edition, 2004.
- [BL] Projeto *Bottom Line*, disponível em www.bottomlineproject.com Acessado em Agosto de 2007.
- [BMC] *What do you need from a Configuration Management Database*, Disponível em www.bmc.com/USA/Corporate/BSM/attachments/BMC_CMDB_wp_e_n.pdf , Acessado em Março de 2007
- [BRP01] Aubert Bernoit, Suzanne Rivard, Michel Patry, *Managing IT Outsourcing Risk: Lessons Learned*, APRA Publishing, Cirano, Montreal, Maio de 2001
- [BST06] Claudio Bartolini, Mathias Sallé, e David Trastour, “*IT Service Management Driven by Business Objectives*”, em *IEEE/IFIP Network Operations & Management Symposium (NOMS 2006)*, 2006
- [CCTA] *CCTA Risk Analysis and Management Method CRAMM*, Disponível em <http://www.itsmsolutions.com/newsletters/DITYvol2iss8.htm> Acessado em Maio de 2007
- [Cha91] Robert Charette, *Application Strategies for Risk Analysis McGraw-Hill, New York*,1991
- [Cis] Cisco, *Change Management: Best Practices White Paper*, Disponível em <http://www.cisco.com/warp/public/126/chmgmt.shtml>, Acessado em Abril de 2007
- [Cramm] Siemens, Cramm, Disponível em: <http://www.cramm.com/> Acessado em Agosto de 2007
- [Goo] Jan Goolsbey, *Risk-Based IT Change Management*, Disponível em http://web.reed.edu/nwacc/programs/awards/excellence_award/pnnl_submissions_07/pnnl_risk-based_it_change_management.pdf Acessado em Maio de 2007
- [IBM] IBM, *IT Service Management – Change and Configuration Management: Reducing Risk by understanding your infrastructure*, Disponível em <http://www-03.ibm.com/solutions/itsolutions/doc/content/bin/>, Acessado em Fevereiro de 2007
- [ITIL03] *IT Infrastructure Library, “ICT Infrastructure Management”, “ITIL Service*

- Support”, Office of Government Commerce, Reino Unido, 2003*
- [ITIL07] *IT Infrastructure Library - ITIL, “ITIL Service Transition”, Office of Government Commerce, Reino Unido, 2007*
- [ITPM] Modelo de Processos de TI da IBM (ITPM), Disponível em <http://www-306.ibm.com/software/tivoli/education/D611140S91034Q82.htm> Acessado em Fevereiro de 2007
- [ITSM] Modelo de Referência HP ITSM, Disponível em: <http://h20219.www2.hp.com/services/cache/78360-0-0-225-121.aspx>, Acessado em Fevereiro de 2007
- [Kel04] Alexander Keller et al, *The CHAMPS System: Change Management with Planning and Scheduling*, em *IEEE/IFIP Network Operations and Management Symposium (NOMS 2004)*, IEEE Press, 2004
- [Kel05] Alexander Keller. et al, *Automating the Change Management Process with Electronic Contracts*, em *1st IEEE International Workshop on Service oriented Solutions for Cooperative Organizations (SoSACO '05)*, IEEE Computer Society Press, 2005
- [Kon06] Suleyman Kondakci, *A Remote IT Security Evaluation Scheme: A proactive approach to risk management*, em *4th IEEE International Workshop on Information Assurance*, 2006
- [Lew99] Lundy Lewis, *Service Level Management for Enterprises Networks*, Artech House Publishers, 1999.
- [LS97] M. Levin e M. Schneider (1997). “*Making the Distinction: Risk Management, Risk Exposure*,” *Risk Management*, Vol.44, No.8, pp. 36-42, 1997
- [Mar06] Filipe Marques, *Projeto de Infra-estrutura de TI pela perspectiva de negócio*, Dissertação de mestrado, Departamento de Sistemas e Computação da Universidade Federal de Campina Grande, 2006
- [Mar07] William Mark, *More Long-term Outcome Data on Temporal Lobectomy* Disponível em <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1176327> , Acessado em Maio de 2007
- [MGR00] Mosier S., Guetenberg S., Raphael, R., *The relationship of technology change management to risk management*, em *IEEE Volume Issue 2000*, Pag:534 - 539 , 2000
- [MOF] Microsoft, *Microsoft Operations Framework (MOF)*, Disponível em <http://www.microsoft.com/technet/itsolutions/cits/mo/mof/default.mspx>. Acessado em Fevereiro de 2007
- [Mou06] José Moura et al, *A Quantitative approach to IT Investment Allocation to Improve Business Results*, em *7th IEEE International Workshop on Policies for Distributed System and Networks*, 2006

- [MP07] Ivan Magalhães e Walfrido Pinheiro, Gerenciamento de Serviços de TI na prática: Uma abordagem com base na ITIL, São Paulo, Editora Novatec, 2007
- [MSB07] José Moura, Jacques Sauvé, Claudio Bartolini, *Research Challenges of Business-Driven IT Management*, em IEEE/IFIP *Business-Driven IT Management - BDIM 2007*, 2007
- [MS87] James March e Zur Shapira (1987). “*Managerial Perspectives on Risk and Risk-Taking*” *Management Science*, Vol. 33, No 11, pp. 1404 – 1418, 1987
- [OGC] *Best Practice for Business Perspective: The IS View on Delivering Services to the Business*, Office of Government Commerce (OGC), 2004
- [Oct] Cert, Octave, Disponível em: <http://www.cert.org/octave/> Acessado em Agosto de 2007
- [PMBOK] PMBOK – *Project Management Book of Knowledge*, Disponível em: <http://www.pmi.org> , Acessado em Agosto de 2007
- [Reb07] Rodrigo Rebouças et al, *A decision support tool for optimizing scheduling of IT Changes*, em *10th IFIP/IEEE Symposium on Integrated Management (IM 2007)*, 2007
- [Roh76] Vijay Rohatgi, *An Introduction to Probability Theory and Mathematical Statistics*, Wiley, 1976.
- [Sau06a] Jacques Sauvé et al, “*Business-Driven decision support for change management: planning and scheduling of changes*”. em *Proceedings of the DSOM 2006, Dublin, Ireland*, 2006
- [Sau06b] Jacques Sauvé et al, *Towards Business-driven Decision Support in IT Change Management*, em *Proceedings of the 13th Annual Workshop of HP OpenView University Association, 2006, Côte D’Azur, France*, 2006
- [Sha07] Sunil Sharma, *The Challenge of Predicting Economic Crises* – Disponível em <http://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/1999/06/pdf/sharma.pdf> , Acessado em Maio de 2007
- [Tau07] Cezar Taurion, “A Importância da TI: ferramenta para mudanças organizacionais”, Disponível em: http://www.tracesistemas.com.br/tech_journal/2005/novembro/artigo_2.htm < , Acessado em Março de 2007

Apêndice A - Gerenciamento de Mudanças na ITIL

História

No intuito de alcançar um maior grau de controle da TI, e de prover e suportar serviços de TI que atendam necessidades dos usuários finais de forma satisfatória, instituições interessadas organizaram conjuntos de boas práticas e de metodologias para gerenciar suas infra-estruturas de TI. Uma das instituições de maior destaque foi a Agência Central de Computadores e Telecomunicações Britânica (atualmente conhecida por *Office of Government Commerce* - OGC), que foi requisitada a desenvolver documentos contendo informações necessárias para alcançar o gerenciamento dos recursos de TI de forma eficiente e com baixo custo. Esses documentos foram então utilizados pelas empresas do setor público do governo britânico e deram origem à biblioteca da infra-estrutura de TI (do inglês *Information Technology Infrastructure Library* - ITIL), que tem por objetivo prover serviços de alta qualidade com foco nas relações de negócios de uma organização.

ITIL fornece descrições detalhadas de importantes práticas para o gerenciamento de TI, contendo listas de verificação, tarefas, procedimentos e responsabilidades que podem ser aplicadas em qualquer organização. Exemplos de outras bibliotecas que surgiram baseadas na ITIL são o modelo de referência HP ITSM [ITSM], *Microsoft Operations Framework* (MOF) [MOF], modelo de processos de TI da IBM (ITPM) [ITPM], entre outros. A utilização de ITIL por grandes empresas e a construção de novas bibliotecas baseadas nela são alguns dos motivos pelos quais ITIL se apresenta como um padrão mundial para o gerenciamento de TI. Uma das maiores vantagens incorporadas por ITIL foi a utilização de um vocabulário comum, que auxilia a comunicação entre os membros do projeto na compreensão de informações e termos relacionados a aspectos de TI nas organizações [ITIL03].

