

**Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Coordenação de Pós-Graduação em Ciência da
Computação**

**Capturando a Dinâmica da Gestão da
Terceirização de Tecnologia da Informação para o
Apoio a Decisões: Um estudo de caso em
organizações públicas**

Tárcio Rodrigues Bezerra

Campina Grande, Paraíba, Brasil

Agosto de 2015

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

**Capturando a Dinâmica da Gestão da Terceirização
de Tecnologia da Informação para o Apoio a
Decisões: Um estudo de caso em organizações
públicas**

Tárcio Rodrigues Bezerra

Tese submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de Campina Grande – Campus I como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Doutor em Ciência da Computação.

Área de Concentração: Ciência da Computação

Linha de Pesquisa: Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos

José Antão Beltrão Moura

(Orientador)

Jacques Philipe Sauvé

(Orientador)

Campina Grande, Paraíba, Brasil

© Tárcio Rodrigues Bezerra, 21/08/2015

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

B574c Bezerra, Tércio Rodrigues.

Capturando a dinâmica da gestão da terceirização de tecnologia da informação para o apoio a decisões : um estudo de caso em organizações públicas / Tércio Rodrigues Bezerra. -- Campina Grande, 2015.

219 f. : il.

Tese (Doutorado em Ciência da Computação) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Engenharia Elétrica e Informática.

"Orientação: Prof. Dr. José Antônio Beltrão Moura, Prof. Dr. Jaques Philipe Sauvé".

Referências.

1. Terceirização de Tecnologia da Informação. 2. Setor Público. 3. Capacidades de TI. 4. Dinâmica de Sistemas. 5. Gestão de Riscos. I. Moura, José Antônio Beltrão. II. Sauvé, Jaques Philipe. III. Título.

CDU 004 (043)

À minha esposa

Rina,

*por me apoiar e cuidar da nossa família enquanto
minha mente e o meu espírito estavam focados neste
projeto;*

Às minhas filhas

Georgia e Giovanna,

*por suportarem a minha ausência e, mesmo sem
saberem, me motivarem a seguir em frente;*

À minha mãe,

Vanda,

por sempre acreditar na minha vitória.

Dedico esta conquista a vocês.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por me dar coragem, perseverança e discernimento para enfrentar o desafio de fazer um doutorado.

Agradeço aos meus orientadores, prof. Antão Moura e prof. Jacques Sauvé por compartilharem comigo seu vasto conhecimento, experiência e pelas boas conversas nos momentos de descontração. Agradeço também aos meus co-orientadores durante a etapa internacional desta pesquisa: o prof. Seth Bullock, da University of Southampton (UK) e o prof. Dietmar Pfahl, da University of Tartu – Estonia, pelas valiosas colaborações para este trabalho.

Meu agradecimento muito especial à minha esposa Rina e às minhas filhas Georgia e Giovanna, por suportarem minha ausência de nossa família durante os seis meses contínuos em que estive fora do país. Não foi fácil, mas conseguimos superar, e valeu à pena: foi um doutorado pra todos nós.

Agradeço à minha tia Marta pela guarita e cuidados durante minha estadia em Campina Grande. Não posso deixar de mencionar os meus companheiros de estudos, cafezinhos e *insights*, Vera Medeiros e Adriano Santos.

E à música, minha companheira de todas as horas, o meu muito obrigado!!!

Resumo

A Tecnologia da Informação (TI) pode contribuir significativamente e ser usada como ferramenta para impulsionar o desenvolvimento das pessoas e das organizações. Para favorecer a eficácia deste ambiente, é conveniente que a área de TI defina e disponibilize um portfólio de serviços alinhado aos objetivos organizacionais. Implantar e manter tal portfólio envolve a mobilização de recursos e capacidades e é importante definir uma estratégia de provimento (*sourcing*) que seja compensadora em termos de resultados para os negócios. Quando uma organização não possui os recursos e as capacidades de TI próprios, em quantidade e/ou qualidade suficiente para o provimento de todos os serviços de TI integrantes do seu portfólio, ela pode buscar organizações externas capazes de suprir esta carência. Tal prática é conhecida como terceirização de TI, ou *Information Technology Outsourcing* – ITO. No contexto das organizações públicas brasileiras, é observado um alto grau de terceirização de TI, sem a devida análise dos benefícios e dos riscos envolvidos ou sem o alinhamento desta iniciativa com os objetivos organizacionais. Este trabalho faz a suposição de que uma das causas de tal problema é a deficiência no entendimento, por parte dos tomadores de decisão, da complexa rede de interações não lineares, sujeitas a *feedbacks* e atrasos de diversas magnitudes, existente entre a gestão de capacidades próprias de TI, de *sourcing* e de benefícios. No intuito de preencher esta lacuna no conhecimento organizacional, o objetivo desta pesquisa foi o de analisar a dinâmica complexa do emprego de capacidades essenciais de TI e da interação destas com as capacidades de fornecedores durante a execução de contratos de terceirização, com o propósito de subsidiar decisões que favoreçam o alcance dos resultados pretendidos pela adoção de ITO. Para isto, um modelo de simulação baseado na dinâmica de sistemas, batizado de ITO-CapSim, foi desenvolvido e validado através de estudos de casos em duas organizações públicas da esfera estadual em Alagoas. No processo de validação, o modelo foi utilizado para analisar diferentes políticas de *sourcing* e riscos inerentes à adoção de ITO, envolvendo as capacidades essenciais de TI Monitoramento de Contratos e Entrega de Serviços de Desenvolvimento de Sistemas. A eficácia do ITO-CapSim foi avaliada pelos gestores das organizações pesquisadas através de questionários e entrevistas. Após análise quantitativa e qualitativa das respostas obtidas, os resultados sinalizaram que o uso do ITO-CapSim como ferramenta de aprendizado organizacional aperfeiçoou o entendimento dos decisores sobre a complexidade inerente à gestão estratégica de *sourcing* de capacidades essenciais de TI, gerando *insights* que podem resultar em um processo mais bem sucedido de ITO.

Palavras-chave: Terceirização de Tecnologia da Informação. Setor Público. Capacidades de TI. Simulação. Dinâmica de Sistemas. Gestão de Riscos.

Abstract

Information Technology (IT) can contribute significantly and be used as a tool to boost the development of people and organizations. To promote the effectiveness of this environment, it is appropriate that the IT department define and deploy a portfolio of IT services aligned with organizational objectives. Implement and maintain such a portfolio involves the application of resources and capabilities, implying in operational costs. It is essential define a most profitable sourcing strategy in terms of business results. When an organization lacks the internal IT capabilities, in terms of quantity and quality, required for the provision of all of its IT services portfolio, it must look for external organizations able to fill the gap. This practice is known as Information Technology Outsourcing - ITO. In the context of Brazilian public organizations, a high degree of IT outsourcing is observed without proper analysis of the benefits and risks involved or without aligning this initiative with organizational goals. On this research, it is assumed that among the causes for this problem is the poor understanding, on the part of decision makers, of the complex network of nonlinear interactions existing between IT capabilities management, sourcing management and benefits management activities, subject to feedbacks and delays of several magnitudes. In order to fill this gap in organizational knowledge, this research aims to analyze the complex dynamics existing on employing core IT capabilities and on the interaction of these capabilities with the suppliers' ones during ongoing outsourcing contracts, to support decisions that promote the achievement of expected ITO results. With this purpose, a system dynamics simulation model, called ITO-CapSim, was developed and validated through case studies in two public organizations in Alagoas state. Along validation process, the model was used to analyze different sourcing policies and risks inherent in the adoption of ITO, involving two core IT capabilities: ITO Contracts Monitoring and Systems Development Service Delivery. The effectiveness of ITO-CapSim was evaluated by IT managers from public organizations through questionnaires and interviews. After quantitative and qualitative analysis of the responses, the results indicated that the use of ITO-CapSim as organizational learning tool has improved the understanding of decision-makers on the complexity of strategic sourcing management IT core capabilities, generating insights that can result in a more successful ITO process.

Key words: Information Technology Outsourcing. Public Sector. IT Capabilities. Simulation. System Dynamics. Risk Management.

Lista de Símbolos

BDIM - Business Driven IT Management
BDN - Benefits Dependence Network
BM - Benefits Management
DSM - Dynamic Synthesis Methodology
eSCM - Sourcing Capability Maturity Framework
GQM - Goal, Question, Metrics
ICE - Índice de Capacidade Entregue
IDC - Índice de Desempenho do Custo
IDTC - Índice de Desempenho do Tempo de Conclusão
ILF - Índice de Lucratividade do Fornecedor
IMMoS - Integrated Measurement, Modeling and Simulation
ISO - Information Systems Outsourcing
IT-CMF - IT Capability Maturity Framework
ITIL - Information Technology Infrastructure Library
ITO - Information Technology Outsourcing
ITSM - Information Technology Service Management
MC - Monitoramento de Contratos
MSDS - Modelagem e Simulação com Dinâmica de Sistemas
OS - Ordem de Serviço
RBV - Resource Based View
SD - System Dynamics
TGS - Teoria Geral de Sistemas
TBR - Teoria Baseada em Recursos

Lista de Figuras

Figura 2.1 - Processo genérico de monitoramento de contratos.....	37
Figura 2.2 – BDIM como um sistema fechado..	39
Figura 2.3 – Um modelo básico de BDIM..	41
Figura 2.4 – O método GQM..	44
Figura 2.5 – Aprendizado organizacional com modelos.....	52
Figura 2.6 - Diagrama de enlace causal.	54
Figura 2.7 - Sistema de resfriamento controlado por termostato.	56
Figura 2.8 - Elementos de um diagrama de fluxo.	57
Figura 2.9 - Diagrama de fluxo de um sistema de esfriamento controlado por termostato.....	57
Figura 3.1 - Desenho da Pesquisa	61
Figura 3.2 – Relacionamentos entre MSDS e GQM.....	68
Figura 4.1 – Evolução do IDC dos projetos ao longo de 1 ano e 4 meses.	94
Figura 4.2 – Comportamento do IDTC dos projetos ao longo de 1 ano e 4 meses.....	95
Figura 4.3 - Comportamento do percentual de re-trabalho dos projetos ao longo de 1 ano e 4 meses.....	96
Figura 4.4 – A Comportamento do tempo de homologação das entregas e do ICE _{MC} ao longo de 1 ano e 4 meses..	98
Figura 4.5 – Gráfico de dispersão dos pontos ICE _{MC} x % do tempo para detectar defeitos.....	98
Figura 4.6 – Definição da função-tabela <i>Tempo para Detectar Defeitos</i> no Vensim DSS.....	99
Figura 4.7 – Enlace de balanceamento “busca por objetivo”.....	103
Figura 4.8 – Adequação da alocação de recursos ao prazo planejado para a conclusão do projeto..	103
Figura 4.9 – Aprendizado através do ganho de experiência, em função do tempo.....	103
Figura 4.10 – Diagrama de causalidade da área de Gestão de Benefícios...	105
Figura 4.11 – Diagrama de causalidade da área de Gestão de Demandas...	106
Figura 4.12 – Diagrama de causalidade da área de Gestão de Capacidades...	107
Figura 4.13 – Diagrama de causalidade da área de Gestão de <i>Sourcing</i>	108
Figura 4.14 – Fluxo de execução e verificação de serviços...	110
Figura 4.15 – Estrutura modular do ITO-CapSim.....	112
Figura 4.16 – Diagrama de fluxo da vista <i>Gestão de Demandas</i>	115
Figura 4.17 – Diagrama de fluxo da vista <i>Gestão de Capacidades</i>	119
Figura 4.18 – Diagrama de fluxo da vista <i>Gestão de Sourcing</i>	123
Figura 4.19a – Estrutura de cálculo dos custos das capacidades.....	127
Figura 4.19b – Cálculo dos indicadores de valor agregado de projeto e de capacidade....	128
Figura 4.19c – Cálculo dos indicadores de valor agregado do custo de propriedade das capacidades de TI.....	129
Figura 5.1 – Comparação do comportamento do IDTC real e simulado dos projetos terceirizados ao longo de 1 ano e 4 meses.....	142
Figura 5.2 – Comparação do comportamento do IDC real e simulado dos projetos terceirizados ao longo de 1 ano e 4 meses.....	142
Figura 5.3 – Comparação do comportamento do custo real e simulado ao longo da execução da OS FSC003.....	144

Figura 5.4 – Comportamento do ICE-MC durante a execução da OS FSC003.	155
Figura 5.5 – Efeitos da contratação de RH de monitoramento de contratos no IDTC.	156
Figura 5.6 – Efeitos da capacitação de RH de monitoramento de contratos no IDTC.	158
Figura 5.7 – Comparação do comportamento do ICE-MC após as intervenções 1 e 2.	158
Figura 5.8 – Efeitos da melhoria da qualidade de serviços no IDTC.	160
Figura 5.9 – Efeitos das intervenções 1, 2 e 3 no IDC.	161
Figura 5.10 – Efeitos das intervenções 1, 2 e 3 no ILF.	162
Figura 5.11 – Relacionamentos causais entre os fatores de risco e de impacto.	165
Figura 5.12 – Gráfico de sensibilidade do IDC a alterações de condições de monitoramento de contratos.	168
Figura 5.13 – Histograma de Sensibilidade do IDC a alterações de condições de monitoramento de contratos.	169
Figura 5.14 – Gráfico de sensibilidade do IDTC a alterações de condições de monitoramento de contratos.	170
Figura 5.15 – Gráfico de sensibilidade do ILF a alterações de condições de monitoramento de contratos.	171
Figura 5.16 – Gráfico de sensibilidade do IDC a alterações de condições do fornecedor.	172
Figura 5.17 – Histograma de Sensibilidade do IDC a alterações de condições do fornecedor.	173
Figura 5.18 – Gráfico de sensibilidade do IDTC a alterações de condições do fornecedor.	174
Figura 5.19 – Histograma de Sensibilidade do IDTC a alterações de condições do fornecedor.	174
Figura 5.20 – Gráfico de sensibilidade do ILF a alterações de condições do fornecedor.	175
Figura 5.21 – Histograma de Sensibilidade do ILF a alterações de condições do fornecedor.	176