Gerenciamento de Mudanças na ITIL

O gerenciamento de mudanças tem por principal objetivo garantir que métodos e procedimentos padronizados sejam usados de forma eficiente, com o objetivo de minimizar o impacto de incidentes relacionados às mudanças e de melhorar

a qualidade de serviços e operações diárias das organizações [ITIL03]. Alguns dos principais benefícios relacionados à adoção do processo de gerenciamento de mudanças da ITIL são [BKP04]:

- Reduzir o impacto adverso de mudanças na qualidade dos serviços de TI;
- Prover uma melhor estimativa dos custos para as mudanças propostas;
- Aumentar a produtividade dos usuários através do uso de serviços de TI mais estáveis e melhores;
- Aumentar a habilidade de acomodar mudanças freqüentes sem criar um ambiente de TI instável;

Esse processo é adaptável a qualquer tamanho de infra-estrutura. As mudanças podem ser pequenas ou grandes (dependendo do tamanho da infra-estrutura a ser gerenciada), com maior ou menor impacto, em um tempo especificado, e em diferentes tipos e tamanhos de organizações.

A seguir serão apresentados os principais tópicos no gerenciamento de mudanças [ITIL03]:

Termos básicos e escopo do Gerenciamento de Mudanças:

Em gerenciamento de mudanças, há duas entidades principais:

- **Gerente de Mudanças:** Trata-se da pessoa responsável por filtrar, aceitar e classificar todas as requisições de mudanças. O gerente de mudanças deve se preocupar também, entre outros aspectos, com o planejamento, controle, gerenciamento de riscos e desenvolvimento da mudança para cada organização.
- **Comitê de aconselhamento de mudanças (do inglês *Change Advisory Board - CAB*):** Trata-se do comitê que regula a priorização e o planejamento de mudanças. Um subcomitê, chamado de comitê de mudanças emergenciais (EC) deve ser criado com poderes de tomar decisões emergenciais. O CAB deve ser flexível e deve conter representantes de todas as seções de TI, envolvendo o gerente de mudanças, gerentes de serviços de TI, representantes de usuários, gerentes de sistemas e de software, representantes de fornecedores, e

outros profissionais que estejam relacionados às mudanças na infraestrutura.

A comunicação de mudanças é feita através de um documento chamado de Requisição para Mudanças (do inglês *Request for Change* - RFC). RFCs são aplicadas para mudanças em qualquer parte da infra-estrutura, em serviços ou em atividades de TI. Todas as RFCs, em princípio, devem ser armazenadas. Algumas das razões para a criação de uma RFC são:

- Insatisfação do usuário ou do cliente a respeito de determinado serviço;
- Alterações nos requisitos de negócios;
- Decisão de mudança de produtos ou de serviços por parte dos fornecedores ou da própria organização;
- Solução para um incidente ou um problema;
- Mudança de localização.

ITIL especifica como atributos de uma RFC:

- Número da RFC;
- Descrição e identificação do item a ser alterado;
- Razão da mudança;
- Efeitos de não se realizar a mudança;
- Versão do item a ser alterado;
- Nome, localização e telefone da pessoa que sugeriu a mudança;
- Data em que a mudança foi proposta;
- Prioridade da mudança;
- Impacto e estimativa de recursos a serem utilizados na mudança;
- Recomendações do CAB (quando aplicável);
- Assinatura de autorização;
- Data e hora da autorização;
- Implementações agendadas;
- Localização do plano de recursos ou do plano de implementações;
- Detalhes de implementação da mudança;
- Plano de contingência para mudanças;
- Data e hora de realização da implementação existente;
- Data de revisão;

- Resultados obtidos após a revisão;
- Gerenciamento e estimativa de riscos;
- Impacto na continuidade dos negócios e planos de contingência;
- Estado da RFC, que pode ser: aceito, rejeitado, estimado, em espera ou incluído para análise;

As informações relacionadas às mudanças estão armazenadas dentro da base de dados do gerenciamento de configuração (do inglês *Configuration Management Database* - CMDB). Essa base de dados é responsável por manter um mapeamento de todos os recursos existentes, suas versões de instalação e o relacionamento entre os recursos. Além dessas informações, no CMDB deverá estar contido o registro de mudanças, contendo informações importantes sobre as mudanças realizadas. A análise das informações contidas no CMDB se apresenta como uma alternativa válida para auxiliar a avaliação dos riscos envolvidos durante a realização da mudança.

O escopo do gerenciamento de mudanças é determinado juntamente com o escopo de outros processos da área de suporte aos serviços, como gerenciamento de configurações e gerenciamento de liberações. Informações de tais processos terão importância sobre o gerenciamento de mudanças, muitas vezes sendo utilizadas como entrada para esse processo.

A figura A.1 apresenta o relacionamento entre o gerenciamento de mudanças, o gerenciamento de capacidades, o gerenciamento de configurações e o gerenciamento de liberações.

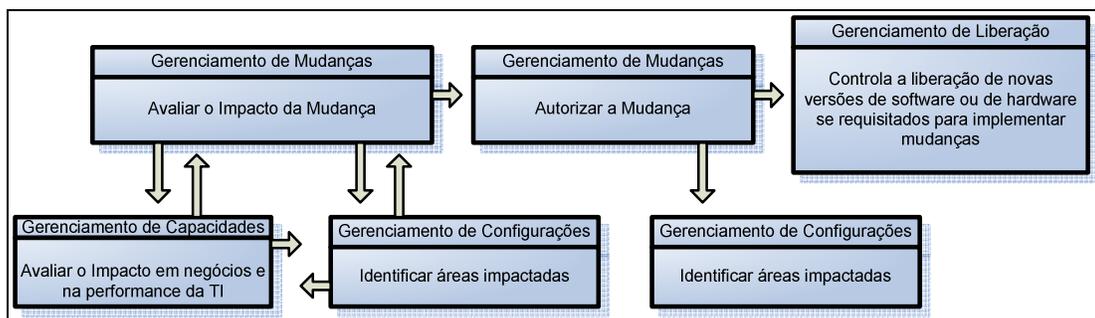


Figura A.1 - Relacionamento entre o Gerenciamento de Capacidade, Gerenciamento de Mudanças, Gerenciamento de Configurações e o Gerenciamento de Liberação [ITIL03]

Além da RFC e da base de informações CMDB, temos como entrada para o processo de gerenciamento de mudanças o plano de mudanças, representado pelo documento *Agendamento Posterior de Mudanças* (do inglês *Forward*

Schedule of Change - FSC). O FSC contém detalhes de todas as mudanças aprovadas e as datas em que foram planejadas suas realizações.

Atividades relacionadas ao Gerenciamento de Mudanças

A seguinte lista descreve sucintamente as atividades relacionadas ao gerenciamento de mudanças:

- **Planejamento da implementação de processos operacionais:** Um planejamento para cada atividade deve ser realizado.
- **Filtragem e armazenamento de mudanças:** Procedimentos para armazenamento de RFCs devem ser decididos. É recomendado também que todos os usuários sejam autorizados a requisitarem mudanças. Para organizações com grande número de funcionários, alguma hierarquia para requisição de mudanças é sugerida. Cada RFC deve ser armazenada e um número de identificação deve ser atribuído a ela.
- **Alocação de prioridades:** Para cada RFC deve ser indicada uma prioridade, que refletirá o impacto e a urgência de realização da mesma. As prioridades serão utilizadas para definir que mudanças devem ser discutidas e realizadas inicialmente. A estimativa de riscos é crucial nessa atividade, já que reflete impactos da mudança para as atividades da organização. Outra métrica para aplicação de prioridades é referente ao número de recursos envolvidos diretamente na realização da mudança e na necessidade da mudança para esses recursos. Os níveis de prioridade, como sugerido por ITIL, são: Imediato (mais crítico), Alto, Médio e Baixo (menos crítico).
- **Categorização de Mudanças:** Cada RFC deve ser avaliada e incluída em uma categoria, que poderá refletir o impacto da mudança aprovada na organização em termos dos recursos necessários para a realização da mesma. Exemplos de categorias em que mudanças poderiam ser incluídas são: menor impacto, referente às mudanças com menor nível de prioridade e que não refletem necessidades imediatas da empresa, impacto médio, que incluirá mudanças com prioridade intermediária, e maior impacto, que corresponde às mudanças com maior nível de prioridade.