Lista de Tabelas

Tabela 2.1- Principais fatores de risco e impactos sobre o cliente.....	50
Tabela 4.1 - Participação das organizações nas fases da pesquisa.....	78
Tabela 4.2 - Fluxo de informações entre as vistas do ITO-CapSim.....	113
Tabela 4.3 - Variáveis da vista Gestão de Demandas.....	116
Tabela 4.4 - Variáveis da vista Gestão de Capacidades.....	120
Tabela 4.5 - Variáveis da vista Gestão de <i>Sourcing</i>	124
Tabela 4.6 - Variáveis da vista Verificação de Benefícios.....	130
Tabela 4.7 - Sumário dos parâmetros de calibragem usados no ITO-CapSim.....	132
Tabela 5.1 - Principais equações usadas no ITO-CapSim.....	135
Tabela 5.2 - Calibragem base da terceirização de desenvolvimento de sistemas.....	137
Tabela 5.3 - Calibragem da terceirização de desenvolvimento de sistemas da Org2.....	138
Tabela 5.4 - Indicadores de desempenho estimados e reais das OSs.....	139
Tabela 5.5 - Dados de entrada para as simulações das OSs.....	140
Tabela 5.6 - Indicadores de desempenho reais e simulados das OSs.....	140
Tabela 5.7 - Parâmetros de entrada para a série de simulações 1.....	148
Tabela 5.8 - Resumo das simulações da série 1.....	149
Tabela 5.9 - Parâmetros de entrada para as simulações da série 2.....	150
Tabela 5.10 - Resumo das simulações da série 2.....	151
Tabela 5.11 - Calibragem e parâmetros de entrada utilizados nas simulações da série 3.....	154
Tabela 5.12 - Contratação para reduzir o tempo de conclusão da OS FSC003.....	156
Tabela 5.13 - Capacitação para reduzir o tempo de conclusão da OS FSC003.....	157
Tabela 5.14 - Aumento da qualidade de serviços contratada.....	159
Tabela 5.15 - Variação dos fatores de risco.....	166
Tabela 5.16 - Intervalos de confiança do IDTC após variações nas condições do cliente.....	170
Tabela 5.17 - Codificação das questões do formulário nos aspectos aferidos.....	180
Tabela 5.18 - Escores das avaliações dos usuários, na escala Likert de cinco pontos.....	181
Tabela 5.19 - Escores das avaliações dos usuários, na escala Likert de cinco pontos.....	181
Tabela 5.20 - Resultados dos testes de 1 proporção e da hipótese da pesquisa.....	182

Lista de Quadros

Quadro 1.1 - Taxonomia das principais configurações de ITO.....	5
Quadro 2.1 - Tipos de <i>sourcing</i> de TI.	19
Quadro 2.2 - Capacidades essenciais de TI, segundo o IT-CMF.	35

Sumário

1	Introdução.....	1
1.1	Contexto.....	1
1.1.1	A decisão de terceirizar	3
1.1.2	A formatação do relacionamento.....	5
1.1.3	A gestão do contrato e do relacionamento.....	5
1.2	Problemas na Governança de TI da Administração Pública.....	7
1.3	Identificação do Problema	9
1.4	Questão de Pesquisa.....	9
1.5	Objetivos	10
1.5.1	Objetivo Geral	10
1.5.2	Objetivos Específicos	10
1.6	Hipótese da Pesquisa	11
1.7	Justificativa	11
1.8	Abordagem da Pesquisa.....	13
1.9	Delimitação do Estudo	14
1.10	Estrutura da Tese	15
2	Fundamentação Teórica	16
2.1	Terceirização de Tecnologia da Informação.....	16
2.1.1	Tipos de Fornecimento (<i>sourcing</i>)	18
2.1.2	Determinantes das Escolhas Feitas.....	18
2.1.3	Determinantes dos Resultados da Terceirização	22
2.1.4	Teorias Relacionadas à Terceirização	26
2.1.5	Terceirização de Tecnologia da Informação nas Organizações Públicas.....	30
2.2	Capacidades Organizacionais	32
2.2.1	Capacidades de Tecnologia da Informação	33
2.2.2	Capacidades Essenciais de Tecnologia da Informação	33
2.2.3	A Capacidade de Gerenciar Contratos de ITO	35
2.3	A Gestão de TI Orientada a Negócios (BDIM)	38
2.3.1	Métricas de ligação TI-Negócios.....	39
2.3.2	Modelos de BDIM.....	40
2.3.3	Solução do Modelo de BDIM.....	41
2.4	Gestão de Benefícios	42
2.5	Mensuração Orientada a Metas.....	43
2.6	Gestão de Riscos	45
2.6.1	Gestão de Riscos de ITO	48
2.7	O Pensamento Sistêmico e o Aprendizado Organizacional.....	50
2.8	Dinâmica de Sistemas	53
2.8.1	Definição de Dinâmica de Sistemas	53
2.8.2	Fundamentos de Dinâmica de Sistemas	53
2.8.3	Aplicações de Dinâmica de Sistemas em ITO.....	58

3	Metodologia	60
3.1	Desenho da Pesquisa.....	60
3.2	Framework Integrated Measurement, Modeling and Simulation (IMMoS).....	62
3.3	As Fases do IMMoS	63
3.4	Os Papeis dos Atores no IMMoS.....	64
3.5	Os Produtos dos Componentes do IMMoS.....	65
3.5.1	Os Produtos da MSDS	65
3.5.2	Os Produtos da Mensuração Orientada a Metas (GQM).....	66
3.6	Os Relacionamentos entre MSDS e GQM	66
3.7	Verificação e Validação do Modelo	68
3.7.1	Testes de Estrutura.....	69
3.7.2	Testes de Comportamento	70
3.7.3	Testes de Aprendizado.....	70
3.7.4	Testes Estatísticos e a Validação de Modelos de DS	71
3.8	Descrição Detalhada do Processo IMMoS	72
3.8.1	Fase 0 – Pré-estudo.....	72
3.8.2	Fase 1 – Desenvolvimento do Modelo	73
3.8.3	Fase 2 – Aprimoramento do Modelo.....	75
3.8.4	Fase 3 – Simulação e Análise de Políticas	75
4	Resultados Alcançados.....	76
4.1	Organizações e Papéis Envolvidos	76
4.2	Resultados da Fase de Pré-Estudos.....	77
4.2.1	Pesquisa documental	78
4.2.2	Análise das entrevistas.....	79
4.2.3	Declaração do Problema e Objetivo do Modelo.....	82
4.2.4	Escopo do Modelo	83
4.2.5	Elaboração do Plano de Mensuração GQM	84
4.2.6	Verificação e Validação dos Produtos da Fase de Pré-Estudos.....	92
4.3	Resultados da Fase de Desenvolvimento do Modelo	93
4.3.1	Análise dos dados coletados pelo Plano de Mensuração GQM	93
4.3.2	Definição da Hipótese Dinâmica.....	100
4.3.3	Diagramas de Causalidade.....	104
4.3.4	Fluxos de Informação Identificados	109
4.3.5	Verificação e Validação do Diagrama de Causalidade	111
4.4	O Modelo Formal Desenvolvido	111
4.4.1	Estrutura do Modelo	112
4.4.2	Gestão de Demandas	114
4.4.3	Gestão de Capacidades	118
4.4.4	Gestão de <i>Sourcing</i>	122
4.4.5	Verificação de Benefícios.....	125
4.4.6	Calibragem do ITO-CapSim.....	132
4.4.7	Verificação e Validação do Modelo Formal.....	132
5	Verificação e Validação do ITO-CapSim	134
5.1.	Verificação Estrutural	134

5.1.1.	Adequação de escopo	134
5.1.2.	Formulação das Equações	135
5.1.3.	Consistência Dimensional	136
5.1.4.	Parâmetros e Atributos	136
5.1.5.	Condições Extremas	136
5.2.	Validação de Comportamento	138
5.2.1.	Descrição das Simulações	138
5.2.2.	Análise de Replicação de Comportamento.....	141
5.2.3.	Análise de Adequação Visual.....	143
5.2.4.	Análise de Sensibilidade dos Parâmetros	144
5.3.	Testes de Aprendizagem – Casos de uso e análises.....	145
5.3.1.	Análise de Políticas de Sourcing	145
5.3.2.	Análise de Riscos de ITO	162
5.4.	Avaliação da Eficácia do ITO-CapSim.....	177
5.4.1.	Levantamento da Opinião dos Usuários.....	180
5.4.2.	Avaliação dos Resultados.....	181
5.5.	Ameaças à Validade do Modelo	184
5.5.1.	Validade de Construto	184
5.5.2.	Validade Interna	185
5.5.3.	Validade Externa	186
5.5.4.	Validade de Conclusão	186
6.	Conclusão	188
6.1.	Sumário da Pesquisa	189
6.2.	Confronto com os Objetivos	195
6.3.	Contribuições	196
6.3.1.	Contribuições Práticas	196
6.3.2.	Contribuições Empíricas	198
6.4.	Limitações da Pesquisa	198
6.5.	Sugestões para Trabalhos Futuros	199
6.6.	Considerações Finais	200
	Referências Bibliográficas	201
	Apêndice A – Carta de Apresentação da Pesquisa	211
	Apêndice B – Roteiros de Entrevistas com Gestores de TI	212
	Apêndice C – Questionário de avaliação da eficácia do ITO-CapSim	218

1 Introdução

Este capítulo apresenta o contexto em que a presente tese se insere, sua motivação, o problema abordado, os objetivos estabelecidos, a questão e a hipótese de pesquisa.

1.1 Contexto

A Tecnologia da Informação (TI) pode contribuir significativamente e ser usada como ferramenta para impulsionar o desenvolvimento das pessoas e das organizações (RESENDE, 2004). Nas organizações onde a TI desempenha um papel importante na cadeia de criação de valor para os negócios, é estabelecido um ambiente organizacional de demanda e provimento de serviços de TI. Para favorecer a eficácia deste ambiente, seguindo as melhores práticas de gestão de serviços de TI (OGC, 2007), é conveniente que a área de TI defina e disponibilize um portfólio de serviços alinhado aos objetivos organizacionais.

Implantar e manter um portfólio de serviços de TI envolve a mobilização de recursos e capacidades e é importante definir uma estratégia de provimento destes recursos e capacidades que seja compensadora em termos de resultados para a organização. Os principais recursos envolvidos na prestação de serviços de TI podem ser classificados nas seguintes categorias: recursos tangíveis (componentes da infraestrutura física de TI), recursos humanos de TI (pessoas e suas habilidades técnicas e gerenciais de TI) e recursos intangíveis habilitados por TI (ativos de conhecimento, orientação ao cliente, sinergia). Na literatura, capacidades de TI são caracterizadas como as habilidades organizacionais de mobilizar e aplicar recursos de TI de forma integrada com outros recursos e habilidades da organização para desempenhar funções ou atividades de TI (BHARADWAJ, 2000). Desenvolver e manter sistemas de informação, implantar e gerenciar infraestrutura de TI, gerenciar contratos e fornecedores, gerenciar incidentes, problemas e riscos são exemplos de capacidades de TI.

Segundo Lacity et al. (1996), quando uma organização não possui os recursos e as capacidades de TI próprios em quantidade e/ou qualidade suficiente para o provimento de todos os serviços de TI integrantes do seu portfólio ou quando não deseja arcar com os custos ou riscos para tal provimento internamente e busca organizações externas capazes de suprir esta carência, ela está praticando a terceirização de TI, ou *Information Technology Outsourcing* – ITO.

De fato, a área de ITO vem crescendo em volume de negócios, diversidade de modalidades e arranjos de fornecimento e evoluindo na sofisticação dos serviços oferecidos

(CULLEN et al., 2014; BERGAMASCHI, 2004). Segundo Cullen et al. (2014,), em 2013, o tamanho do segmento de *Business Process Outsourcing* (BPO) e de ITO atingiu 952 bilhões de dólares, com previsão de crescimento de 3,5% a 5,5% até 2017, dependendo do tipo de serviço terceirizado. Este crescimento, associado à relevância cada vez maior da TI em todos os setores da economia, chama a atenção para a importância de pesquisas sobre ITO na busca de melhor entender o impacto desta prática nas organizações (PRADO, 2005; CUNHA, 2011).

O ciclo de vida da ITO é composto pelos seguintes estágios (DIBBERN et al., 2004):

- A decisão de terceirizar - consiste na declaração do motivo para terceirizar (objetivos), na escolha de qual(is) atividade(s)/serviço(s) terceirizar, na magnitude, tendo como base a estratégia de TI adotada e os resultados pretendidos pela organização contratante;
- A formatação do relacionamento – consiste na determinação da modalidade de fornecimento, do arranjo de fornecedores, do tipo de contrato (nível de detalhes, duração, valor), dentre outros detalhes, na estratégia de *sourcing* adotada pela organização, no ambiente regulatório e nas incertezas incidentes sobre o processo de terceirização;
- A seleção do(s) fornecedor(es) - consiste na escolha dos fornecedores, com base em suas capacidades, adequação à modalidade de terceirização escolhida, aos custos e demais critérios estabelecidos nas fases anteriores;
- A transição das operações – consiste na transferência da(s) execução da(s) atividade(s) de TI do ambiente do contratante para o do fornecedor ou entre fornecedores.
- A gestão do contrato e do relacionamento - consiste no monitoramento da conformidade, do desempenho e do nível de confiabilidade do fornecedor, bem como na mitigação de riscos associados ao relacionamento de terceirização;
- A (re) avaliação dos resultados - consiste na verificação da realização dos benefícios esperados e dos determinantes do sucesso do processo de ITO.

A presente pesquisa adotou como campo de estudo a terceirização de TI em organizações públicas. Dentre os estágios do ciclo de vida da ITO comentados, esta pesquisa tem foco no monitoramento do desempenho dos contratos e na verificação dos benefícios

alcançados pela contratação. As próximas seções contextualizarão o ciclo de vida da ITO nestas organizações.

1.1.1 A decisão de terceirizar

Existem diferentes motivações e objetivos a serem atingidos pelas organizações que decidem adotar a terceirização de TI. Grande parte dos trabalhos sobre ITO utiliza algumas teorias organizacionais e econômicas como fundamentação para motivar a adoção e para estabelecer os objetivos pretendidos com a terceirização de TI (PRADO, 2005). Dentre as teorias mais utilizadas, podem ser citadas: do Custo da Transação, da Agência, Baseada em Recursos (Resource-Based View – RBV), da Dependência de Recursos, dos Jogos, Política, Forças Competitivas, das Competências Essenciais e a Perspectiva de Capacidades Dinâmicas (Dynamic Capabilities Perspective – DCP) (MARTENS e TEUTEBERG, 2009). A seguir é apresentado como tais teorias podem ser referenciadas na racionalização sobre a adoção de terceirização.

A RBV vê a organização como um conjunto de recursos produtivos e que estes são essenciais na estratégia da organização. Nas teorias da gestão estratégica, as organizações que possuem metas de longo prazo planejam e alocam recursos para atingir tais metas (DIBBERN, 2004). Caso o estoque de recursos próprios seja insuficiente para desenvolver vantagem competitiva, a terceirização é uma estratégia para preencher a diferença entre os níveis desejado e existente de recursos. Entretanto, a DCP afirma que a mera aquisição de recursos não dá vantagem competitiva às organizações. Focando nas competências organizacionais, em vez de nos recursos, a DCP define Capacidade Dinâmica como sendo a habilidade de integrar, construir e reconfigurar as competências internas e externas para serem aplicadas em ambientes altamente dinâmicos (TEECE et al, 1997). Este raciocínio subsidia a importância da gestão de capacidades, com foco nos recursos humanos em suas habilidades, em um cenário de adoção de ITO.

Segundo Bergamaschi (2004), os motivadores para a terceirização de TI são fundamentalmente de origem econômica, técnica ou estratégica. Em Di Romualdo e Gurbaxani (1998), destacam-se três categorias de motivação estratégica da decisão em terceirizar TI: 1) melhoria dos sistemas de informação, que se concentra em reduzir custo e melhorar a eficiência dos recursos de TI; 2) impacto nos negócios, que se concentra em melhorar a contribuição da TI para o desempenho da empresa dentro de suas linhas de negócios existentes e; 3) exploração comercial: centra-se na alavancagem dos ativos relacionados à TI no mercado através do

desenvolvimento e comercialização de novos produtos e serviços de base tecnológica. Em todas as estratégias, as capacidades e competências dos recursos humanos são consideradas.