- **Reuniões do CAB:** ITIL sugere que as reuniões do CAB sejam realizadas somente em casos mais complexos, em que uma simples troca de e-mails não é suficiente para avaliação e tomada de decisão. Reuniões de acompanhamento agendadas regularmente podem ser utilizadas para revisar mudanças realizadas, discutir futuras mudanças, entre outros aspectos.
- **Estimativa de Impactos e de Recursos:** Para essa avaliação, pontos como o impacto que a mudança terá sobre os serviços da organização, o efeito de não se implementar a mudança, avaliação do FSC e avaliação da TI e dos negócios são levados em consideração.
- **Aprovação de Mudanças:** Essa atividade é responsável por aprovar ou não a implementação da mudança. Essa atividade passa pela análise de membros do CAB. Nessa atividade os processos organizacionais são importantes para indicar a forma como a aprovação será realizada. Uma estrutura bastante hierárquica pode precisar de diversos níveis de aprovação.
- **Agendamento de Mudanças:** A forma como as mudanças serão organizadas e sua realização através do tempo dentro da organização é o alvo de aplicação dessa atividade. Nessa atividade é definida a ordem de realização das mudanças dentro de **janelas de mudanças** (do inglês *Change Windows*) que são intervalos de tempo geralmente acordados com clientes em que mudanças na infra-estrutura de TI podem ser realizadas sem provocar perdas nos negócios. Tais janelas de mudanças podem inclusive ocorrer durante os finais de semana e feriados. É importante no processo de agendamento verificar as necessidades de negócios da organização, tendo em mente as necessidades do cliente.
- **Criação, implementação e teste das Mudanças:** RFCs autorizadas devem ser passadas para grupos técnicos responsáveis pela realização das mudanças. Essa atividade pode envolver a compra de novos recursos, criação de novas versões de *softwares* existentes ou a preparação de um *hardware* para suportar novas funcionalidades. Para prevenir que mudanças provoquem novos incidentes é sugerido que

passem por fases de testes, incluindo análise de desempenho, de segurança, confiabilidade, disponibilidade entre outros aspectos. A implementação de tais mudanças deve ser agendada quando for previsto o menor impacto no funcionamento dos serviços, minimizando perdas de negócios para a organização e para seus clientes.

- **Mudanças Urgentes:** Por mudanças urgentes entendemos mudanças que devem ser realizadas o mais breve possível e que não participaram de um planejamento prévio. O número de mudanças urgentes deve ser mínimo, já que geralmente implicam em um maior número de incidentes. Todas as mudanças devem ser pensadas e planejadas, tendo em mente a disponibilidade dos recursos para implementação e testes das mudanças. A aprovação de mudanças urgentes é feita através do comitê de mudanças emergenciais (EC).
- **Criação, implementação e teste das Mudanças Urgentes:** Essa atividade deve garantir que mudanças urgentes tenham pessoal e recursos necessários para sua realização. Procedimentos devem ser bem avaliados e devem suportar a requisição de equipe ou recursos em qualquer parte que eles estejam. Essa atividade deve ser indicada aos usuários e a qualquer parte interessada através do uso de serviços de comunicação como o *service desk*³.
- **Revisão de Mudanças:** Essa atividade é realizada no intuito de avaliar e armazenar no histórico (gerenciado pela atividade de gerenciamento de configurações) se a mudança surtiu o efeito desejado e alcançou seus objetivos, se todos os recursos utilizados na mudança foram necessários, se a mudança foi implementada em tempo e com o custo planejado, entre outros aspectos.
- **Revisão do Processo de Gerenciamento de Mudanças:** Essa atividade visa rever o processo de gerenciamento de mudanças no intuito de alcançar uma maior eficiência. É recomendado que o processo de gerenciamento de serviços revise periodicamente o processo de gerenciamento de mudanças, para garantir que os planos estão sendo

³ *Service Desk* é o serviço implementado para funcionar como ponto único de contato entre clientes de serviços em TI e os administradores de tais serviços.

implementados conforme planejados e que o processo está funcionando corretamente.

- **Responsabilidades e Papéis:** Os papéis no gerenciamento de mudanças devem ser claramente definidos. Alguns papéis podem ter as seguintes responsabilidades:
 - Alocar prioridades para RFCs;
 - Tabelar todas as RFCs para a preparação de reuniões do CAB;
 - Liderar reuniões do CAB e do EC;
 - Fechar RFCs;
 - Produzir relatórios regulares sobre o gerenciamento de mudanças;

A Figura apresenta o procedimento básico para realização de mudança. A figura foi dividida em etapas (numeradas de 1 até 8). A discussão de cada etapa será apresentada a seguir:

- Etapa 1: Inicialmente, uma entidade denominada *Iniciador da Mudança* (do inglês *Change Initiator*) será responsável por gerar uma RFC e submetê-la a um gerente de mudanças para que a mudança seja filtrada (aceita ou rejeitada). Essa requisição pode ser oriunda de um *service desk* ou pode partir de qualquer setor, departamento ou funcionário da empresa;
- Etapa 2: Após a avaliação inicial do gerente de mudanças, a mudança pode ser aceita (onde passará para a etapa 3) ou pode ser rejeitada (onde deverá ser retornada ao iniciador da mudança). Nessa etapa o gerente de configurações deve armazenar a RFC em arquivos de *log* que ficarão armazenados no CMDB e deverão estar contidos no histórico das mudanças.
- Etapa 3: O gerente de mudanças alocará uma prioridade para a mudança;
- Etapa 4: Nesse ponto deverá ser observado se a mudança é urgente. Caso seja, a mudança deverá ser tratada como uma mudança urgente.

A descrição de como uma mudança urgente deverá ser realizada se encontra em [ITIL03].

- Etapa 5: Caso a mudança não seja urgente, o gerente de mudanças deverá decidir uma categoria para a mudança. As categorias estão descritas na Figura A.2.
- Etapa 6: As mudanças de categoria média deverão ser informadas aos membros do CAB. Uma mudança só pode receber categoria 'alta' após uma reunião com o CAB.
- Etapa 7: Através de reuniões marcadas periodicamente, o CAB deverá decidir a respeito de alguns aspectos da mudança: Recursos alocados para implementá-la, confirmação da prioridade da mudança (previamente alocada durante o passo 2), o agendamento de mudanças, entre outros. É importante observar que essa etapa pode ser realizada várias vezes antes de passarmos para a etapa 8. Nessa etapa o gerente de configurações atualiza arquivos de logs e agendamentos de mudanças.
- Etapa 8: Após o fim da reunião do CAB, a decisão se a mudança será autorizada para implementação estará tomada. Caso a mudança não seja autorizada, o iniciador da mudança deve ser informado. Caso seja autorizada, as atividades para continuação da mudança são apresentadas na Figura A.2. O gerente de configurações atualiza os arquivos de *log*.

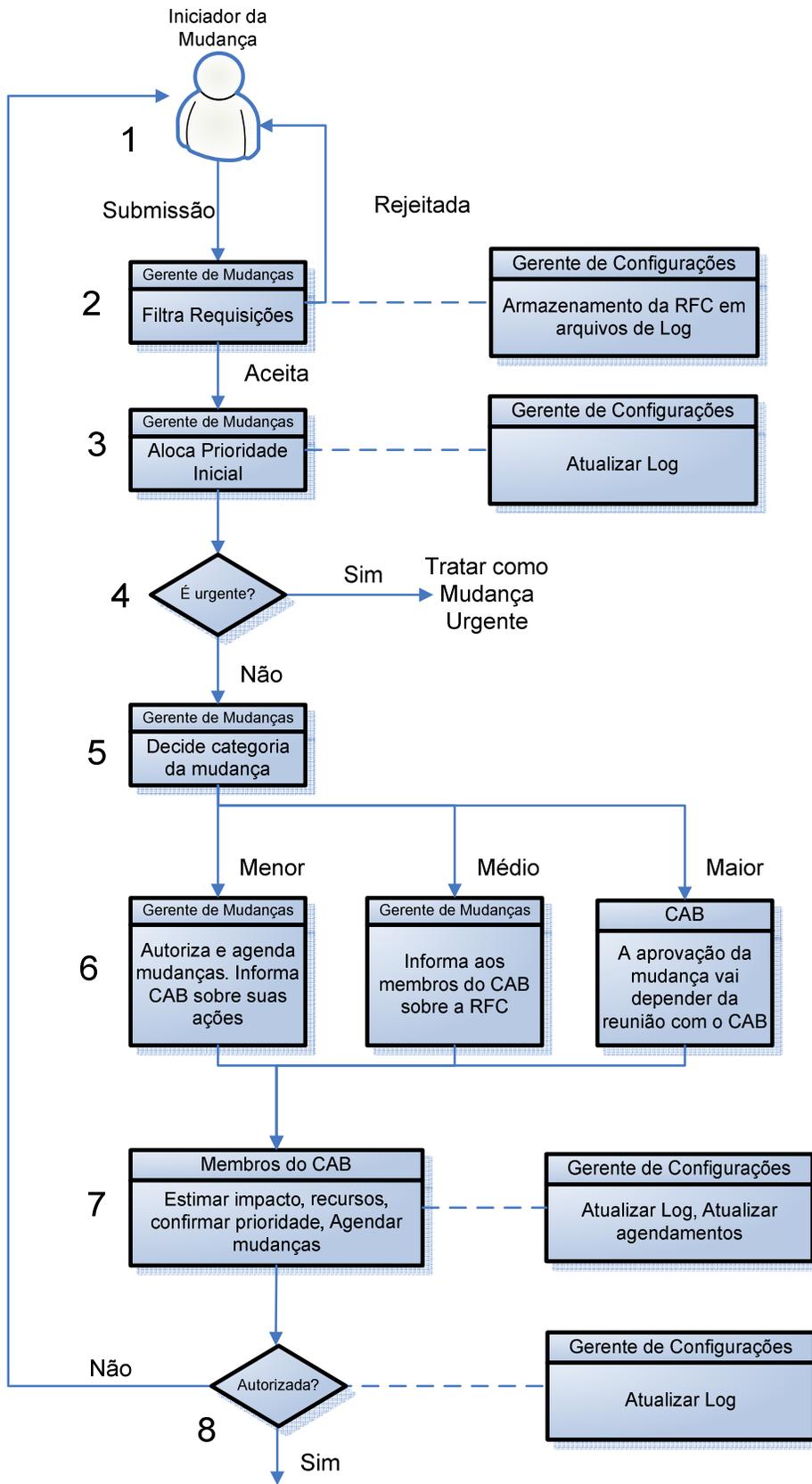


Figura A.2 - Procedimento básico de mudança [ITIL03]

A Figura A.3 apresenta a continuação da Figura A.2 do procedimento básico para realização de mudança. A Figura A.3 foi dividida em etapas (numeradas de 9 até 14). A discussão de cada etapa será apresentada a seguir:

- Etapa 9: A equipe de desenvolvimento da mudança (do inglês *Change Builder*) será responsável por implementar a mudança. Previamente, entretanto, deverá especificar o **plano de contingência da mudança**, que se trata de um documento descrevendo quais as etapas devem ser realizadas para retornar os recursos envolvidos na mudança a seu estado original. É um documento muito importante, pois é a garantia de que caso a implementação da mudança falhe, a equipe de desenvolvimento da mudança pode retornar a infra-estrutura ao estado original (antes de iniciar a realização da mudança). Testes também são especificados durante essa etapa.
- Etapa 10: os testes especificados durante a etapa 9 pela equipe de desenvolvimento da mudança deverão ser realizados durante a etapa 10, pela equipe de testes (do inglês *Independent Tester*). Tais testes devem ser realizados em um ambiente de testes, que simule fielmente a implementação da mudança no ambiente real. Entretanto, por necessitar de toda uma infra-estrutura que simule o estado real do sistema, não são todas as empresas que possuem esse ambiente de teste.
- Etapa 11: Nessa etapa o gerente de mudanças deverá coordenar a implementação da mudança;
- Etapa 12: Caso a mudança seja implementada com sucesso, o gerente de mudanças deverá realizar uma revisão da mudança, atualizando informações de histórico juntamente ao gerente de configurações (etapa 13). Caso a mudança não seja realizada com sucesso, a equipe de desenvolvimento deverá realizar o plano de contingência (mencionado na etapa 9) .
- Etapa 14: Caso a mudança não seja realizada, ela deve ser retornada ao estado inicial após sua aprovação (que corresponde à etapa 8 da Figura A.2). Caso ela seja realizada com sucesso, ela será finalizada, sendo indicada no histórico que foi realizada com sucesso. Caso contrário, o gerente de configurações deverá armazenar informações

sobre a mudança, indicando que não foi realizada e descrevendo detalhadamente os motivos do insucesso.

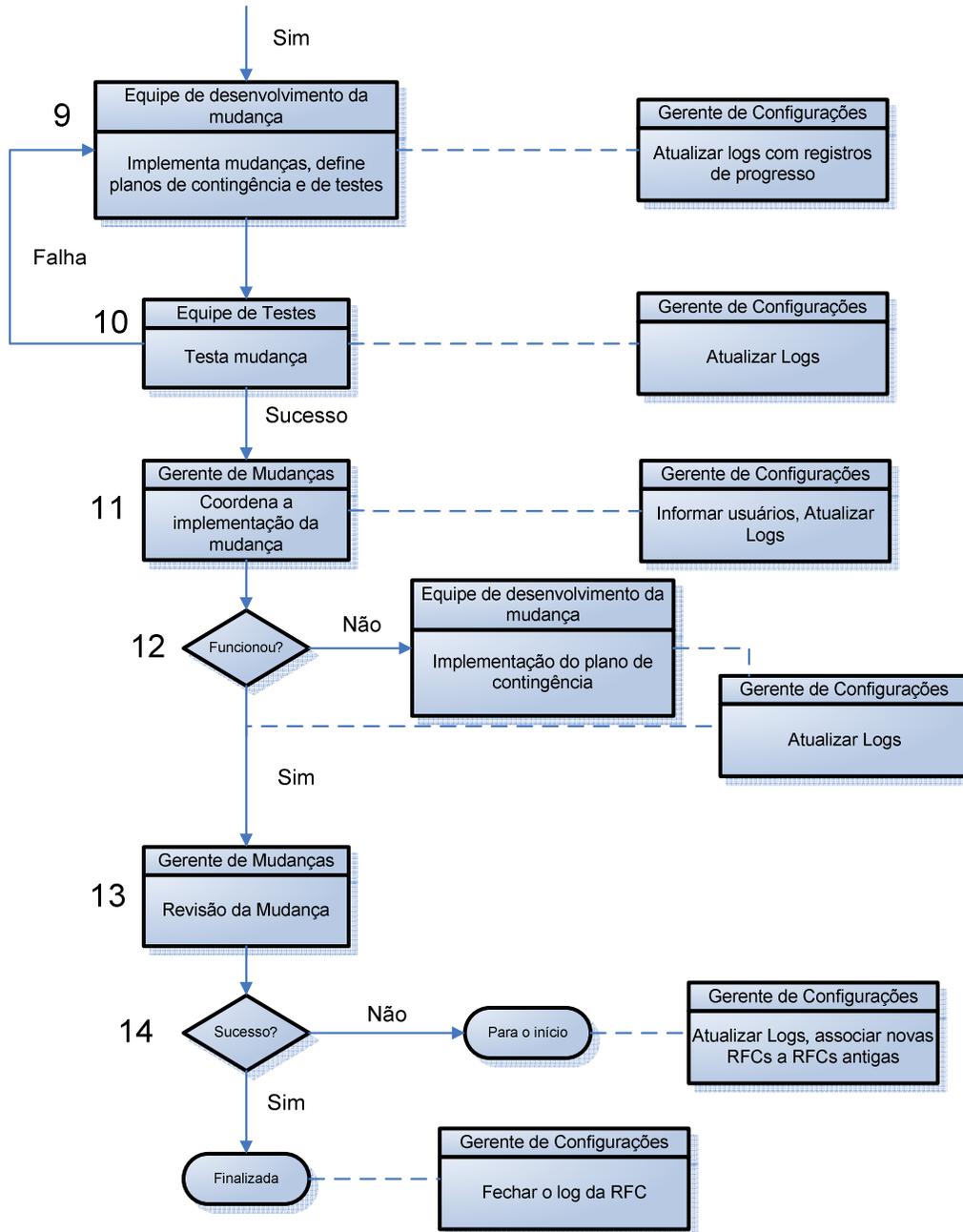


Figura A.3 - Procedimento básico de mudança - continuação da Figura A.2 [ITIL03]

Apêndice B - Riscos na gestão de Mudanças de TI: Resultados do questionário

As 8 perguntas a seguir foram apresentadas a gerentes de mudanças de empresas de TI do mundo todo. O objetivo desse questionário foi entender a maturidade de empresas de TI com relação à avaliação do risco relacionado a mudanças de TI. Por fim, pedimos para que os gerentes atribuíssem uma nota, de 1 a 5, para as atividades do gerenciamento de mudanças. O resultado está apresentado na tabela 15.