De acordo com pesquisas de Cullen et al. (2014), que compila mais de 20 anos de pesquisas em ITO, os principais motivadores para ITO têm sido a redução de custos (geralmente tenta-se reduzi-los entre 10% e 15%), a eficiência nos processos, o foco nas competências essenciais da empresa e o acesso a novas competências.

No setor privado brasileiro, as empresas de médio e grande porte terceirizam TI motivadas pelo acesso a novas tecnologias e conhecimento e pela redução do tempo gasto com a execução de atividades rotineiras (PRADO E TAKAOKA, 2006).

No setor público brasileiro, foco desta pesquisa, são destacadas as seguintes motivações para a adoção de ITO: a ampliação da capacidade de atendimento, a geração de maior produtividade e eficácia, a obtenção de maior capacidade de adaptação às mudanças tecnológicas, a renovação de ideias e conhecimento para o desenvolvimento de sistemas e a maior agilidade no ciclo de desenvolvimento de sistemas de informação (CHIAVEGATTO E SILVA JÚNIOR, 2003), a dificuldade de contratação e manutenção de uma equipe própria de TI, a manutenção do foco no negócio principal da organização e a expectativa de garantir a atualização tecnológica (OLIVEIRA E SANTOS FILHO, 2008).

O recente estudo de Cunha (2011) explora fatores vinculados a diferentes aspectos derivados das teorias organizacionais que levam as organizações públicas no Brasil a terceirizarem sistemas de informação, focando seu estudo no estado de Alagoas. Sob o aspecto Tecnológico, ITO pode ser adotado por escassez de profissionais qualificados, para dar acesso ao conhecimento especializado e a modernos recursos tecnológicos, pelo tempo exíguo para apresentar as soluções de TI e para atender à demanda por novos sistemas. Sob o aspecto institucional, considera-se terceirizar pela necessidade de modernização dos processos e da padronização de sistemas, como também pela mímica das práticas adotadas por instituições tidas como referência. Sob o aspecto social, o compartilhamento de riscos e benefícios, a confiança no fornecedor e sua reputação no mercado são fatores considerados nas decisões sobre ITO. Sob o aspecto contingencial, ITO é motivado pelas pressões por qualidade e agilidade na prestação dos serviços, por prazo para desenvolvimento de sistemas, por eficácia e eficiência. Este mesmo estudo não confirmou a importância da redução de custos como um motivador econômico para a adoção de ITO.

As organizações terceirizam infraestrutura de TI (*datacenter*, *network*, estações de trabalho), aplicações (plataformas de *software* alugadas), recursos humanos e suas habilidades (programadores, analistas, gestores de projetos, administradores de banco de dados) e até

processos inteiros de negócio (BPO), incluindo toda a estrutura de TI que os suporta (CULLEN et al., 2014; PRADO, 2005; BERGAMASCHI, 2004).

1.1.2 A formatação do relacionamento

Existem diversas configurações de ITO a serem consideradas pelos executivos, trazendo diferentes benefícios e riscos (CULLEN ET. AL, 2014). O quadro 1.1 resume as principais ramificações taxonômicas relativas a “como terceirizar” (CULLEN et al., 2014; PRADO, 2005; BERGAMASCHI, 2004; DIBBERN, 2004).

Quadro 1.1 – Taxonomia das principais configurações de ITO.

Opção	Total	Toda uma função de TI é executada por um provedor externo.
	Cooperativa	Funções de TI sendo executadas conjuntamente por terceiros e pela área de TI interna.
	Interna	Uma unidade central de TI é criada na organização para prover serviços a diversas unidades de negócio.
	Em nuvem	Provisionamento de serviços de TI como utilidade.
Localização	Global	Provedor fragmentado em diversos países diferentes.
	<i>Nearshore</i>	Provedor localizado em um estado ou país próximo.
	<i>Offshore</i>	Provedor localizado em um continente diferente.
Arranjo	Fornecedor solo	Todas as funções de TI terceirizadas são fornecidas por um único provedor.
	<i>Multisourcing</i>	As funções de TI terceirizadas são fornecidas por mais de um provedor, organizados de diferentes maneiras.

Fonte: CULLEN et al., 2014; PRADO, 2005; BERGAMASCHI, 2004; DIBBERN, 2004.

A formatação do relacionamento de ITO é feita através da elaboração de contratos que incentivem a relação de parceria e confiança entre cliente e fornecedor, através da flexibilidade dos acordos e do equilíbrio da recompensa (características de um bom contrato).

1.1.3 A gestão do contrato e do relacionamento

Uma vez selecionado o fornecedor, ou arranjo de fornecedores, e feita a transição dos serviços para o ambiente da parte contratada, inicia-se a fase de execução do contrato. Nesta fase, o processo de monitoramento do desempenho do contrato é fundamental para a obtenção

de um nível satisfatório de qualidade e alinhamento dos objetivos do fornecedor com os objetivos organizacionais (Prado, 2005).

Apesar disto, trabalhos relevantes na área de ITO, como os de Guarda (2011), Lacity et al (2009), Ngwenyama e Sullivan (2006), apontam para problemas de desempenho nas contratações em virtude de deficiência no processo de contratação e gestão de contratos. Lin e Pervan (2007) também apontam para a dificuldade das organizações no monitoramento dos benefícios entregues pela terceirização e para a necessidade de frameworks que proporcionem uma constante revisão da execução do contrato de ITO - aperfeiçoá-lo com as lições aprendidas ao longo do tempo.

Uma resposta a estas dificuldades dada pela administração pública federal brasileira foi a iniciativa de padronizar a aquisição de produtos e serviços de TI, através da publicação da Instrução Normativa 04 (IN04) (BRASIL, 2015) e de acórdãos do Tribunal de Contas da União (TCU). Este arcabouço normativo tem demandado dos gestores de TI o desenvolvimento de novas competências na formatação dos relacionamentos e na gestão dos contratos, ainda bastante precárias na maioria dos órgãos públicos, conforme o próprio TCU concluiu em auditorias recentes (GUARDA, 2011).

Diante do exposto, observa-se que as capacidades de TI das organizações que contratam serviço nesta área podem ser avaliadas desde a etapa de decisão em terceirizar funções de TI até a entrega dos serviços (fase de gestão do contrato e do relacionamento). A decisão de terceirizar, o que terceirizar e com que magnitude terceirizar passa pela (não se resumindo a) avaliação das capacidades internas de TI (recursos humanos, materiais e conhecimento). A seleção do arranjo de fornecedores passa pela avaliação de suas capacidades e de como estas irão complementar, alavancar ou até substituir as capacidades internas. A formatação do instrumento de contrato passa pela avaliação das capacidades internas de gerenciar fornecedores e de estabelecer mecanismos para a proteção de outras capacidades. A gestão do contrato passa pela avaliação e pela regulação de diversos fluxos de capacidades envolvidas na execução dos serviços contratados (gestão de projetos, de processos, do conhecimento, documentação e codificação de sistemas, operação de sistemas operacionais e equipamentos ativos de rede, etc.).

As capacidades de TI de uma organização não são estáticas. Elas variam ao longo do tempo, influenciam e são influenciadas pelas capacidades das organizações com as quais interage. Em um relacionamento de ITO, a interação entre cliente e fornecedor provoca, em ambos os lados, o surgimento, o desenvolvimento, o enfraquecimento e até a perda de capacidades técnicas ligadas à TI. Esta é a dinâmica das capacidades de TI. Devemos atentar

também para o fato de que as capacidades podem interagir entre si de maneira não linear, sujeitas a *feedbacks* e atrasos de diversas magnitudes, conforme identificado pela literatura de ITO (OGC, 2007). Este é o comportamento sistêmico das capacidades de TI.

A importância do foco na gestão de capacidades para a tomada de decisões em ITO é destacada em Cullen et al (2014) e em Fenny e Willcocks (1998), em que foi constatado que há uma forte relação entre a retenção das capacidades essenciais de TI das organizações contratantes e o sucesso nas iniciativas de ITO, dentre elas: gestão de fornecedores, negociação de contratos, técnica metodológica e gestão de riscos.

No contexto das organizações públicas, foco deste trabalho, a importância da gestão de capacidades para a tomada de decisões em ITO não está associada à obtenção de vantagem competitiva e sim à preservação do capital intelectual e à retenção do conhecimento organizacional governamental nos quadros permanentes de recursos humanos como medida de redução do impacto da descontinuidade administrativa. Este dinamismo ambiental, além do próprio dinamismo do mundo da TI, somado à dificuldade em adquirir recursos humanos próprios (lei de responsabilidade fiscal, pressão social e ambiental em reduzir a máquina pública) faz com que seja necessário construir novas competências com os recursos humanos já existentes, reconfigurando-os sempre que necessário. Na administração pública no Brasil, pouco se sabe sobre a influência da dinâmica das capacidades essenciais de TI no sucesso ou fracasso das iniciativas de ITO. Não foram encontrados estudos que se propusessem a entender esta dinâmica no setor público brasileiro para tomar melhores decisões sobre terceirização de TI.

1.2 Problemas na Governança de TI da Administração Pública

Uma pesquisa realizada pelo Tribunal de Contas da União (TCU) sobre a governança de TI na Administração Pública Federal, onde foram pesquisadas 355 organizações (BRASIL, 2014), relata que 38% das organizações federais pesquisadas não adotam a prática de planejar suas ações e a mobilização dos recursos e capacidades de TI, ou seja, reagem de acordo com as demandas no seu âmbito de atuação. O relatório também constata a preocupante ocorrência de Planejamentos Estratégicos de Tecnologia da Informação (PETI) desalinhados de objetivos organizacionais. Em 46% dos PETI vigentes, não há a vinculação as suas ações a indicadores e metas de negócio.

Sobre a estrutura de pessoal de TI, a pesquisa do TCU mostra que 23% das 355 organizações pesquisadas estão expostos ao risco da dependência de recursos externos para a execução de atividades críticas ao negócio e da perda do conhecimento organizacional.

Sobre a contratação de bens e serviços de TI, dentre os quais ITO se enquadra, o relatório da pesquisa do TCU mostra que apenas 73% das organizações pesquisadas informam explicitar os indicadores dos benefícios para o negócio a serem alcançados com as contratações (31% adotam esta prática parcialmente e 42% integralmente). Também foi reportado que 21% das organizações não explicitam o alinhamento entre as contratações e os planos estratégicos institucional e de TI vigentes. Esses números demonstram que algumas organizações ainda realizam contratações de TI sem que haja um claro entendimento de como elas contribuirão para o negócio. Em 34% dos órgãos pesquisados, não há reuniões periódicas com os contratados para a avaliação de desempenho dos contratos e apenas 62% dos pesquisados informaram que se exige a transferência de conhecimento nos contratos relativos a serviços de TI terceirizados. O estudo do TCU reporta que, apesar da expressiva evolução na adoção das práticas de governança de TI levantadas em relação ao primeiro estudo feito em 2008, o quadro apurado ainda não é o desejável.

Na região Nordeste, a mesma pesquisa foi aplicada pelos Tribunais de Contas dos Estados do Ceará (TCE-CE) e de Pernambuco (TCE-PE).

O relatório da pesquisa feita pelo TCE-CE em 58 órgãos da administração pública estadual (CEARÁ, 2011) aponta os seguintes problemas relacionados ao alinhamento estratégico TI/negócios, à gestão de pessoal de TI e à gestão de contratos de TI: ausência de planejamento estratégico de TI; carência de quadro de pessoal próprio na área de TI; deficiência no processo de gestão de contratos de TI.

O relatório da auditoria feita pelo TCE-PE na Secretaria de Administração do Estado (SAD), órgão central do Sistema Estadual de Informática de Governo (PERNAMBUCO, 2014), aponta os seguintes pontos de atenção relacionados ao alinhamento estratégico TI/negócios, à gestão de pessoal de TI e à gestão de contratos de TI: deficiência no processo de planejamento estratégico organizacional e de TI; elevada dependência de terceiros na força de trabalho de TI; deficiências no processo de contratação e gestão contratual de soluções de TI.

Objetivando conhecer o cenário da governança de TI na administração pública da esfera estadual de Alagoas, foram conduzidas entrevistas exploratórias com gestores de TI, de projetos de sistemas e de contratos de TI de organizações públicas da esfera estadual. Os temas abordados foram: alinhamento estratégico TI/negócios, tomada de decisão sobre ITO e

verificação de benefícios das contratações de TI. Além de problemas semelhantes aos já descritos, foi observado um alto grau de terceirização de tecnologia da informação, sem a devida análise dos benefícios e dos riscos envolvidos ou sem o alinhamento desta iniciativa com os objetivos organizacionais.

1.3 Identificação do Problema

Diante do que foi apresentado, identificou-se a falta de eficácia das organizações públicas em cumprir os objetivos estabelecidos para a adoção de terceirização de TI (BRASIL, 2008; CEARÁ, 2011; BRASIL, 2014; PERNAMBUCO, 2014). Dentre as causas percebidas, destacam-se:

- A deficiência no alinhamento estratégico entre a TI e as atividades fins das organizações públicas, motivada pela ausência de planejamento estratégico (organizacional e/ou de TI) ou pela falta de iniciativa de promover este alinhamento;
- A carência de quadro de pessoal próprio para atender às demandas por serviços de TI e a dificuldade em se ajustar este recurso conforme a dinâmica das demandas;
- O alto grau de terceirização das funções de TI sem a devida análise dos riscos e benefícios envolvidos, ou sem o alinhamento desta iniciativa com os objetivos organizacionais;
- A deficiência no processo de gestão de contratos, sobretudo no monitoramento do desempenho e na verificação do alcance dos objetivos das contratações, bem como a carência de quadro de pessoal próprio para esta função.

1.4 Questão de Pesquisa

Este trabalho faz a suposição de que as organizações públicas que necessitam terceirizar funções de TI não conseguem realizar eficazmente os benefícios de negócio que envolvem o suporte da TI (cumprir os objetivos planejados para os projetos de TI), por não gerenciarem as suas capacidades de TI de forma alinhada com a gestão de terceirização de TI.

Acredita-se que entender o comportamento sistêmico apresentado pelo emprego das capacidades essenciais de TI das organizações públicas e como elas interagem com as capacidades dos fornecedores durante a execução de contratos de ITO pode levar a decisões que favoreçam o alcance dos benefícios planejados para a terceirização de TI, assim como que

reduzam o risco de não alcançá-los. Acredita-se, especificamente, que entender a dinâmica da capacidade de monitoramento de contratos e sua influência no desempenho das atividades terceirizadas pode reduzir o risco do não alcance de resultados de ITO.

Isto leva à seguinte pergunta de pesquisa: Compreender a complexidade dinâmica do emprego das capacidades essenciais de TI das organizações públicas e da interação destas capacidades com as dos fornecedores durante relacionamentos de terceirização favorece a redução do risco de não alcance dos objetivos estratégicos da adoção de ITO?

1.5 Objetivos

O objetivo geral e os objetivos específicos que norteiam a realização desta pesquisa são declarados a seguir.