1. Qual o rendimento anual da empresa?

Resposta	Quantidade	%
Menos de 10 milhões de dólares	2	25%
Entre 10 milhões e 100 milhões de dólares	2	25%
Entre 100 milhões e 1 bilhão de dólares	1	12%
Acima de 1 bilhão de dólares	3	38%
Total	8	100%

2. A empresa realiza gerenciamento de mudanças?

Resposta	Quantidade	%
Sim	7	88%
Não	1	12%
Total	8	100%

3. A empresa utiliza um procedimento bem definido para gerência de mudanças?

Resposta	Quantidade	%
Sim, ITIL	5	63%
Não utiliza procedimento bem definido	2	25%
Sem Resposta	1	12%
Total	8	100%

4. A empresa avalia riscos em mudanças?

Resposta	Quantidade	%
Sim, mas não utiliza nenhum procedimento bem definido	3	38%
Sim, utiliza um procedimento	4	50%

bem definido		
Não, não avalia riscos em mudanças	1	12%
Total	8	100%

5. Qual a medida da avaliação do risco?

Resposta	Quantidade	%
Avaliação qualitativa	6	75%
Avaliação quantitativa	2	25%
Total	8	100%

6. Principal fonte de informação para avaliação do risco?

Resposta	Quantidade	%
Utiliza o histórico de mudanças	4	50%
Utiliza outras fontes de informação	4	50%
Total	8	100%

7. Comentários

- Acredito que poucas empresas avaliam riscos em mudanças de maneira formal. Vejo poucos clientes fazendo isso.

8. Objetivos de se calcular o valor do Risco

- Agendamento de Mudanças: O valor do risco vai ser útil para agendar mudanças;
- Classificaremos mudanças baseado no valor do risco (por exemplo: determinadas mudanças, por seu valor do risco elevado, somente serão implementadas nos fins de semana)
- Priorização de mudanças: Níveis de prioridades podem ser alocados às mudanças com base no valor do risco;
- Alocaremos pessoal baseado no valor do risco (para mudanças com risco maior, alocaremos pessoal mais qualificado)
- O valor do risco será utilizado para suportar decisões relacionadas à implantação da mudança: alocar mais recursos para implementação, por exemplo.
- O valor do risco em mudanças pode exigir um nível maior de detalhamento do *backout plan*, isto é, do plano de contingência para a realização das mudanças;

- Decidir quem irá aprovar a mudança: implica em definir se a mudança pode ser aprovada pelo gerente de mudanças ou se é necessária uma reunião de comitê para aprovar a mudança;

1 = Importância mínima; 5 = importância máxima

Tabela 17 - Importância para as atividades do gerenciamento de mudanças de se conhecer o valor do Risco

	Agendamento de Mudanças	Classificação da Mudança	Priorização de Mudanças	Alocação de Pessoal	Decisões relacionadas à implantação da mudança	Nível de detalhamento do <i>Back-out Plan</i>	Decidir quem aprovará a mudança
Empresa 1	5	5	2	4	5	5	1
Empresa 2	3	5	4	5	4	3	5
Empresa 3	4	3	4	5	5	5	4
Empresa 4	4	5	3	5	4	5	4
Empresa 5	4	4	3	5	3	4	5
Empresa 6	4	4	1	3	3	3	3
Empresa 7	3	3	4	3	4	3	3
Empresa 8	4	4	4	5	4	4	4
Total:	31	33	25	35	32	32	29

Apêndice C

On the Risk and Priority Determination of Changes in IT Service Management

Jacques P. Sauvé, Rodrigo A. Santos, Rodrigo R. Almeida and J. Antão B. Moura

Federal University of Campina Grande, Brazil
{jacques,almeida,rodrigor,antao}@dsc.ufcg.edu.br

Abstract. This paper deals with the Change Management process within IT Service Management. Change Management includes several activities, some of which need to evaluate the risk associated with changes to be made to the infrastructure and services. We present a method by which risks associated with a change can be evaluated and the risk metric is applied to the problem of automatically assigning priorities to changes. A formal model is developed to this end; the model captures the business perspective by using financial metrics in the evaluation of risk. A case study, performed in conjunction with a large IT service provider, is reported and provides good results when compared to decisions made by human managers.

Keywords. Change Management, Risk, Change Prioritization, IT Service Management, Business-Driven IT Management.

1. Introduction

The context. Information Technology Service Management (ITSM) has been the object of concentrated study over the past decade due to the ever-growing importance of IT to corporate activity. As a result, best practice collections for ITSM such as the Information Technology Infrastructure Library (ITIL)[2] and Control Objectives for Information and related Technology (COBIT) [1] are becoming popular. In this paper, ITIL vocabulary is used, although the work applies in general settings. ITIL divides IT management processes in several areas, one of which is Service Support, which includes such processes as Service Desk, Incident Management, Problem Management, Configuration Management, Change Management and Release Management. This paper focuses on the Change Management (CM) process.

Changes are made to *Configuration Items* (CIs) that are part of the IT infrastructure. CIs include servers, communication equipment, systems software, embedded software in, for example, routers, middleware, application software and so on. The CM process aims to ensure that efficient and prompt handling of all changes to the IT infrastructure is performed using standard procedures, in order to minimize the impact of changes on the services supported by the infrastructure. Change Management is a very important process as is attested to by the following assessment by Stephen Elliot, Research Manager, IDC: "Over 80% of business-critical service disruptions can be attributed to poor change control processes including flawed

change impact assessment." It is for this reason that, when an enterprise initiates the implementation of ITIL management processes, one of the first to be included is CM.

The CM process includes several activities, including change initiation where a Request for Change (RFC) describing the required change is registered, change filtering, priority allocation, categorization ("minor", "significant", "major"), planning, testing, implementation and review. Significant or major changes must go through the Change Advisory Board (CAB) for analysis and approval. The CAB is a group of people capable of analyzing changes from a technical as well as from a business point of view. This paper looks into the *prioritization of change* activity in greater detail. When prioritizing a change, the change manager (or the CAB) must evaluate the *impact* on the business of *not* implementing the change as well as the *urgency* to the business. In ITIL terms, impact is usually associated with a degradation of service levels and urgency is associated with a business perspective of the change. The urgency can be partially estimated by examining the deadline specified by the business by which it needs the change to be implemented. Penalties are frequently paid by the service provider if the deadline is overstepped. For each change, the change manager must therefore ask: "How long can I delay to handle this change?" The answer is given as a priority level, say one of: "Immediate", "High priority", "Medium priority" or "Low priority". These priority levels and the semantics behind them are company policy.

Observe that assigning priorities does not schedule changes. Scheduling is an activity that is performed further down the line when plans are ready, changes have been tested and when changes must be allocated to *change windows*, chosen according to business convenience. Change prioritization is performed very early in the CM process, before plans are ready and before very much is known about change implementation.

How is prioritization done? Many dimensions must be taken into account by the change manager, including the business impact of service down time, the business urgency (deadline), the complexity of the change and risks associated with the change implementation. Risk itself is a complex dimension that includes change complexity, whether the activities have been performed before, the probability of a change being unsuccessful, etc. Uncertainty in the time needed to perform the change activities causing possible delays and service disruption, crossing deadlines with consequent penalties are a major source of risk.

The problem. Whether performed by the change manager or by the CAB, the change prioritization activity is difficult. At that early stage in the process, little information is known about the change, business impact must somehow be evaluated and risk must be accounted for. All of these difficulties are compounded by the sheer scale of the problem (the number of changes to be dealt with); for example, cases are known where a large service provider must deal with hundreds of changes *per week* for a single customer. How can be prioritization activity be performed adequately?

Our objective. This paper provides a method through which priorities can be automatically (or semi-automatically) assigned to changes. We use a Business-Driven IT Management (BDIM) approach to capture the business impact of service disruption due to changes. The impact is estimated by evaluating the risk of service

The rest of the paper is structured as follows: section 2 proposes a new risk-based impact model; this model is used in section 3 to automate the assignment of priorities to changes; section 4 discusses a real case study that validates the approach; section 5 summarizes related work; finally, section 6 offers a brief summary, conclusions and discussion of further possible work.

2. Estimating Change Impact through Risk

Our objective in this section is to calculate the business impact associated with a change; risk will be used in the formulation. Let us first describe what we intend to do informally. A formal treatment will follow. We want to estimate the business impact caused by a set of changes to be applied to IT infrastructure. Since a BDIM approach is being used, one wants to estimate this impact using a metric understood by business people and a financial measure of impact is thus chosen. Assume that these changes affect a single IT service; it is straightforward to extend the formal treatment to cover several services affected by the changes. Several sources of impact are considered:

1. As soon as the RFC is submitted, there is already a need felt for the change to be implemented. The business is somehow suffering until the change has been implemented; in other words, there is a business impact right from the start. This may be due to a service being down, for example, as would happen if the change were requested as a result of a problem that disrupted the service. There may be other impact causes, say lost opportunities such as would occur for a change meant to bring up a completely new service.
2. While the change is being implemented, assume that the service is down. Thus the impact due to service unavailability will be captured. Change windows negotiated with the business, during which unavailability is not counted against the provider, are not considered here for the sake of brevity; they can easily be accommodated.
3. When the deadline associated with the change is crossed, a penalty may be paid by the service provider and new, more severe, business impact is felt until the change is implemented.