1.5.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desta pesquisa é analisar a dinâmica complexa do emprego de capacidades essenciais de TI e da interação destas com as capacidades de fornecedores durante a execução de contratos de terceirização, com o propósito de subsidiar decisões que favoreçam o alcance dos resultados pretendidos pela adoção de ITO, no contexto das organizações públicas estaduais de Alagoas.

1.5.2 Objetivos Específicos

A partir do objetivo geral, os seguintes objetivos específicos foram estabelecidos, considerando-se como escopo as instituições públicas da esfera estadual em Alagoas:

- ❖ Desenvolver um modelo de simulação capaz de avaliar a dinâmica da mobilização de recursos humanos internos à organização em capacidades de TI, bem como da complementação destas com capacidades de TI externas para o provimento de serviços de TI;
- ❖ Instanciar o modelo com as capacidades de TI *Monitoramento de Contratos* e *Entrega de Serviços* para analisar a interação entre capacidades das organizações clientes e fornecedoras durante relacionamentos de terceirização;

- ❖ Quantificar os resultados potencialmente gerados, em termos de custo, qualidade e tempo, pela aplicação dos recursos e das capacidades internas e terceirizadas na execução de processos de TI;
- ❖ Validar a utilidade do modelo como ferramenta de apoio a decisão em gestão estratégica de terceirização de capacidades essenciais de TI e em análise de riscos de ITO, através de estudos de casos em organizações públicas da esfera estadual em Alagoas.

1.6 Hipótese da Pesquisa

Responder à questão de pesquisa formulada envolve validar o uso do modelo de simulação proposto neste trabalho por tomadores de decisão a respeito da gestão estratégica de fornecimento de capacidades essenciais de TI em organizações públicas. Para contribuir com este esforço, a seguinte hipótese será investigada:

- **(HP):** O uso do modelo proposto para a tomada de decisões em Gestão de Capacidades Essenciais de TI e Gestão Estratégica de Terceirização de TI favorece a redução do risco de não alcance dos objetivos estratégicos na adoção de ITO.

1.7 Justificativa

A Terceirização de Tecnologia da Informação (*Information Technology Outsourcing – ITO*) é uma disciplina complexa, que envolve a interação entre a gestão de capacidades organizacionais, a gestão de suprimento (*sourcing*) de serviços de TI e a gestão de benefícios.

Mensurar quantitativamente capacidades de TI objetivando empregar adequadamente seu potencial produtivo para melhor atingir os resultados planejados ainda é um problema desafiador, particularmente em se tratando de medir a produtividade resultante da aplicação do conhecimento e das habilidades dos recursos humanos nos processos de TI. Além da dificuldade operacional da mensuração, pode haver barreiras culturais. Nas organizações públicas, a mensuração da produtividade dos funcionários de carreira, por exemplo, pode não ser bem aceita por questões políticas, culturais e corporativistas.

Ainda no que diz respeito às capacidades de TI, faz parte da atual agenda de pesquisas em ITO desenvolver modelos e ferramentas capazes de dar suporte ao processo de Planejamento e Previsão de Capacidades, a fim de produzir os planos de capacidade para

melhor gerir suas capacidades essenciais de TI (FENNY E WILLCOCKS, 1998; CARCARY, 2012). Planejar e monitorar a dinâmica das capacidades essenciais de TI permite redistribuir, treinar ou contratar recursos humanos em tempo hábil, prevenindo futura escassez (IVI, 2014).

Ao investigar a existência de modelos de apoio à decisão, foram identificados na literatura, trabalhos que utilizam metodologias multicritério para auxiliarem os gestores de TI a tomar decisões em ITO. Dentre eles, Chen et al (2011) utilizou um método híbrido *fuzzy* com alinhado com o método *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation* (PROMETHEE), assim como Hiang e Huang (2000) usou o método *Analytic Hierarchy Process* (AHP) para avaliarem fornecedores; Poletto (2012) usou o método *Value Focused Thinking* para propor um modelo de apoio à decisão sobre que funções de TI terceirizar, tanto em organizações privadas quanto públicas. Entretanto, estes modelos não capturam a dinâmica do uso e da interação das capacidades de TI ao longo dos contratos de ITO. Logo, propor um modelo de simulação baseado em dinâmicas de sistemas como solução para capturar a complexidade inerente ao processo de terceirização pode ser uma contribuição importante para melhorar as decisões sobre ITO.

As principais publicações acadêmicas que trazem exemplos da aplicação de dinâmica de sistemas à análise de políticas de terceirização de funções de TI (McCRAE E CLARK; 1999; ROEHLING et al, 2000) são focadas especificamente na atividade de desenvolvimento de software e não consideram a intermediação da atividade de monitoramento de contratos na entrega de serviços terceirizados. Estes trabalhos deixam lacunas na investigação das especificidades de *sourcing* da administração pública, principalmente no contexto brasileiro, além de enfocarem especificamente benefícios econômicos.

O modelo proposto nesta pesquisa, batizado de ITO-CapSim, tem como objetivo ser uma ferramenta de apoio à tomada de decisões em ITO e na gestão de capacidades diretamente envolvidas neste processo, levando em conta a realização de benefícios para os negócios. Modelos de simulação usando dinâmica de sistemas aplicados ao gerenciamento de projetos em geral e de projetos de engenharia de software em particular (ABDEL-HAMID E MADNICK, 1991; LIN et al, 1997; GAROUSI et al, 2009), bem como à tomada de decisões na gestão de pessoas (ABDEL-HAMID, 1989; COSTA et al, 2013), inspiraram os caminhos desta pesquisa.

Um caso de uso do ITO-CapSim é o de apoiar a tomada de decisão baseada em risco, considerando os fatores de risco de ITO e impactos que podem ser representados dentro do âmbito do modelo. Existem poucos exemplos de pesquisa de gestão de risco de ITO baseadas

em simulação. Por exemplo, Gui-sem e Xiang-yang (2010) apresentam uma estrutura de modelo para a análise de risco com abordagem qualitativa. O trabalho aqui apresentado se diferencia por utilizar uma abordagem quantitativa, concentrando-se nos riscos relacionados às capacidades de TI envolvidas no processo de ITO.

O ITO-CapSim calcula a exposição ao risco com base na simulação do processo de monitoramento de contratos de ITO, onde fatores de impacto são calculados a partir de equações diferenciais, e probabilidades podem ser calculadas a partir dos resultados de análises multivariadas de sensibilidade. Acredita-se que uma abordagem quantitativa, apesar das dificuldades em adotá-la, tem um maior poder para comunicar os riscos aos tomadores de decisão em relação à abordagem qualitativa. Isto é de particular interesse para os gestores de processos de negócios que desejam tomar decisões com base em valores quantitativos, especialmente no caso em que o tratamento de riscos envolve investimentos financeiros.

1.8 Abordagem da Pesquisa

Esta pesquisa estuda a Terceirização de TI sob a perspectiva das Capacidades Organizacionais, da Teoria da Complexidade e das teorias da Gestão Estratégica.

No curso desta pesquisa, os seguintes métodos foram utilizados: revisão da literatura e *Integrated Measurement, Modeling and Simulation* (IMMoS). O *framework* IMMoS (Pfahl, 2001) é uma metodologia que integra a modelagem e a simulação com Dinâmica de Sistemas – de caráter quantitativo, a Mensuração Orientada a Métricas (GQM) – de caráter quantitativo – e Estudo de Casos – de caráter qualitativo e quantitativo.

Objetivando identificar problemas apontados pelas pesquisas acadêmicas e pela indústria sobre Gestão de Tecnologia da Informação e Gestão de Serviços de TI nas organizações públicas, foi feita uma revisão na literatura sobre ITO, sobre Gestão de Capacidades e Gestão de Benefícios. Foram utilizadas também a percepção e a experiência profissional do pesquisador, através de observações nos ambiente de interesse – áreas de TI das organizações públicas da esfera estadual – para estabelecer o tema e o objetivo inicial desta pesquisa. Foi percebida uma complexa rede de causa e efeito entre a gestão de capacidades essenciais de TI, a gestão estratégica em *sourcing* e a realização de benefícios da TI para os negócios. Entrevistas foram usadas para identificar as necessidades dos gestores de organizações públicas no que diz respeito à construção e à utilização de um modelo de simulação a fim de lidar com a complexidade dinâmica da terceirização de TI. Concluímos ser

promissor investir na produção de um modelo que apoie as decisões dos gestores de TI, considerando gestão de recursos e capacidades, gestão de *sourcing* e gestão de riscos.

A metodologia IMMoS foi empregada nas atividades de modelagem, simulação e validação do modelo proposto. Para construir o modelo, empregamos a modelagem com Dinâmica de Sistemas e GQM. Para calibrar, verificar e validar o modelo, foram utilizados os métodos Estudo de Casos Múltiplos e GQM, através da execução de um plano de mensuração previamente validado pelos usuários do modelo.

O modelo aqui proposto foi batizado com o nome de ITO-CapSim, como uma alusão aos conceitos Terceirização de TI, Capacidades e Simulação.

Detalhes acerca das metodologias e de sua aplicação serão dados no capítulo 3.

1.9 Delimitação do Estudo

Com o objetivo de explicitar com maior clareza o objeto de estudo, as seguintes delimitações foram adotadas:

- Organizações do setor público da esfera estadual. Este estudo tem foco nas organizações públicas da esfera estadual, enquanto clientes de serviços de TI nos relacionamentos de terceirização. Não são consideradas neste estudo as organizações privadas, uma vez que não estão submetidas às mesmas restrições e ambiente regulatório que as organizações públicas.
- Organizações localizadas no estado de Alagoas. As organizações pesquisadas estão localizadas no Estado de Alagoas. Esta limitação tem por objetivo atender às restrições do pesquisador em relação ao tempo e ao custo na coleta e análise de dados.
- Organizações que terceirizam capacidades de TI. Fazem parte desta pesquisa somente as organizações que terceirizam serviços de TI.
- Foco nas fases *Execução e Gerenciamento do Contrato e do Relacionamento e (re)Avaliação dos Resultados*. Dentre os estágios do ciclo de vida da ITO, já comentados, esta pesquisa tem foco no monitoramento do desempenho dos contratos e na verificação dos benefícios alcançados pela contratação.
- Foco nos recursos humanos de TI das organizações contratantes. Dentre as várias categorias de recursos de TI, nossa pesquisa está focada nos recursos humanos e suas habilidades, pois estes são considerados pelas organizações modernas os recursos mais importantes (ABDEL-AMID, 1989).

- Foco nas funções de TI “Monitoramento de Contratos” e “Entrega de Serviços” e “Desenvolvimento de Sistemas de Informação”. Dentre as várias capacidades essenciais de TI, a atividade Monitoramento de Contratos foi selecionada por intermediar todas as interações entre as capacidades dos clientes e dos fornecedores; a atividade Entrega de Serviços foi selecionada por representar um ponto único de contato na prestação de serviços de TI. A função de TI Desenvolvimento de Sistemas de Informação foi selecionada por apresentar contratos bastante detalhados, reflexo da adoção de metodologias e *frameworks* maduros.

1.10 Estrutura da Tese

Os próximos cinco capítulos desta tese serão sucintamente descritos a seguir:

O capítulo 2 é dedicado à fundamentação teórica. Ele inicia situando a importância da Tecnologia da Informação na gestão organizacional. Em seguida, são apresentados os conceitos e as teorias relacionadas a ITO. Diversos temas transversais são introduzidos, como Capacidades Essenciais de TI, Gestão de Benefícios, Gestão de TI Orientada a Negócios, Mensuração Orientada a Objetivos e Simulação com Dinâmica de Sistemas.

O capítulo 3 descreve as características da pesquisa, apresenta a metodologia de modelagem utilizada, as razões para sua escolha e suas limitações. É apresentado também o fluxo de trabalho e de produtos desta pesquisa.

O capítulo 4 mostra, passo a passo, os resultados do processo de desenvolvimento do ITO-CapSim, bem como etapas parciais de verificação e validação dos produtos intermediários gerados.

O capítulo 5 descreve todo o processo de verificação e validação do modelo, realizado no contexto de três organizações públicas do Estado de Alagoas, comentando os resultados obtidos. Este processo consiste na verificação estrutural do modelo, validação de comportamento e utilização do ITO-CapSim em cenários de tomada de decisão a respeito de políticas de fornecimento de capacidades de TI e de gestão dos riscos envolvidos.

O capítulo 6 traz a avaliação e a discussão dos resultados obtidos, confrontando-os com os objetivos estabelecidos, comenta as ameaças à validade deste trabalho e dá sugestões para a realização de novas pesquisas.

2 Fundamentação Teórica

Este capítulo apresenta conceitos e teorias que darão suporte a esta pesquisa. O conceito de Terceirização de TI é apresentado de forma a embasar o leitor sobre os principais desafios envolvidos na tomada de decisões estratégicas sobre o suprimento de Capacidades Organizacionais de TI. O arcabouço conceitual relacionado com o objetivo deste trabalho envolve também aprendizado organizacional, alinhamento estratégico de TI com benefícios de negócio, bem como o gerenciamento dos riscos envolvidos.

2.1 Terceirização de Tecnologia da Informação

Terceirização é o uso de agentes externos para a realização de uma ou mais atividades organizacionais (DIBBERN, 2003).

A prática de transferir para fora da empresa uma parte do seu processo produtivo não é novidade no mundo dos negócios. A contratação de empresas especializadas em atividades específicas se consolidou na Segunda Guerra Mundial, quando a indústria de armamentos passou a delegar algumas atividades de suporte para empresas prestadoras de serviços mediante contratação (PRADO, 2005).

As organizações descobriram que concentrar esforços nas suas principais competências era uma alternativa de sobrevivência em um mundo marcado por frequentes turbulências e incertezas, então passaram a adotar a terceirização como uma das principais ferramentas para se ter sucesso no ambiente de negócios (PRADO, 2005).

Bergamaschi (2004) enfatiza que a terceirização não mais é encarada como uma simples atividade de prestação de serviços, mas como uma atividade agregadora de valor para as organizações e que os contratos e parcerias buscam a combinação de conhecimento, perícia e experiência dos fornecedores para o surgimento de ideias inovadoras que levem a melhores resultados. Prado (2005) acrescenta que, além de agregar valor aos negócios das organizações, a terceirização constitui uma estratégia chave para a alta administração da empresa.

A transferência de parte ou de todo o gerenciamento de ativos, recursos ou atividades de TI para um ou mais fornecedores externos, para prover o seu portfólio de serviços, é denominada de Terceirização de Tecnologia da Informação ou *Information Technology Outsourcing* (ITO) (LACITY et al, 1996).

No contexto deste trabalho, não faremos distinção entre ITO e ISO – *Information Systems Outsourcing*, uma vez que os fenômenos da terceirização aqui estudados se aplicam a ambos os contextos. Além disso, os principais *reviews* da literatura sobre *outsourcing* unificam estes dois mundos (DIBBERN, 2004; LACITY et al, 2009-2010).