The change implementation time is subject to statistical variations and the resulting uncertainty in the time needed to complete a change can affect the impact. Also, the more one waits to *start* change implementation, the higher the business impact will be, since the probability of completing change implementation before the deadline will decrease. Since the impact is closely tied to the time-related risks associated with changes, we will call the numerical impact calculated for a change the (financial) *risk* of that change. The risk of a change is defined as the expected value (in a probabilistic sense) of the business losses accrued as a result of waiting to implement the change and then implementing it using activities of uncertain time duration (but with known distribution). Observe that we are borrowing a fairly standard definition of risk (see section 6): risk is typically calculated by taking into account the probability of occurrence of certain events and the impact resulting from each event. The expected value of impact is the risk value.

Let us now formalize these concepts: our goal is to find an expression for the risk, $R_n(t)$, associated with the n^{th} change if the change implementation starts at time t .

Time $t=0$ is *now*, the time at which the change manager is performing the risk calculation; time t thus indicates how far in the future one expects to start implementing the change. Let the set of changes for which one needs to calculate risk be $C = \{c_1, \dots, c_n, \dots, c_{|C|}\}$.

Several parameters will be associated with change c_n :

- The change is initiated at time t_n^I (superscript I means “Initial”). Choosing this value is obviously of critical importance and will be considered in the next section when change prioritization is analyzed.
- The duration of implementation for the change is the random variable \tilde{t}_n with cumulative probability distribution: $F_n(t) = P[\tilde{t}_n \leq t]$. Let $M_n(t) = 1 - F(t)$ be the complementary cumulative distribution function.
- A deadline t_n^D (superscript D means “Deadline”) exists before which the change must be implemented. Different impact calculations may be performed before and after the deadline. Although a change can have its own deadline, frequently, the deadline will be imposed by a Service Level Agreement (SLA) associated with the service affected by the change; in that case, the change simply inherits the SLA-specified deadline.
- Before a change is implemented, non-obedience to contractual clauses or the loss of business opportunities may cause business impact. Assume that, while the change remains unimplemented, financial loss is accrued at a rate $\varphi_{n,BD}^c$, before the deadline (in the interval $[0, t_n^D)$) and at a rate $\varphi_{n,AD}^c$ after the deadline (in the interval $[t_n^D, \infty)$). To help the reader, observe that superscript c means “Change” and subscripts BD and AD mean “Before Deadline” and “After Deadline”, respectively.
- Recall that the service is assumed to be down during change implementation activities. Let $\varphi_{n,BD}^s$ (superscript S means “Service”) be the rate of financial loss due to service unavailability during the time interval $[t_n^I, t_n^D)$, when $t_n^I < t_n^D$ (unavailability before the deadline). After the deadline, the cost of service unavailability may be higher and we let financial loss accrue at a rate of $\varphi_{n,AD}^s$ during the interval $[t_n^I, \infty)$, when $t_n^I \geq t_n^D$.

The crucial observation in calculating the expected value of loss can now be stated: if, at time t , change c_n has not yet been completed and loss is accumulated at rate φ , then, over the time interval $[t, t + dt]$, the accumulated loss is $\varphi \cdot dt$. Now, consider two time instants t_1 and t_2 occurring *before* a change has started; the total loss over the period is simply $\int_{t_1}^{t_2} \varphi \cdot dt = (t_2 - t_1)\varphi$. If, however, the change implementation has already started, loss will only accumulate until the implementation is completed. The probability distribution of \tilde{t}_n must therefore be taken into account to calculate loss. At time t , loss will accumulate with probability $P[\tilde{t}_n > t] = 1 - F_n(t) = M_n(t)$. Thus, between time instants t_1 and t_2 , the accumulated financial loss will be $\int_{t_1}^{t_2} M_n(t) \cdot \varphi \cdot dt$.

We are now ready to combine these concepts to calculate risk (expected value for impact). The expression depends on whether implementation starts before or after the deadline:

$$R_n(t_n^I) = \begin{cases} t_n^I \cdot \varphi_{n,BD}^c + \int_0^{t_n^I - t_n^D} (\varphi_{n,BD}^c + \varphi_{n,BD}^s) M_n(t) dt + \int_{t_n^I - t_n^D}^\infty (\varphi_{n,AD}^c + \varphi_{n,AD}^s) M_n(t) dt, & \text{if } t_n^I < t_n^D \\ t_n^D \cdot \varphi_{n,BD}^c + (t_n^I - t_n^D) \varphi_{n,AD}^c + \int_0^\infty (\varphi_{n,AD}^c + \varphi_{n,AD}^s) M_n(t) dt, & \text{if } t_n^I \geq t_n^D \end{cases} \quad (1)$$

Figures 1 and 2 show which loss rate is in effect at which time and will help the reader understand the above equation. Figure 1 applies when the change implementation starts before the deadline and Figure 2 when it starts after the deadline.

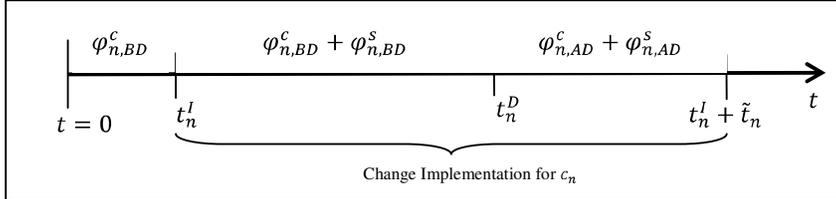


Figure 1 – Change implementation starts before deadline

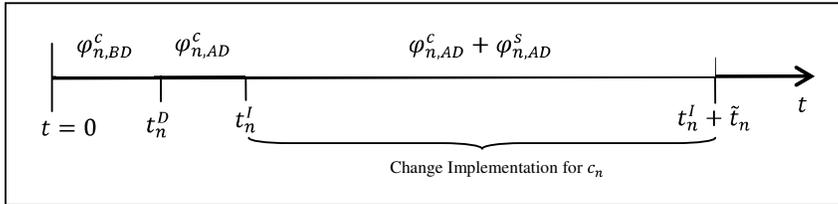


Figure 2 – Change implementation starts after deadline

3. Assigning Priorities to Changes

The risk measure given in Equation (1) can be used in several manners. In this section, we show how to calculate a change's priority level ("Immediate", etc.) from it, indicating how quickly the change should be dealt with. Priority thus influences the order of implementation; it also influences whether the CAB gets involved or even whether a CAB meeting is called to consider a very high-risk change.

How can the priority level be chosen? ITIL recommends that priority be chosen after evaluating service impact and business urgency (through the deadline and financial loss, for example). Since both these dimensions are captured in the above risk measure, it should be useful in establishing priority. From Equation (1), risk depends on the time t_n^I at which the change implementation starts. How is this time to be chosen and how can the risk measure be translated to a priority level?

A naïve algorithm can calculate risk at $t_n^I = 0$ (now) and use risk thresholds for each priority level. This algorithm is not adequate. Consider, for example, the case of a change with very high penalty starting tomorrow, or next week. Merely evaluating risk at $t = 0$ does not reveal just how close the precipice really is!

Informally, the algorithm we propose is as follows. Company policy sets a *tolerance limit to risk* (or a pain threshold), say \$10,000.00. Risk is evaluated assuming the change implementation will start at several instants in time, one for each priority level. Intuitively, this time instant captures “how long implementing changes with this priority can be delayed”. For example, *now* is the instant associated with “Immediate”, “this weekend” is associated with level “High”, “two weeks from now” is associated with level “Medium”, and so on. Now, the priority level chosen for a change is that which initiates change implementation furthest in the future but which does *not* cause risk to cross the tolerance limit. Thus, if a change has \$1,000.00 risk at $t_n^l = 0$ and \$50,000.00 at $t_n^l = \text{“this weekend”}$, then the change would be “Immediate” since delaying till the weekend makes risk cross the pain threshold.