Apesar de o conceito sugerir que se trata apenas de um caso particular de terceirização, ITO traz características específicas que a diferencia. Lacity e Willcocks (2001) advertem que pode ser um engano tratar ITO como uma simples decisão entre fazer (interno) ou comprar (externo). Ao contrário de outras funções organizacionais, a TI não pode ser facilmente atribuída a um fornecedor, pelas seguintes razões:

- A TI não é uma função homogênea – A penetração das aplicações de TI nas organizações, através dos processos de negócio, é um obstáculo à terceirização porque as aplicações não podem ser facilmente isoladas;
- A TI continua evoluindo vertiginosamente – O planejamento de atividades de TI com horizonte superior a três anos é uma atividade cheia de incertezas;
- Não há uma base simples na qual se possa avaliar economicamente as atividades de TI – Na indústria da TI, hardware, software e as habilidades necessárias para a execução dos serviços apresentam um custo imprevisível. Isto torna difícil para as organizações estabelecerem contratos de terceirização baseados em preço fixo;
- A substituição de fornecedores é um processo mais difícil – É difícil substituir fornecedores no curto espaço de tempo exigido por determinadas atividades de TI.

Leite (1994) também vê ITO como um caso particular, resumindo suas justificativas em duas características:

- A obsolescência nas decisões – As mudanças de contexto invertem rapidamente as relações de vantagens e desvantagens, ou seja, o que era ótimo ontem pode não ser mais;
- O dilema entre dependência e diversidade excessiva – Tem-se que optar entre ter um fornecedor com sistemas e serviços homogêneos, com baixa complexidade de gerenciamento, mas com alto risco de dependência ou; mais de um fornecedor, com sistemas e serviços heterogêneos, com baixo risco de dependência, mas com alta complexidade (e custo) de gerenciamento.

O ciclo de vida da ITO é composto pelos seguintes estágios (DIBBERN ET. AL, 2004):

- I. A decisão de terceirizar - consiste na declaração do motivo para terceirizar (objetivos), na escolha de qual(is) atividade(s)/serviço(s) terceirizar, na magnitude, tendo como base a estratégia de TI adotada e os resultados pretendidos pela organização contratante;
- II. A formatação do relacionamento – consiste na determinação da modalidade de fornecimento, do arranjo de fornecedores, do tipo de contrato (nível de detalhes, duração, valor), dentre outros detalhes, na estratégia de *sourcing* adotada pela organização, no ambiente regulatório e nas incertezas incidentes sobre o processo de terceirização;
- III. A seleção do(s) fornecedor(es) - consiste na escolha dos fornecedores, com base em suas capacidades, adequação à modalidade de terceirização escolhida, aos custos e demais critérios estabelecidos nas fases anteriores;
- IV. A transição das operações – consiste na transferência da(s) execução da(s) atividade(s) de TI do ambiente do contratante para o do fornecedor ou entre fornecedores.
- V. A gestão do contrato e do relacionamento - consiste no monitoramento da conformidade, do desempenho e do nível de confiabilidade do fornecedor, bem como na mitigação de riscos associados ao relacionamento de terceirização;
- VI. A (re) avaliação dos resultados - consiste na verificação da realização dos benefícios esperados e dos determinantes do sucesso do processo de ITO.

Em todos estes estágios, devem ser feitas escolhas, que podem levar ao sucesso ou fracasso do processo de terceirização.

2.1.1 Tipos de Fornecimento (*sourcing*)

Existem várias classificações para os tipos de terceirização praticados pelas organizações e, provavelmente, nem todas as práticas de mercado se encaixarão nas taxonomias propostas pelos diversos autores, visto que arranjos e contratos podem ter os mais diversos formatos. O quadro 2.1 apresenta alguns dos principais tipos de terceirização, segundo diversos autores.

2.1.2 Determinantes das Escolhas Feitas

Além das configurações de terceirização pelas quais as organizações optam, a academia tem estudado minuciosamente os fatores determinantes destas escolhas, incluindo os motivos, os atributos das transações e o isomorfismo.

Quadro 2.1 – Tipos de *sourcing* de TI.

Autor(es)	Tipo	Sub-tipo e Conceito
Millar (1994)	Geral	Terceirização seletiva - quando uma área ou função TI é escolhida para se tornar terceirizada; Terceirização de valor agregado - quando uma área ou função de TI é escolhida de forma a agregar valor à organização, pois acredita-se que não será fornecido internamente de maneira eficiente; Terceirização cooperativa – quando atividades, áreas ou funções de TI são executadas conjuntamente por um terceiro e pela área interna de TI.
	De transição	Usada para dar suporte em processos de migração entre plataformas tecnológicas.
	De processos de negócio	O fornecedor é responsável por executar uma função de negócios completa para uma organização cliente.
	Contrato de benefícios de negócio	Consiste em um acordo que define a contribuição do fornecedor em termos de benefícios específicos ao negócio, condicionando o pagamento ao alcance destes benefícios.
Lacity e Hirschheim (1995)	Total	Quando os serviços de TI terceirizados excedem o percentual de 80% do orçamento de TI.
	Interna	Quando a organização decide manter internamente mais de 80% do orçamento de TI
	Seletiva	Quando apenas algumas funções são entregues a fornecedores externos, ficando entre 20% e 80% do orçamento com a TI interna.
Cullen et. al (2014)	Interna	<i>Inhouse</i> – quando o cliente possui todos os ativos e emprega sua própria equipe; Serviços compartilhados – quando o cliente centraliza e padroniza a entrega de serviços de negócio que são compartilhados com várias unidades de negócio.
	Híbrida	Locação de mão-de-obra – quando o cliente contrata pessoas para complementar capacidades internas. O cliente gerencia em suas próprias instalações as pessoas contratadas. Consultoria – o cliente contrata conhecimento de alto nível para complementar capacidades internas; Parceria estratégica – Quando duas ou mais partes mobilizam capital e trabalho, formando uma terceira empresa ou sob um contrato, para atender a um cliente.
	Externa	Tradicional (por serviço prestado) – o cliente paga ao fornecedor pela gerência e entrega dos serviços de TI contratados. O cliente se encarrega de especificar as necessidades e o fornecedor se encarrega de gerenciar e entregar os serviços dentro das especificações; Serviços em nuvem – o cliente paga ao fornecedor com base no uso de serviços disponibilizados através da Internet; <i>Crowdsourcing</i> – demandas por serviços são enviadas para uma população desconhecida de provedores. A população pode ser recompensada financeiramente ou através do reconhecimento pessoal.

Fonte: Adaptado de Bergamaschi (2004) e Cullen (2014).

2.1.2.1 Motivação

A literatura examinada apresenta pelo menos 27 motivos para adotar ITO (CULLEN, 2014). Os resultados das pesquisas são consistentes em apontar a redução de custos (geralmente tenta-se uma economia de 10% a 15%) como a principal razão para terceirizar TI. Além da redução de custos, as pesquisas encontraram que as organizações esperam atingir outros benefícios com a terceirização:

A seguir, são apresentadas as motivações mais frequentemente encontradas para a adoção de ITO:

- Redução de custos – O desejo do cliente de reduzir ou controlar custos;
- Foco nas atividades essenciais – A necessidade de direcionar a equipe própria para as atividades relativas ao negócio da organização. Em se tratando de TI, a necessidade de redirecionamento da equipe própria de TI para atividades mais estratégicas. Com isto, espera-se obter uma melhoria nos processos e capacidades de negócio;
- Acesso a novas competências - Ter acesso a habilidades mais escassas no mercado e conhecimento dos fornecedores para a melhoria na qualidade dos serviços de TI;
- Razões técnicas – O desejo ou necessidade do cliente de ter acesso a tecnologias de ponta disponíveis nos fornecedores, mas não dentro da organização;
- Razões políticas – O desejo ou necessidade da organização cliente de tornar as carreiras profissionais internas mais atrativas financeiramente através da eliminação de atividades onerosas ou pouco rentáveis.

Também foi levantado que, quanto maior o temor de perder o controle sobre os serviços de TI que apóiam os serviços de negócio, bem como de perder a propriedade intelectual de produtos, serviços e processos pela violação da segurança da informação, maior a probabilidade das organizações optarem por não adotarem ITO.

No que tange ao cenário das organizações públicas, o estudo de Cunha (2011) explora fatores vinculados a diferentes aspectos derivados das teorias organizacionais que motivam a adoção de ITO: tecnológico, institucional, social e contingencial.

2.1.2.2 Atributos das Transações

Os pesquisadores vêm estudando pelo menos 14 atributos das transações como potenciais determinantes das decisões em *sourcing*. Quatro atributos foram mais comumente observados como também foi constatado que valores elevados para tais atributos foram associados à baixa frequência na adoção de ITO. Os quatro principais atributos de transação são:

- Incerteza – O grau de imprevisibilidade dos requisitos da transação, das tecnologias emergentes potencialmente envolvidas e/ou de fatores ambientais;
- Criticidade do produto/serviço – O grau de criticidade do produto ou serviço gerado pela transação percebido pelo cliente para o sucesso do negócio;
- Custo – O esforço, tempo e custo envolvidos em localizar, criar, negociar e monitorar um contrato entre as partes;
- Risco para o negócio – A probabilidade que uma ação integrante da transação irá afetar negativamente o cliente.

2.1.2.3 Isomorfismo

O isomorfismo foi explicado por DiMaggio e Powell (2005) como uma maneira através da qual as características organizacionais são modificadas para aumentarem a compatibilidade com as características ambientais, partindo do pressuposto de que as organizações respondem de maneira similar a outras organizações que estão, de alguma forma, ajustadas ao ambiente. Trata-se de um processo que faz com que uma unidade da população se pareça com outras unidades que enfrentam o mesmo conjunto de condições ambientais, podendo ser caracterizado por três tipos de forças que fazem com que as organizações em populações similares se pareçam entre si (DAFT, 2008):

- Isomorfismo Mimético – resultam da percepção de que imitar práticas adotadas por organizações pares bem sucedidas levará a resultados similares;
- Isomorfismo Normativo – derivam da adoção de normas, do profissionalismo e de treinamento comuns;
- Isomorfismo Coercitivo - advêm da influência política formal ou informal exercidas por organizações dominantes.

Pesquisadores têm apontado que, dentre estes fatores, o mimetismo tem influenciado com mais força as decisões sobre terceirização. Os clientes terceirizam influenciados por organizações pares (CULLEN ET. AL, 2014).

2.1.3 Determinantes dos Resultados da Terceirização

Cullen et al. (2014), a mais recente e completa compilação sobre ITO, estratificou práticas cuja correlação com os resultados gerados pela terceirização de TI vem sendo cientificamente provada em mais de 20 anos de pesquisas nesta área, rotulando-as de *Práticas Robustas*. Estas práticas robustas são agrupadas em: Características Contratuais, Características do Relacionamento, Capacidades dos Clientes e Capacidades dos Fornecedores.

2.1.3.1 Características Contratuais

Características contratuais são as regras formalizadas incorporadas no contrato de terceirização. Na literatura acadêmica visitada por Cullen et. al (2014), tais características são definidas pelos seguintes atributos:

- **Nível de detalhe** – O número ou grau de detalhe das cláusulas do contrato, como fórmulas de formação de preço, níveis de serviço, garantias, aplicação de multas por desempenho insuficiente. Contratos que definem detalhadamente o escopo do serviço, preços, indicadores de desempenho, responsabilidades de ambas as partes, melhores práticas, etc., apresentam melhores resultados que contratos menos detalhados (LACITY E WILLCOCKS, 1998);
- **Duração** – A duração do contrato em termos de tempo. Contratos de média duração (entre 3 e 5 anos) frequentemente apresentam melhores resultados que contratos fora desta faixa de duração. Contratos muito curtos podem não ser atrativos para os fornecedores em termos de recuperação de investimento feitos em transição de serviços e em adaptação a demandas muito específicas. Contratos muito longos tendem a estagnar o relacionamento comercial, bem como os acordos e tecnologia envolvidos podem se tornar obsoletos frente à evolução tecnológica e do ambiente de negócios;

- Valor – O valor financeiro acumulado do contrato durante toda a sua vigência. Contratos que envolvem um volume financeiro e de serviço mais alto, diluem mais os custos com a terceirização.
- Modelo de preço - A forma como os serviços, objeto do contrato, são precificados. Exemplos da literatura incluem *Preço Fixo*, *Preço pelo Uso*, *Tempo e Material*, *Participação nos Ganhos*. Vários pesquisadores descrevem contratos e estruturas de precificação de maneira diferente ao longo dos estudos, o que torna difícil generalizar qual modelo traz maior probabilidade de sucesso para a iniciativa de terceirização.

Existem evidências substanciais de que contratos mais detalhados, com duração entre 3 e 5 anos e de alto valor financeiro, são significativamente associados a resultados positivos da terceirização de TI.

2.1.3.2 Características do Relacionamento

As características do relacionamento refletem como o relacionamento entre cliente e fornecedor é visto e conduzido. Os atributos mais encontrados na literatura são (CULLEN ET.AL, 2014):

- Compartilhamento do Conhecimento – O quão bem sucedidas as partes são em compartilhar e transferir conhecimento entre si;
- Visão de parceria – A percepção que o cliente tem do fornecedor: se como parceiros confiáveis ou oportunistas;
- Relacionamentos prévios – A avaliação que as partes fazem de relacionamentos anteriores;
- Comunicação – O grau com que as partes estão abertas a discutir suas expectativas, futuras perspectivas, capacidades, forças e fraquezas;
- Credibilidade – A confiança na benevolência da outra parte.

Em 94% dos resultados das pesquisas empíricas analisadas, quanto melhor o nível do relacionamento, maior a probabilidade de sucesso da iniciativa de terceirização de TI, o que é, de certa forma, uma conclusão trivial. Entretanto, um dos resultados mais interessantes é que as características contratuais e de relacionamento são complementares e recíprocas.

Geralmente, um contrato mal trabalhado não irá gerar gerentes de conta amigáveis, comunicativos e confiáveis. Contratos mal conduzidos geralmente são consequência de relacionamentos mal conduzidos (LACITY et al, 2009).

2.1.3.3 Capacidades dos Clientes

As pesquisas identificaram que as organizações que adotam ITO devem desenvolver um conjunto de capacidades específicas para alcançar os benefícios projetados para a terceirização (FENNY E WILLCOCKS, 1998; LACITY et al, 2010; CULLEN et al, 2014). São elas:

- **Capacidade de gestão de *sourcing*** – É a habilidade de avaliar, selecionar e integrar os prestadores de serviços de TI de acordo com uma estratégia e um modelo definidos, com o objetivo de atender às necessidades e de otimizar a entrega de valor para o negócio. O modelo de terceirização pode incluir prestadores de serviços dentro e / ou fora da área de TI da organização. Possibilita descobrir pontos fortes e fracos na abordagem corrente de *sourcing*, de modo a perceber oportunidades para aumentar os benefícios obtidos a partir de fornecedores;
- **Capacidade de gestão de fornecedores** – É a habilidade de gerenciar eficazmente o relacionamento com os fornecedores de serviços. Também faz parte desta capacidade alavancar o potencial dos fornecedores de agregar valor aos negócios do cliente, criando situações de “ganha-ganha”, em que o fornecedor tem uma boa lucratividade por fornecer serviços que aumentam os benefícios para o negócio. Dado o alto custo de troca de fornecedores, é de interesse dos clientes maximizar a contribuição dos atuais bons fornecedores à organização. A deficiência desta capacidade é freqüente nas organizações e uma das principais razões para explicar o insucesso nas terceirizações de TI;
- **Capacidade de negociação e facilitação de contratos** – É a habilidade de negociar contratos eficazes com seus fornecedores, bem como resolver conflitos durante a fase de execução dos serviços terceirizados;
- **Capacidade técnica e metodológica** – Referem-se ao nível de maturidade do cliente nos padrões e códigos de melhores práticas das funções de TI (*Capability Maturity Model, IT Infrastructure Library, etc.*);

- **Capacidade de gestão de riscos** – É a habilidade de mensurar, avaliar e mitigar os potenciais riscos associados à adoção de ITO;
- **Capacidade de monitoramento de contratos** – É a habilidade de monitorar os indicadores de desempenho dos serviços contratados. É importante para proteger os interesses do cliente durante toda a execução do contrato, verificando se os serviços prestados pelo fornecedor estão dentro dos parâmetros de qualidade, custo e prazo contratados. Embora as organizações clientes reconheçam a importância do monitoramento de contratos, subestimam a natureza dinâmica desta função ao alocarem frequentemente pessoas inadequadas para executá-la, principalmente em contratos de longo prazo.

2.1.3.4 Capacidades dos Fornecedores

As capacidades dos fornecedores mais estudadas e que mais positivamente influenciam os resultados gerados pela adoção de ITO são (FENNY E WILLCOCKS, 1998; LACITY et al, 2010; CULLEN ET. AL, 2014):

- **Capacidade de gestão de programas** – É a habilidade de coordenar e gerenciara eficazmente projetos interdependentes, tanto de um único cliente quanto de múltiplos clientes. É importante para maximizar o desempenho dos projetos entregues, gerenciando de forma eficaz os recursos envolvidos (tecnologia, pessoas, conhecimento);
- **Capacidade de gestão de recursos humanos** – É a habilidade de identificar, adquirir, desenvolver e empregar recursos humanos para atingir os objetivos organizacionais tanto dos clientes quanto dos próprios fornecedores de serviços. As pesquisas em ITO identificaram que esta capacidade afeta positivamente e significativamente os resultados dos clientes 95% das vezes em que foi analisada. Clientes frequentemente contratam fornecedores motivados por uma equipe de profissionais superior em termos de número e qualidade.
- **Capacidade técnica e metodológica** – É o nível de maturidade do cliente nos padrões e códigos de melhores práticas das funções de TI;
- **Capacidade de entendimento do domínio** – É a extensão na qual um fornecedor teve experiências anteriores e conhece o contexto, os processos, as práticas e os requisitos de negócios e técnicos do cliente.

2.1.4 Teorias Relacionadas à Terceirização

Grande parte dos trabalhos sobre a terceirização de TI tem sua fundamentação baseada em teorias. Dibbern et. al (2004) e Martens e Teuteberg (2009) catalogaram as teorias que têm sido utilizadas com maior frequência nos estudos sobre a terceirização de TI. Estas teorias foram categorizadas em: estratégicas, econômicas e sociais/organizacionais.

As teorias estratégicas focam em como as empresas desenvolvem e implementam estratégias para atingir uma meta de desempenho estabelecida. Teorias de referência deste tipo incluem: Teoria dos Jogos, Teoria Baseada em Recursos, Teoria da Dependência de Recursos, Teoria da Gestão Estratégica e das Competências Essenciais.

As teorias econômicas se concentram na coordenação e na governança dos aspectos econômicos com relação às transações entre os agentes envolvidos. As teorias de referência deste tipo incluem: Teoria da Agência e Teoria dos Custos de Transação.

As teorias sociais / organizacionais têm um foco diferente. Abstendo-se de pontos de vista rígidos e racionais das organizações, essas teorias concentram-se nas relações existentes entre indivíduos, grupos e organizações. As teorias de referência deste tipo incluem: Teoria Geral dos Sistemas e Teoria da Complexidade, sendo esta primeira percebida a partir de uma perspectiva da organização como um sistema aberto, que interage com o ambiente, influencia e sofre influência de outras organizações.

A partir de um levantamento bibliográfico que relaciona as teorias acima mencionadas ao contexto da terceirização de TI, foram selecionadas as seguintes teorias para compor o núcleo conceitual desta pesquisa: Teoria Baseada em Recursos, Teoria da Dependência de Recursos, Teoria da Gestão Estratégica e das Competências Essenciais, Teoria da Agência e do Custo do Agenciamento e Teoria Geral de Sistemas. A seguir serão apresentados, de forma sucinta, os aspectos relevantes de cada uma destas teorias.

2.1.4.1 Teoria Baseada em Recursos

A Teoria Baseada em Recursos vê a organização como uma coleção de recursos produtivos. Grant (1991) argumenta que uma abordagem da estratégia baseada em recursos está preocupada não só com os recursos e capacidades existentes, mas também com o seu desenvolvimento. Para utilizar por completo o estoque de recursos e capacidades de uma

organização, e desenvolver uma vantagem competitiva, a aquisição externa de recursos e capacidades complementares faz-se necessária. Esta aquisição externa, ou terceirização, representa o preenchimento de lacunas de recursos e capacidades.

Preencher lacunas de recursos e capacidades através de uma estratégia de terceirização não só mantém o estoque de recursos e capacidades da organização, mas também o amplia, de modo a estender as posições de vantagem competitiva e alargar as oportunidades estratégicas da organização.

De acordo com a abordagem baseada em recursos, a terceirização é uma decisão estratégica para preencher as diferenças entre as capacidades e os recursos de TI desejados e os existentes.

2.1.4.2 Teoria da Dependência de Recursos

Enquanto a abordagem da administração estratégica baseada em recursos enfoca uma análise interna da organização, a teoria da dependência de recursos enfoca o ambiente externo e argumenta que todas as organizações são dependentes, em graus diferentes, de algum elemento do ambiente externo para sobreviverem e crescerem em função da complexidade, do dinamismo e da riqueza desse ambiente (HALL, 2004).

Para obter recursos externos que não podem ser gerados internamente, as organizações devem realizar trocas com outras organizações, o que denota a dependência externa. As organizações alteram suas estruturas e padrões de comportamento para adquirirem e manterem os recursos externos (ULRICH E BARNEY, 1984). Desta forma, a sobrevivência organizacional é fortemente influenciada pela importância do recurso para a organização e pelos custos envolvidos na escolha e na troca de fornecedores (PFEFFER E SALANCIK, 1978; LACITY E WILLCOCKS, 2009).

A dependência de uma organização em relação a qualquer outra organização é determinada pela importância dos principais recursos dos quais necessita, pelo número de potenciais fornecedores destes recursos e pelo custo de substituição de fornecedores (PFEFFER E SALANCIK, 1978).

A teoria da dependência de recursos é frequentemente utilizada para justificar a necessidade de terceirização de tecnologia da informação (LACITY E WILLCOCKS, 2009). As explicações consideram todas as organizações inseridas em um ambiente globalizado, que

exerce pressão por qualidade na oferta de serviços, no qual nem sempre os recursos necessários estão disponíveis internamente.

2.1.4.3 Teoria da Gestão Estratégica e das Competências Essenciais

Segundo Johnston e Lawrence (1988), muitos historiadores concordam que o processo de produção favoreceu as grandes corporações, que podem obter ganhos de escala. Atualmente, entretanto, o baixo custo da TI parece estar criando vantagem competitiva nas relações de parceria entre empresas de porte menor. Isto confere às relações de parceria e terceirização um aspecto estratégico. Muitos autores têm abordado a questão da terceirização sob o ponto de vista da estratégia organizacional.

Segundo Quimm e Hilmer (1994), existem duas abordagens estratégicas que, quando combinadas adequadamente, permitem aos administradores expandir as habilidades e recursos de suas organizações além dos níveis obtidos através de outras estratégias. Estas duas estratégias são: (1) concentrar os recursos próprios da organização nas suas competências essenciais, onde estas podem agregar mais valor; e (2) terceirizar as atividades que a organização não possui uma necessidade estratégica nem uma capacidade especial. O termo Competências Essenciais (ou *core capabilities*) refere-se às habilidades específicas que a organização tem ou precisa ter para criar um valor único para os processos de negócio (PRADO, 2005). Este conceito requer que os gestores pensem mais cuidadosamente sobre as atividades que realmente criam, ou podem criar valor único, e aquelas que podem ser adquiridas externamente com mais eficácia.

2.1.4.4 Teoria da Agência e do Custo do Agenciamento

A teoria da agência é a base teórica que busca analisar as relações entre os participantes de um sistema, onde propriedade e controle são designados a pessoas distintas, o que pode resultar em conflitos de interesse entre os indivíduos (MENDES, 2001).

Jensen e Meckling (1976) definem uma relação de agência como sendo um contrato onde uma ou mais pessoas (principal) emprega outra pessoa (o agente) para realizar algum serviço ou trabalho em seu favor, envolvendo a delegação de alguma autoridade de decisão para o agente. Diz ainda que, se ambas as partes são maximizadoras de utilidade, existe uma boa razão para acreditar que o agente não irá atuar conforme os interesses do principal. A

partir do exposto, chega-se ao chamado “conflito da agência”, onde ocorre a incongruência entre o comportamento desejado pelo principal e o comportamento apresentado pelo agente. Este conflito de interesses conduz à necessidade do estabelecimento de contratos que especifiquem e formalizem os interesses de principais e agentes. Tais contratos trazem consigo os custos inerentes à sua concepção e ao seu monitoramento em prol dos interesses do principal e passam a ser os elementos centrais da teoria dos custos do agenciamento.

O custo do agenciamento é influenciado por:

- Incerteza, oriunda de políticas governamentais, clima econômico, evolução tecnológica, etc.;
- Aversão a risco, tanto por parte do cliente quanto do fornecedor;
- Programabilidade, que é o grau com que o comportamento de um fornecedor pode ser determinado com antecedência;
- Mensuração, que é o grau de facilidade para se mensurar os resultados da contratação;
- Tamanho, que determina o porte da relação de agenciamento.

Esta teoria provê um referencial muito útil para a avaliação das vantagens entre as diferentes formas de organização interna e externa de contratos entre fornecedores e clientes de serviços de terceirização, visando proteger os clientes do comportamento oportunista dos fornecedores (PRADO, 2005).

2.1.4.5 Teoria Geral dos Sistemas

A teoria geral dos sistemas (TGS) foi desenvolvida a partir de 1940 e tem por objetivo elucidar os princípios que podem ser aplicados a todos os tipos de sistemas em todos os campos de pesquisa, através do estudo da relação dos sistemas e de seus elementos, assim como de seus modos de ação ou comportamento (BERTALANFFY, 1975).

A TGS afirma que as propriedades dos sistemas não podem ser descritas significativamente em termos de seus elementos separados. A compreensão dos sistemas ocorre somente quando estudados globalmente, envolvendo todas as interdependências de suas partes (BERRIEN, 1968).

Bertalanffy (1976) define sistema como um conjunto de elementos interrelacionados entre si e com o ambiente. Churchman (1971) afirma que, embora a palavra sistema tenha

sido definida de várias formas, há uma concordância generalizada no sentido de que sistema é um conjunto de partes coordenadas para atingir um conjunto de objetivos.

Os princípios básicos da TGS são (BERTALANFFY, 1976):

- Holismo - Uma mudança em uma parte do sistema afeta todo o sistema;
- Globalidade - O todo é maior do que a soma das partes;
- Equifinalidade - Todos os sistemas podem alcançar o mesmo estado ou resultado através de diferentes pontos de partida e abordagens;
- Multifinalidade - Um ponto de partida comum e a utilização de caminhos diferentes podem levar a resultados diferentes;
- Causalidade - Diferentes partes do sistema podem ser afetadas em diferentes ocasiões através de interações múltiplas entre elas.

No âmbito organizacional, o enfoque sistêmico parte do princípio de que as organizações estão abertas ao ambiente no qual estão inseridas e precisam manter com este uma relação de interação adequada para a sua sobrevivência (MORGAN, 2002).

Dependendo do tipo do ambiente, diferentes estratégias são adotadas para sua adaptação. Neste sentido, uma característica particular das organizações é sua capacidade de estender seu ciclo de vida através de reorganizações estruturais para cada tipo de ambiente, dando origem a novas formas organizacionais (FERREIRA ET. AL, 1997). O crescimento, o desenvolvimento, a continuidade e a sobrevivência de uma organização centram-se na sua capacidade de interagir com o ambiente no qual está inserida e, nesta interação, as relações entre variáveis técnicas e variáveis sociais, dentro do sistema, vão afetar as outras partes e, conseqüentemente, o sistema todo (DIAS, 2008).

2.1.5 Terceirização de Tecnologia da Informação nas Organizações Públicas

A administração pública pode ser designada como a gestão de atividades que assegurem os interesses da comunidade nas esferas federal, estadual e municipal, visando o bem comum. É obrigação das organizações públicas fornecerem aos cidadãos pagadores de impostos determinados serviços, para os quais não têm nenhum tipo de concorrência, com qualidade, agilidade e economicidade. Para isto, o governo tem desenvolvido esforços para se modernizar através do uso de recursos de TI (REINHARD E ZWICKER, 1993).

As empresas recorrem à terceirização com o propósito de satisfazer seus objetivos estratégicos, isto é, desenvolvimento estratégico (redução de custo e aumento de eficiência), impacto nos negócios estratégicos (melhorias do desempenho empresarial dentro do portfólio de negócios já existentes) e exploração estratégica comercial (alavancar bens da empresa relacionados com tecnologia) (DIROMUALDO E GURBAXANI, 1998). Entretanto, as peculiaridades do serviço público fazem com que existam outros elementos a serem considerados quando o assunto é terceirização de TI. A rigidez da estrutura de cargos e carreira do setor público é um dos principais motivadores para a utilização da terceirização de TI, pois as demandas são muitas e urgentes. Existe a virtual impossibilidade da administração pública de ajustar seus quadros, tanto no que diz respeito à dispensa de funcionários excedentes, por causa da estabilidade garantida por lei, quanto em relação à contratação de novos funcionários, pois o concurso público é um processo caro, demorado e nem sempre garante a seleção dos profissionais mais adequados para a área de TI. Muitas vezes a necessidade é premente e não se pode esperar tanto tempo (LEITE, 1995).

Aspectos políticos exercem influência no modelo de gestão de TI adotado em todas as esferas do governo. Numa perspectiva mais ampla, entende-se que, em geral, a decisão de terceirizar TI, e de que forma, ultrapassa a competência dos gestores das organizações governamentais, que nem sempre podem decidir, isoladamente, os rumos da área de Tecnologia da Informação dos órgãos sob sua administração, quando se trata, por exemplo, de questões como a realização de concurso público. Isso se deve, em parte, à disseminação do pensamento neoliberalista, que incentiva a privatização e a redução da máquina estatal. (DE OLIVEIRA E DOS SANTOS FILHO, 2008).

Há uma série de motivos pelos quais a empreitada da terceirização fracassa. O primeiro deles é que a esperada redução de custos acaba não se materializando (LACITY et al, 1996), o que pode ocorrer pela dificuldade em medir a eficácia e a eficiência das funções de TI ou pela dificuldade de distinguir entre os benefícios obtidos por causa da terceirização e aqueles adquiridos devido a outras mudanças ocorridas na organização durante o mesmo período, conforme explica a teoria dos custos de transação (AEXANDER, 2002).