Let us formalize the concepts. Let $P = \{p_1, \dots, p_{|P|}\}$ be the set of priority levels, where level p_i is more urgent than level p_{i+1} . Time instant t_i is associated with priority level p_i . Further, let the tolerance level to risk be η , as set by corporate policy. Let e_n be the priority level associated with change c_n . Here is the result we were seeking:

$$e_n = \begin{cases} p_1 & \text{if } R_n(t_1) \geq \eta \\ p_{|P|} & \text{if } R_n(t_{|P|}) < \eta \\ p_i & \text{if } R_n(t_i) < \eta \text{ and } R_n(t_{i+1}) \geq \eta, 1 \leq i < |P| \end{cases}$$

Prioritizing a single change can be done in time $O(|P|)$, which is constant in the number of changes, making the algorithm adequate to prioritize very many changes with no performance restrictions.

4. Case Study and Validation

A case study was undertaken in conjunction with a large multinational IT service provider in Brazil. A scenario (also used in [5] but in the context of change scheduling) was set up in conjunction with the service provider and all parameters used here were furnished by the provider. We first describe the scenario and then discuss how validation of the models and methods presented in this paper was performed.

The services and infrastructure. Please refer to Figure 3. The IT infrastructure supports a credit card payment service and must be extended to support a new e-commerce service. Each service is subject to an SLA that specifies service level objectives, penalties, deadlines, etc. Configuration items supporting the services are as follows: two servers support the credit card payment service, a database server and an application server. Firewall B controls traffic to both servers. The e-commerce service will be supported by the e-commerce server, the router and Firewall A. Furthermore, other service (whose exact nature was not specified by the provider) also and may be affected by maintenance activity to IT infrastructure components.

The SLAs. The three services are subject to SLA clauses as follows.

- General clauses for all SLAs: Any security-related RFC costs \$1000/hour until the change is implemented. Any service affected by security issues must be brought down.

- Credit-card service SLA: Downtime costs \$9000/hour before the deadline and \$12000/hour from the deadline onward; deadlines are negotiated per incident. By default, RFCs raised due to incidents cost \$1500/hour before the deadline and \$2500/hour from the deadline onward; deadlines are negotiated per incident. Performance-related problems are penalized at the rate of \$300/hour before the deadline and \$400/hour from the deadline onward; deadlines depend on the severity of the performance problem.
- New e-commerce service. The service must be up by a certain date, 18 days in the future. From that point on, a penalty of \$18000/hour is exacted from the provider.
- Other services. Performance-related penalties amount to \$4000/hour before the deadline and \$5000/hour from the deadline onward; deadlines depend on the severity of the performance problem.

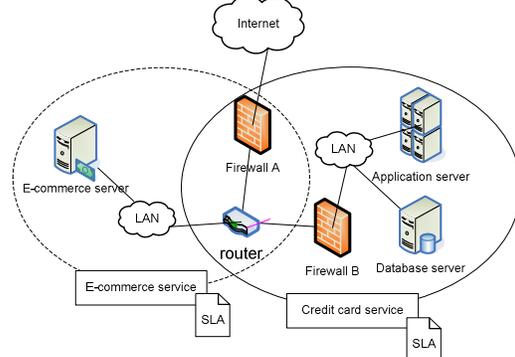


Figure 3: Case study scenario infrastructure

The changes. Four changes were included in the scenario:

- Change c_1 : Bring the new e-commerce service online. Since the Internet Connection used for the service is already being paid for even before the service is up, a link cost of \$25/hour applies.
- Change c_2 : Because of change c_1 , new firewall rules must be installed in firewall A. Since this is tied to bringing up the e-commerce service, it must be done by the same deadline (18 days). The e-commerce service cannot come up until this change is performed.
- Change c_3 : An incident occurring in the credit card service forces maintenance on the database server which will bring down the service. This change was negotiated to be performed within 20 days.
- Change c_4 : Due to traffic overload, communication technology used for “other services” needs to be tweaked. This will have heavy performance impact and degrade service quality while the change is being done.

Data from the service SLAs and the changes described above are summarized in Table 1. Observe that $\varphi_{1,AD}^S$ (associated with the service) has value zero since, in this case, the service is down right from the start (RFC submission) and the impact is already included in $\varphi_{1,AD}^C$ associated with the change.

Table 1. Changes and their parameters

#	Change	t_n^D (days)	Affected service	$\varphi_{n,BD}^c$	$\varphi_{n,AD}^c$	$\varphi_{n,BD}^s$	$\varphi_{n,AD}^s$
c_1	Provision e-commerce service	18	e-comm	\$25/h	\$18000/h	\$0/h	\$0/h
c_2	Firewall configuration	18	e-comm	\$1000/h	\$1000/h	\$0/h	\$18000/h
c_3	Maintenance to database server	20	Credit Card	\$1500/h	\$2500/h	\$9000/h	\$12000/h
c_4	Maintenance to infrastructure	13	Others	\$300/h	\$400/h	\$4000/h	\$5000/h

Cumulative probability functions. In order to complete the risk model, the service provider supplied a historical log of 977 changes performed over 1 month from which probabilistic parameters were obtained. This log provided the RFC registration time, change implementation start time and implementation duration. Still, there were not enough changes of all types to extract a meaningful distribution from the data. We therefore extracted the mean μ_n and standard deviation σ_n from changes of the same type as the ones considered in the scenario and assumed a normal (Gaussian) distribution for the implementation time \tilde{t}_n . The appropriateness of this assumption can be argued as follows: a change implementation consists of several activities and the duration of each activity is a random variable with its own probability distribution. Since \tilde{t}_n is simply the sum of several such random variables, we can use the Central Limit Theorem (see, e.g., [4]) which states that the distribution of a sum of independent random variable will tend to the normal distribution. We therefore use the normal distribution: $M_n(t) = 1 - \frac{1}{2} \left(1 + \operatorname{erf} \left(\frac{t - \mu_n}{\sigma_n \sqrt{2}} \right) \right)$. Finite values

for μ_n and σ_n guarantee that the infinite integrals of Equation (1) will converge.

The parameters shown in Table 2 were obtained from the historical change log.

Table 2. Mean and standard deviation for change duration

#	μ_n (hours)	σ_n (hours)
c_1	5.6840	6.2520
c_2	8.1421	7.4317
c_3	6.1018	6.1852
c_4	9.0152	7.3802

The case study scenario. These 4 changes must be prioritized by the change manager now (at $t = 0$). Let us use the following common priority levels: $P = \{ \text{“Immediate”, “High”, “Medium”, “Low”} \}$. The time instants used to evaluate risk are *now* and the end of next three change windows, which occur weekly. Thus, $t_1=0$, $t_2=7$ (days), $t_3=14$, $t_4=21$. Company policy set the pain threshold at $\eta = \$200,000$. Table 3 shows the results of the risk calculation.

Table 3: Priority levels when evaluating at $t=0$

#	$R_n(0)$	$R_n(7)$	$R_n(14)$	$R_n(21)$
c_1	\$0	\$4,000	\$9,000	\$1,520,000
c_2	\$8,700	\$176,000	\$344,000	\$1,100,000
c_3	\$76,000	\$496,000	\$916,000	\$2,021,000

c_4	\$29,000	\$72,000	\$257,000	\$325,000
-------	----------	----------	-----------	-----------

Recall that the algorithm sets the priority according to the largest time before the pain threshold is crossed. This would set change priorities as: {"Medium", "High", "Immediate", "High"}. For example, change c_1 crosses threshold between $t=14$ (medium) and $t=21$ (low), which makes it a medium-priority change. The time $t=14$ does not mean that this change should be implemented 14 days from now; it means that leaving it till the next change window ($t=21$) is too painful. Ideally, it can be done much ahead of that time limit. This will depend on the set changes to be performed, resources available, etc. The change scheduling problem is studied in [5].

Priority levels change with time as can be seen in Figure 4. Let us assume that time passes and we are now one week later. Deadlines are now closer by 7 days and, if evaluating priorities again, yields {"High", "Immediate", "Immediate", "Immediate"}. If the change manager waits a further 7 days, all changes are tagged as "Immediate".