O TCU expõe a falha de se contratar serviços de TI sem estratégia. Normalmente o projeto básico ou termo de referência não contempla um modelo de gestão contratual adequado e há dificuldades para monitorar os serviços executados, comprometendo a qualidade destes serviços. Outro aspecto a ser observado é o risco de violação da confidencialidade, integridade e disponibilidade das informações sensíveis do governo (GUARDA, 2011).

Foram identificados diversos problemas nas contratações de serviços de TI por parte das organizações públicas. Alguns deles são: a ausência de planejamento da contratação alinhada ao planejamento estratégico organizacional e a possíveis benefícios para a atividade fim, a deficiência de pessoal, o tratamento inadequado dado à segurança das informações sensíveis da administração pública, aliado ao montante significativo de recursos públicos despendidos para estas contratações. Isto motivou a publicação de um marco legal nas contratações de serviços de TI. Trata-se da Instrução Normativa SLTI/MPOG nº 04 (IN04) (BRASIL, 2015), cuja primeira versão foi publicada em maio de 2008 para disciplinar as contratações de TI na Administração Pública. Esta foi uma tentativa de estabelecer um padrão de contratação de serviços de TI pelo setor público que evite os riscos de fracasso na terceirização (não reduzir custos, não melhorar a qualidade dos serviços, depender excessivamente dos fornecedores, etc.).

Guarda (2011) analisou 10 anos de contratação de serviços de TI mantidos pelos órgãos TCU e Tribunal Superior Eleitoral (TSE) e verificou que a terceirização de TI não se mostrou a melhor solução para os problemas que o setor público enfrenta com a falta de pessoal qualificado, levando a uma reflexão sobre o custo-benefício de adotar esta estratégia, especialmente sobre a redução de custos.

2.2 Capacidades Organizacionais

A Teoria Baseada em Recursos (TBR) apresenta uma perspectiva de que as organizações competem com base em seus recursos e que, para obterem e manterem vantagem competitiva sobre os concorrentes, devem possuir recursos únicos, raros, difíceis de serem imitados e insubstituíveis” (BARNEY, 1991).

Os conceitos Recursos e Capacidades são frequentemente utilizados na literatura de forma intercambiável. Adotaremos em nosso trabalho o entendimento dado por Amit e Schoemaker (1993):

Recursos são estoques de fatores disponíveis que pertencem a uma organização e por ela são controlados. Estes recursos são convertidos em produtos finais ou serviços através da aplicação de um conjunto de outros ativos e mecanismos de ligação, como tecnologia, sistemas de informação, conhecimento, etc. Os recursos podem ser físicos, humanos, intangíveis, dentre outras possíveis classificações.

Capacidades referem-se à habilidade organizacional de combinar, integrar e aplicar recursos usando processos organizacionais para atingir um determinado objetivo. As capacidades são baseadas em troca de conhecimento e de informação pelos recursos humanos, desenvolvidas ao longo do tempo por meio de interações complexas entre os recursos da empresa para aumentar a produtividade destes recursos.

2.2.1 Capacidades de Tecnologia da Informação

A capacidade de TI é caracterizada como a habilidade organizacional de mobilizar e aplicar recursos de TI de forma integrada com outros recursos e habilidades da organização (BHARADWAJ, 2000). Os principais recursos de TI podem ser classificados nas seguintes categorias: recursos tangíveis (componentes da infraestrutura física de TI), recursos humanos de TI (habilidade técnica e gerencial de TI) e recursos intangíveis habilitados por TI (ativos de conhecimento, orientação ao cliente, sinergia) (BHARADWAJ, 2000). Em um dos primeiros estudos a prover um teste empírico sobre a visão baseada em recursos de TI, Bharadwaj (2000) proveu suporte empírico para o relacionamento entre uma capacidade superior de TI e o desempenho da organização.

De acordo com a *IT Infrastructure Library – ITIL* (OGC, 2007), recursos e capacidades são usados pelas organizações para a entrega de valor na forma de bens e serviços. Recursos são entradas diretas para a produção. Gestão, organização, pessoas e conhecimento são usados para transformar os recursos. As capacidades são dirigidas pela experiência, intensivamente baseadas em conhecimento, baseadas em informações e fortemente embutidas nas pessoas da organização. Daí a afirmação que, se comparada à aquisição de capacidades, a aquisição de recursos é relativamente fácil (OGC, 2007). Ainda de acordo com o ITIL, as capacidades por si só não podem produzir valor sem os recursos apropriados. Além do mais, as capacidades diferenciadoras evoluem com a amplitude e a profundidade da experiência ganha a partir do número e da variedade de clientes, espaços de mercado, contratos e serviços.

2.2.2 Capacidades Essenciais de Tecnologia da Informação

Existem diversos trabalhos científicos que identificam as capacidades de TI que são essenciais para o sucesso do negócio, rotulando-as de Capacidades Essenciais de TI ou *Core*

Capabilities (CC). Nestas pesquisas, diferentes taxonomias são sugeridas para categorizar e agrupar as CCs em capacidades de mais alto nível. Também são apontadas que capacidades apresentam potencial para serem terceirizadas, quais aquelas que devem ser estrategicamente retidas por clientes de terceirização e, mais especificamente, quais as CCs estão relacionadas ao sucesso da adoção de terceirização de TI.

Fenny e Willcocks (1998) identificaram um conjunto de 9 CCs, agrupadas em 3 categorias que se interceptam. As CCs identificadas foram: a) Pensamento em Sistemas de Negócio; b) Construção de Relacionamentos; c) Liderança; d) Gestão de Fornecimento; e) Facilitação de Contratos; e) Planejamento de Arquitetura; f) Coordenação de Tecnologias; g) Desenvolvimento de Fornecedores e; h) Monitoramento de Contratos. Estas CCs foram categorizadas como: Visão do Negócio e da TI, englobando as CCs *a, b, c, d*; Desenho da Arquitetura de TI, englobando as CCs *b, c, e, f*; e Entrega de Serviços de TI, englobando as CCs *c, d, f, g, h*.

O *Innovation Value Institute* (IVI) é responsável pela concepção e manutenção de um modelo de maturidade em capacidades essenciais de TI: o *IT Capability Maturity Framework* (IT-CMF) (IVI, 2015). Este modelo utiliza a abordagem de nível de maturidade para aprimorar as capacidades de TI das organizações ao longo do tempo. O IT-CMF é composto por 33 capacidades críticas, organizadas em 4 categorias ou macro capacidades, e suporta a gestão de TI orientada à geração de valor para os negócios. Cada capacidade crítica é constituída por várias sub-capacidades, ou *building blocks*, que descrevem o caminho a ser percorrido pelas organizações para o aumento de seu nível de maturidade na capacidade em questão. O quadro 2.2 mostra as macro-capacidades e respectivas capacidades críticas do IT-CMF.

A Universidade Carnegie Mellon desenvolve e mantém um modelo de melhores práticas e de mensuração de nível de maturidade em contratação de capacidades de TI: o eSourcing Capability Management (eSCM), que se divide em dois módulos: o eSCM-CL, que contém 95 práticas que abordam as capacidades críticas necessárias aos clientes de ITO (eSCM-CL, 2006) e; eSCM-SP, composto por 84 práticas que abordam as capacidades críticas necessárias aos fornecedores de serviços de TI (eSCM-SP, 2006). O objetivo do eSCM-CL é guiar as organizações clientes no desenvolvimento de sua capacidade de gerenciar a contratação de serviços de TI e na definição de indicadores para medir esta capacidade. As 95 práticas apresentadas pelo eSCM-CL são agrupadas nas seguintes macro-capacidades: a) Gestão da Estratégia de contratação de serviços de TI; b) Gestão da governança de TI; c) Gestão de relacionamentos; d) Gestão do valor agregado ao negócio; e)

Gestão de pessoas; f) Gestão do conhecimento organizacional; g) Gestão da tecnologia; h) Gestão de ameaças. O eSCM também fornece um mapeamento da relação entre as práticas dos clientes e fornecedores, sendo uma referência para o desenho de processos que contemplem a interação entre capacidades.

Quadro 2.2 – Capacidades essenciais de TI, segundo o IT-CMF.

Macro-Capacidade	Capacidades Críticas Componentes (<i>Building Blocks</i>)
Gerenciar a TI como um Negócio	Contabilidade e Alocação; Planejamento de Negócios; Gestão de Processos de Negócio; Previsão e Planejamento de Capacidade; Gestão de Demanda e de Fornecimento; Gestão de Informação Empresarial; Gestão da Inovação; Liderança e Governança de TI; Projeto e Planejamento Organizacional; Gestão de Riscos; Inteligência Analítica de Serviços; Fornecimento; Planejamento Estratégico, TI Sustentável.
Gerenciar o Orçamento de TI	Gestão Orçamentária, Fiscalização do Orçamento e Análise de Desempenho, Financiamento e Finanças, Planejamento e Priorização de Portfólio.
Gerenciar a TI para a Geração de Valor de Negócio	Avaliação e Realização de Benefícios; Gestão de Portfólio, Custo Total de Propriedade.
Gerenciar as Capacidades de TI	Avaliação e Gestão de Capacidades; Gestão da Arquitetura Corporativa; Gestão de Segurança da Informação; Gestão do Conhecimento; Gestão de Pessoas; Gerenciamento de Programas e Projetos; Gestão de Relacionamento; Desenvolvimento de Pesquisa e Engenharia; Provimento de Serviços; Entrega de Soluções; Gestão de Fornecedores; Gestão de Infra-Estrutura Técnica; Desenho de Experiência do Usuário; Gestão de Treinamento do Usuário.

Fonte: adaptado de IVI (2015).

Finalmente, as CCs que estão relacionadas ao sucesso da iniciativa de ITO, estão apresentadas nas seções 2.1.3.3 (CCs a serem retidas pelos clientes de ITO) e 2.1.3.4 (CCs a serem retidas pelos fornecedores de ITO).

2.2.3 A Capacidade de Gerenciar Contratos de ITO

A governança de contratos é amplamente apontada na literatura como um dos principais determinantes do sucesso dos processos de ITO (LACITY E T AL, 2009-2010; CULLEN, 2014), pois este desempenha um importante papel na estrutura e no gerenciamento de qualquer arranjo de terceirização. A seção 2.1.2.3 trata das características contratuais como sendo fatores determinantes para o resultado da adoção de ITO.

Muitos gestores de TI apontaram para o processo de governança do contrato como o mais importante fator para um bem-sucedido relacionamento de ITO por ser o único

mecanismo para estabelecer o equilíbrio de poder entre as partes (NGWENYAMA E SULLIVAN, 2006), além de um importante instrumento para o tratamento de riscos de ITO previamente identificados. Ngwenyama e Sullivan (2006- 2007) incorporam diversas estratégias de mitigação de riscos ao instrumento de contrato, bem como ao processo de gestão. Estas e outras estratégias serão comentadas na seção 2.6, que trata de Gestão de Riscos de ITO.

Apesar da importância desta função, que permeia diversos estágios do ciclo de vida da terceirização, a gestão contratual inadequada tem sido apontada como uma das principais razões para o fracasso da terceirização na administração pública no Brasil, conforme apresentado na seção 2.1.5. A literatura relevante em ITO aponta para a dificuldade das organizações no monitoramento dos benefícios entregues pela terceirização e para a necessidade de frameworks que proporcionem uma constante revisão da execução do contrato de ITO - aperfeiçoá-lo com as lições aprendidas ao longo do tempo (LIN E PERVAN, 2007).

Como exposto na seção 2.1.5, a IN04 foi instituída no Brasil para padronizar e incorporar as melhores práticas na contratação de bens e serviços de TI pela administração pública, inclusive prescrevendo a análise de riscos ao longo de toda a vigência dos contratos. Esta pesquisa adotou o processo de monitoramento de contratos proposto em Carvalho (2009), cujo foco é a aquisição de serviços de desenvolvimento de *software* na administração pública com base na IN04 e em práticas do eSCM. As atividades deste processo são descritas abaixo:

I. Encaminhar solicitações/correções de serviços

As demandas submetidas à área de TI, geradas por projetos da área de negócios, devem ser avaliadas e encaminhadas formalmente à equipe executora, através do preenchimento do documento Ordem de Serviço (OS), que contém a especificação detalhada do serviço, nível mínimo de qualidade aceitável e cálculo da estimativa de esforço. A principal saída desta atividade é a Ordem de Serviço assinada, dando início à execução da demanda. É necessário negociar a OS, buscando garantir que o fornecedor entenda corretamente a mesma e faça uma avaliação crítica da viabilidade de executá-la, o que culmina com a emissão de uma proposta baseada em estimativas mais confiáveis.

II. Verificar serviços entregues

Um monitoramento efetivo do projeto visa o gerenciamento de seu escopo, custo, prazo, qualidade, riscos e recursos para que se produza o resultado desejado. A tarefa de receber, avaliar e atestar uma OS passa por duas fases: uma atestação técnica e

uma atestação administrativa. Na primeira fase é verificado se o que está sendo recebido é o que foi contratado. Na segunda fase é verificado o cumprimento das diversas obrigações do Contratado, sob a ótica fiscal, trabalhista, entre outras. O objetivo é então atestar tecnicamente o atendimento às exigências da Ordem de Serviço - OS para, após o ateste administrativo, pagar pelo serviço executado.

Caso a equipe de gestão do contrato detecte violação do Acordo de Nível de Serviço (ANS) na execução da OS, uma demanda formal de correção deve ser efetuada. Quando houver descumprimento contratual ou prejuízos de qualquer origem de responsabilidade do Contratado, penalidades deverão ser aplicadas.

III. Verificar a realização de benefícios

Esta tarefa objetiva verificar se a contratação atende ao objeto contratual (eficácia), consome a menor quantidade possível de recursos (eficiência), atende integralmente à legislação em vigor (legalidade), atinge os objetivos da contratação e contribui para a obtenção dos benefícios pretendidos (efetividade). Caso os benefícios do projeto ou demanda não estejam formalizados, podem ser considerados os objetivos estratégicos pretendidos com a terceirização (redução de custo, agilidade, etc.).

IV. Avaliar a necessidade de ajustes no contrato

Em serviços de maior escopo podem surgir demandas não previstas ou modificações de requisitos. Desta forma, em circunstâncias especiais, o termo contratual pode ser alterado. Devem ser observadas as seguintes recomendações: imutabilidade da essência do objeto; limite de aumento do valor do contrato restrito a 25% do valor; não pode haver alteração dos elementos técnicos da execução sem o correspondente reflexo sobre o valor da contratação, para cima ou para baixo.

A figura 2.1 mostra a visão gráfica do processo de monitoramento de contratos aqui adotado.