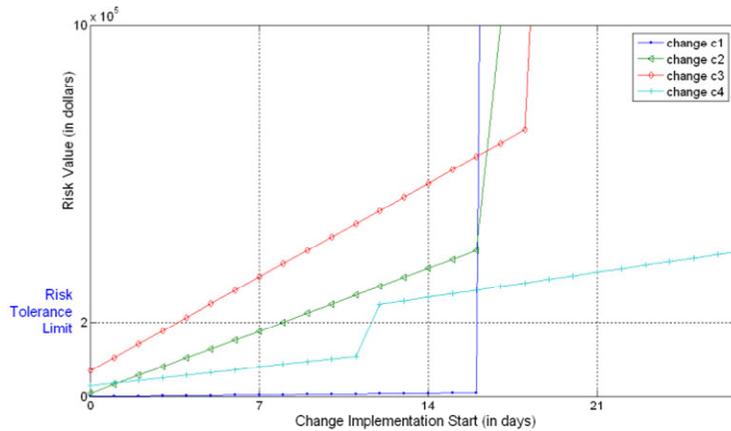


Figure 4: Priority levels changing with time

Validation. The case study scenario described above was configured with the help of an experienced change manager working at a large multinational IT service provider in Brazil. In order to validate our method, we asked this manager to prioritize the changes using his current approach. The manager typically uses proximity to deadlines and loss rate before the deadline to assign priorities. His final priorities were: {"Medium", "Medium", "Immediate", "High"}. We then ran our algorithm and obtained the results shown previously: {"Medium", "High", "Immediate", "High"}. There is only one difference in priority. We showed our results and the model used as well as the graph in Figure 4 and the manager agreed that "High priority" is more adequate for change c_2 , since risk would be too high if the change were left till later.

Discussion. Several points concerning the proposed method for evaluating risk and assigning priorities need clarifying comments. A model is no better than the parameters fed into it. The model used here has several inputs such as loss rates and the probability distribution functions for change duration. Where do these come from?

Loss rates can either come from SLAs (as we did here) or can come from a business impact model such as used in BDIM models. As an example, for e-commerce applications, business process throughput (monetary transactions per second) can be used to estimate loss due to downtime (see, e.g., [17]).

To obtain probability distributions for change duration, we suggest two alternatives: historical information can be used as we did here; furthermore, if historical information is available for individual change implementation activities, then distributions for each activity can be used to estimate distribution for change duration using the central limit theorem. A second alternative is to ask change implementers to specify minimum and maximum values for expected change implementation times and use a Weibull distribution; a distribution with negative skew is more likely to match reality since experience shows that actual change duration is more likely to edge closer to the maximum value.

5. Related Work

This section reviews some past work concerning risk that bears some relationship to our own work. The discussion progresses from the general to the more specific.

Work concerning risk in general. Risk management is a well-studied subject in various areas of human endeavor. The definition of risk itself varies according to the area of application. For example, in *Statistics*, risk is taken as a probability of some event that is seen as undesirable. More frequently used is the definition from *Probabilistic Risk Analysis* (PRA) whereby risk is characterized by two quantities: the severity of the possible adverse consequence(s), and the probability of occurrence of each consequence. In *Finance*, risk is the probability that an investment's actual return will be different than expected. In *Information Security*, risk is similar to the PRA definition but considers two separate probabilities: that there are threats and that there are vulnerabilities to be exploited by threats. Our work is based on the PRA definition of risk (see, for example, [3]).

Risk in IT. In the world of IT, risk has been used in project management [6], software development, security [7, 8], and other areas [12]. Most risk assessment methodologies use probabilistic analysis. All of these approaches were instrumental in helping reach the model we propose here. However, whereas the approaches listed here calculate numerical values of risk, they use ad hoc weights and impact measures that are not direct business metrics; by contrast, our method carefully defines risk parameters and calculates values for risk in terms of metrics that are directly understandable by business people. Also, our approach uses historical information to estimate model parameters.

Risk in change management. Some tools are commercially available that claim to help in managing changes, although no details are given that can be used to evaluate and compare methods [9, 10]. Several papers have presented approaches to qualitatively evaluate risk (e.g., [11, 13]). These studies do not provide quantitative risk analysis. On the other hand, most of these methods evaluate more dimensions than our analysis which limits itself to the risks associated with the uncertainty in change implementation duration.

Keller and others, in [14, 15], present the CHAMPS system to automate some steps in the execution of changes. Even though the authors try to solve a different problem in Change Management, this work was one of the first to model changes formally and influenced our own work.

Finally, some of our own past work in change scheduling led to the model developed and presented here [16, 5].

Assigning priority to changes using risk. To our knowledge, this is the first formal, quantitative, business-driven method to automatically quantify risk and to assign priorities to a set of changes in ITSM.

6. Conclusions and Future Work

Summary: This paper has dealt with the Change Management process within IT Service Management. Change Management includes several activities, some of which need to evaluate the risk associated with changes to be made to the infrastructure and services. We presented a method by which risk associated with a change can be evaluated and the risk metric was applied to the problem of automatically assigning priorities to changes. A formal model was developed to this end; the model captures the business perspective by using financial metrics in the evaluation of risk. A case study was performed in conjunction with a large IT service provider and provides good results when compared to decisions made by human managers. To the best of our knowledge, this is the first such automatic solution published in the literature. The method is scalable and can be applied to evaluate risk and prioritize hundreds or thousands of changes.

Conclusions: The validation exercise has shown the method to be useful. Risks associated with changes can be calculated and changes prioritized in an automatic fashion. We understand that we have not concluded full validation and that more extended use is required to reach final conclusions regarding the worth of the approach. Still, preliminary results are very encouraging and the change manager participating in the study wholeheartedly supports our continued efforts. Observe also that our method need not altogether substitute human managers or claim to “do better” than human managers: it claims to help managers handle a larger scale of changes by automating some of the risk and priority calculations and provides better visibility into the possible impact of changes from a business (financial) perspective.

Future work: Our approach suffers from some deficiencies which should be investigated in the future. As examples, we can cite: model parameters may be difficult to obtain if SLAs are deficient, the business impact models used may not be applicable in all type of business processes affected by IT services, the model only considers risk due to uncertainties in time and lateness in implementing changes; there is no evaluation of other risk dimensions such as change complexity and the presence of back-out plans.

Finally, the risk metric proposed here can be applied to other change management activities such as change scheduling and also to other ITSM processes.

Acknowledgments. This work was developed in collaboration with HP Brazil R&D. We also thank the contributions provided by Athena Christodoulou, José Augusto Cerqueira and Carlos Paraizzo.

References

1. IT Governance Institute, "Cobit 3rd Edition", 2000, www.isaca.org/cobit.htm
2. IT Infrastructure Library, "ITIL Service Delivery" and "ITIL Service Support", Office of Government Commerce, UK, 2003.
3. Kaplan, S. and Garrick, B.J., "On the Quantitative Definition of Risk" Risk Analysis, Vol. 1, pp. 11-27, 1981.
4. Rohatgi, V.K., An Introduction to Probability Theory and Mathematical Statistics, Wiley, 1976.
5. Rebouças, R., Sauvé J., Moura A., Bartolini C., Trastour D., "A Decision Support Tool for Optimizing Scheduling of IT Changes", 10th IFIP/IEEE Symposium on Integrated Management, 2007.
6. PMBOK - Project Management Book of Knowledge, URL: <http://www.pmi.org>
7. <http://www.cert.org/octave/>
8. <http://www.cramm.com/>
9. Cisco IT Balances Innovation and Risk With Change Management Process, URL: http://www.cisco.com/web/about/ciscoitwork/case_studies/business_management_dl2.html
10. IT Service Management - Change and Configuration Management: Reducing Risk by understanding your infrastructure, URL: http://www-03.ibm.com/solutions/itsolutions/doc/content/bin/itsol_it_service_management_change_and_configuration_management.pdf
11. Goolsbey J., "Risk-Based IT Change Management", URL: http://web.reed.edu/nwacc/programs/awards/excellence_award/pnnl_submissions_07/pnnl_risk-based_it_change_management.pdf
12. Benoit A., Rivard S., Patry M., "Managing IT Outsourcing Risk: Lessons Learned", Cirano, Montreal, 2001
13. Mosier S., Gutenberg S., Raphael, R., "The Relationship of Technology Change Management to Risk Management, Engineering Management Society, 2000
14. Keller, A., Hellerstein, J.L., Wolf, J.L., Wu, K.-L., Krishnan, V., "The CHAMPS system: change management with planning and scheduling", in: Network Operations and Management Symposium, 2004, 395- 408
15. Brown, A.B., Keller, A., Hellerstein, J.L., "A model of configuration complexity and its application to a change management system", in: Integrated Network Management, 2005. IM 2005, pp. 631- 644
16. Sauvé J., Rebouças R., Moura A., Bartolini C., Boulmakoul A., Trastour D., "Business-driven support for change management: planning and scheduling of changes", In: 17th IFIP/IEEE International Workshop on Distributed Systems: Operations and Management (DSOM 2006), October 23-25, Dublin, Ireland
17. Menascé, D., Almeida, V.A.F., Fonseca, R. and Mendes, M. A., "Business-Oriented Resource Management Policies for e-Commerce Servers", Performance Evaluation 42, Elsevier Science, 2000, pp. 223-239.