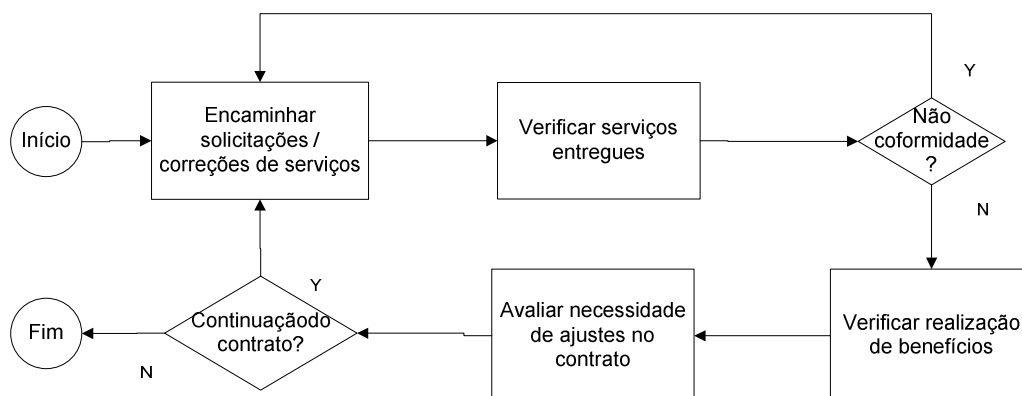


Figura 2.1 – Processo genérico de monitoramento de contratos. Fonte: Adaptado de Carvalho (2009).

Para enfrentar as dificuldades apontadas, este trabalho propõe um modelo quantitativo e dinâmico para suporte à tomada de decisão na gestão de capacidades diretamente envolvidas no processo de ITO. Mais especificamente, o modelo simula o processo de monitoramento de contratos de terceirização acima descrito. Com base nele, é possível compreender a dinâmica do uso da capacidade de monitorar contratos neste processo, bem como a sua influência no alcance dos benefícios planejados. Esta aplicação foi reportada em Bezerra et. al (2014) e será apresentada em detalhes no capítulo 5.

2.3 A Gestão de TI Orientada a Negócios (BDIM)

A gestão de TI tornou-se mais centrada no usuário com o surgimento da Gestão de Serviços de TI (*IT Service Management* - ITSM), sob a qual os departamentos de TI se transformaram em provedores de serviços. A perspectiva do ITSM permite que a equipe de TI perceba melhor as necessidades da camada de negócios e aja adequadamente. Entretanto, as métricas para aferir a qualidade dos serviços oferecidos aos usuários são predominantemente técnicas (disponibilidade, *throughput*, tempo de resposta).

Segundo Sauvé, Moura, Sampaio, Jornada e Radziuk (2006), Gestão de TI Orientada a negócios (*Business Driven IT Management* – BDIM)   a aplicação de um conjunto de modelos, práticas, técnicas e ferramentas para mapear e avaliar quantitativamente as dependências entre as soluções de TI e o desempenho dos negócios, utilizando esta avaliação para melhorar a qualidade de serviço das soluções de TI e dos respectivos resultados de negócios.

Os pesquisadores da área de BDIM argumentam que não   fácil mostrar a importância da TI para os altos executivos através de indicadores como percentual de disponibilidade e cumprimento (ou violação) do acordo de nível de serviço. Praticar ITSM com métricas de negócios pode ser uma poderosa ferramenta de comunicação da equipe de TI com os usuários e com os altos executivos. Portanto, BDIM busca medir o impacto que a TI tem sobre o negócio através de indicadores como custo, receita, lucro líquido, retorno do investimento, e tem como objetivo repensar a gestão de TI a partir dessa perspectiva, seja em um contexto operacional, t tico ou estratégico. Em resumo, BDIM   ITSM com métricas de negócios.

O ciclo de BDIM é um sistema fechado (figura 2.1), onde os resultados apresentados pelo negócio retroalimentam a camada de serviços e produtos de TI, direcionando as decisões

sobre TI para atingir uma qualidade destes serviços que maximize o valor agregado aos processos de negócio.

As linhas tracejadas representam as informações utilizadas pelo mecanismo de controle do BDIM para ajustar as decisões de TI e a qualidade dos serviços para melhoras os resultados do negócio.

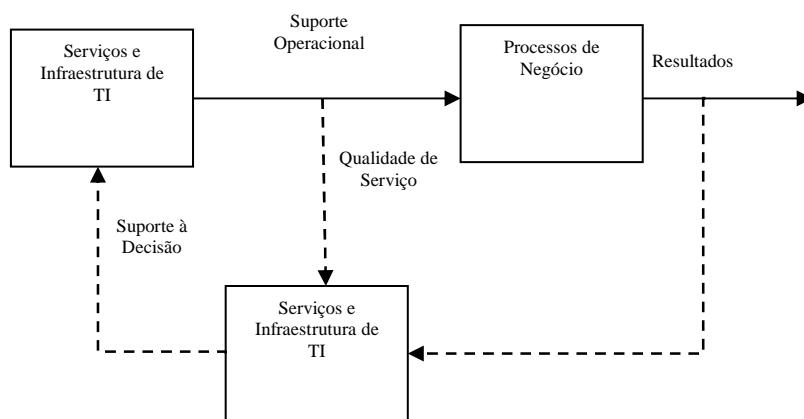


Figura 2.2 – BDIM como um sistema fechado. Fonte: adaptado de Sauvé et al (2006).

2.3.1 Métricas de ligação TI-Negócios

BDIM é uma abordagem para a melhoria da qualidade e controle da TI através da adoção de métricas para as interdependências entre a TI e os negócios, definidas como funções-objetivo. Estas métricas são chamadas de métricas de ligação TI-negócios, ou métricas BDIM. É desejável que uma métrica BDIM apresente os seguintes requisitos:

- Sua semântica deve ser clara para as pessoas de negócios; deve capturar numericamente o impacto nos negócios;
- Deve permitir que duas situações ou eventos sejam numericamente comparados; deve permitir a adição de métricas;
- Deve capturar o comportamento do impacto ao longo do tempo, permitindo a integração da métrica.

Receita, despesa, perda financeira, fatia de mercado, retorno do investimento e custo total de propriedade são exemplos de métricas BDIM.

2.3.2 Modelos de BDIM

Os resultados do desempenho da TI nos negócios dependem das relações complexas entre a infraestrutura de TI, os serviços de TI, processos de negócios que utilizam estes serviços e as unidades de negócios que empregam processos de negócio para agregar valor ao negócio. Quantificar métricas BDIM é uma tarefa complexa e não pode ser feito intuitivamente pela equipe de TI sem a ajuda de ferramentas adequadas.

Faz-se necessária a construção de modelos formais que captem essas relações e possam estimar numericamente os resultados de negócio, objetivando orientar a gestão de TI. Estes modelos são chamados de Modelos de BDIM, cujos requisitos básicos são (SAUVÉ et al, 2006):

- Mapear métricas ou eventos de TI em métricas de negócio;
- Prover meios para que os resultados de negócio possam ter as suas métricas causais antecedentes rastreadas, até atingir a camada de infraestrutura de TI;
- Aceitar métricas de TI como entrada, relacionando-as aos resultados de negócio;
- Apresentar baixa intrusão no ambiente organizacional, como baixa necessidade de instrumentalização, de acesso a dados de negócio, pouco esforço de modelagem, configuração e calibragem;
- Permitir adicionar ou remover entidades para tornar o modelo mais simples ou mais acurado;
- Permitir análises *what-if*, através da simulação de cenários;
- Permitir mudanças de negócio e de estratégias sem altos custos de modelagem.

A figura 2.3 mostra a arquitetura de um modelo básico de BDIM.

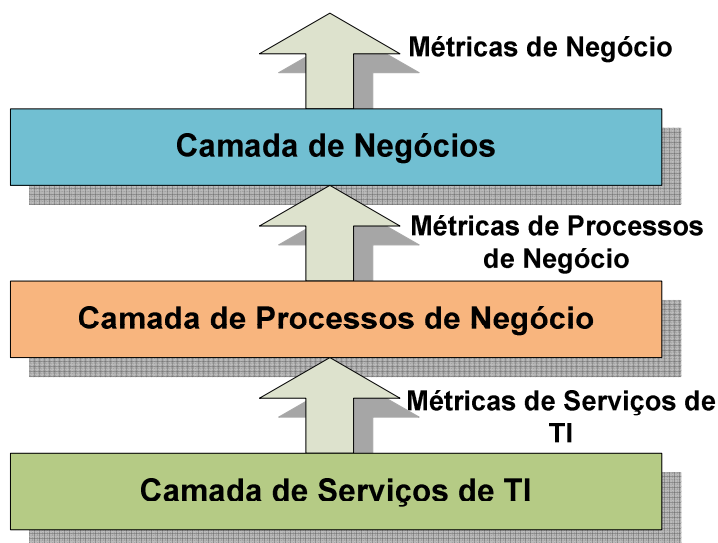


Figura 2.3 – Um modelo básico de BDIM. Fonte: adaptado de Sauvé et al (2006).

2.3.3 Solução do Modelo de BDIM

A solução de um modelo BDIM é a produção de uma ou mais métricas de negócio como saída da camada superior (camada de negócios). Apesar de ser possível, em algumas situações, medir diretamente as métricas em qualquer uma das camadas, é esperado que o modelo calcule estas métricas com base na definição da ligação TI-Negócios através da hierarquia de camada, utilizando para isto fórmulas matemáticas e/ou simulação. É possível, inclusive, solucionar o modelo combinando estas diferentes técnicas, uma vez que cada camada pode utilizar uma ou mais técnicas de solução independentemente das outras, inclusive alterar as soluções dadas anteriormente, desde que as interfaces sejam preservadas.

Comparando as técnicas de solução citadas, a mensuração é mais precisa e confiável, porém demanda processos e ferramentas mais intrusivos para sua coleta. A estimação das métricas através de modelos matemáticos e/ou de simulação é, geralmente, mais barata e rápida para ser desenvolvida e posta em produção, entretanto compromete a acurácia das métricas geradas, devido a simplificações, restrições e pressupostos assumidos para a construção de tais modelos. Uma solução híbrida para um modelo BDIM permite obter um equilíbrio entre o nível de intrusão, complexidade, custo e acurácia (SAUVÉ et al, 2006).

Esta pesquisa pretende contribuir de forma prática com a área de BDIM, não apenas oferecendo um modelo formal que atenda aos requisitos básicos desta área de pesquisa, como também explorando o uso de técnicas de modelagem que venham ao encontro de tais

requisitos. A caracterização do modelo aqui proposto como um modelo de BDIM será mostrada no capítulo 6.

2.4 Gestão de Benefícios

A Gestão de benefícios é o processo de organizar e gerenciar os benefícios para o negócio que o uso da TI pode entregar e que efetivamente está entregando. Um benefício de negócio pode ser definido como uma vantagem em favor de um *stakeholder* em particular ou de um grupo de *stakeholders* (ECKARTZ E KATSMA, 2012).

A complexidade e o escopo dos atuais projetos organizacionais de investimento em TI representam fatores que restringem e dificultam a avaliação dos benefícios gerados a partir deles. Entretanto, a execução dessa avaliação não garante a entrega dos benefícios previstos pela organização (LIN E PERVAN, 2007). Daí a importância da gestão de benefícios, cujo cerne está em organizar e gerenciar de forma que os potenciais benefícios emergentes dos investimentos em TI possam realmente ser obtidos (LIN E PERVAN, 2003).

Os *frameworks* gerados a partir de diversos estudos voltados para a gestão de benefícios de TI apresentam os seguintes aspectos relevantes: (1) oferecem técnicas que capacitam as organizações na medição de benefícios oriundos dos investimentos em TI; (2) provém processos e metodologias para orientação quanto à obtenção dos benefícios; (3) oferecem mecanismos formais de *feedback* e procedimentos que viabilizam experiência e conhecimento sobre a realização de benefícios, permitindo sua incorporação em decisões posteriores; (4) permitem que as organizações avaliem e analisem o nível e o tipo de benefícios que podem ser gerados a partir de atividades de terceirização de TI nas perspectivas de ambiente competitivo e das necessidades do cliente; e (5) sendo baseados em ciclo de aprendizagem, oferecem uma significativa oportunidade de melhoria com base nos erros e equívocos.

A TI pode intervir nos negócios das organizações de duas maneiras distintas: baseada em problema e baseada em inovação (PEPPARD E WARD, 2007). Na intervenção baseada em problema, ou '*ends driven*', com foco nos resultados, a organização prioritariamente investe em TI para aumentar o desempenho, evitar deterioração de desempenho, atingir metas de negócio estabelecidas ou remover restrições que impedem a exploração de novas oportunidades. Na intervenção baseada em inovação, a organização investe em TI para explorar novas oportunidades de negócios, criar diferencial competitivo ou novas capacidades

organizacionais, inovando através do uso da TI, ou usando a TI para realizar algo que não poderia ser realizado antes (PEPPARD E WARD, *idem*).

Vários estudos têm gerado *frameworks* e ferramentas para apoiar os gestores e tomadores de decisão no processo de gestão de benefícios de TI. Um recente estudo publicado em Eckartz e Katsma (2012) compara 17 métodos de gestão de benefícios, elegendo como mais completo o processo de Cranfield. Ele possui uma estrutura cíclica de estágios que se alinha aos estágios do processo de ITO. Dois principais artefatos são gerados neste processo: Rede de Dependência de Benefícios (RDB), uma rede de causa e efeito que relaciona os benefícios planejados, as mudanças organizacionais necessárias à entrega destes benefícios e os habilitadores de TI que irão dar sustentação às mudanças organizacionais; e Plano de Entrega de Benefícios (PEB), que registra a interdependência dos benefícios planejados, guia a sequência de implementação dos projetos e estabelece os processos subsequentes de revisão do plano.

2.5 Mensuração Orientada a Metas

A mensuração é uma técnica que apóia o entendimento, o controle, a previsão, a avaliação e a melhoria de processos e produtos (PFHAL, 2002).

A medição orientada a objetivo, de acordo com o paradigma Objetivo / Questão / Métrica (Goal/Question/Metric - GQM) (BASILI et al, 1994), é uma abordagem sistemática para a adaptação e a integração dos objetivos de uma organização em objetivos de medição e seu refinamento em valores mensuráveis (métricas). Este método é especialmente utilizado em programas de melhoria.

GQM centra-se em uma abordagem *top-down* para a definição de medidas adequadas (métricas) a serem coletadas e em uma abordagem *bottom-up* para a análise e a interpretação dos resultados da medição.

O método GQM é composto por quatro fases:

- 1) **Planejamento**, durante a qual um projeto para aplicação de medição é selecionado, definido, caracterizado e planejado, resultando em um plano de projeto. Nesta fase, os fatores críticos de sucesso do projeto são levantados e trabalhados.
- 2) **Definição**, durante a qual o programa de medição é definido e documentado em um artefato chamado Plano GQM. Nesta fase, todos os artefatos entregáveis são desenvolvidos, através da aplicação de entrevistas estruturadas ou outras técnicas de

aquisição de conhecimento. São estabelecidos: a) o objetivo – ou conjunto de objetivos – da medição; b) as questões, que capturem o maior número de aspectos do objetivo da mensuração e que, ao serem respondidas, contribuam para o alcance do objetivo estabelecido; e c) as métricas que precisam ser coletadas, a fim de responder às perguntas relacionadas aos objetivos definidos. Devem ser registradas também as expectativas existentes (hipóteses) sobre as medições.

- 3) **Coleta de dados**, durante a qual indicadores são coletados conforme previsto no Plano GQM. Nesta fase, todos os instrumentos de coleta de dados são utilizados (formulários, coletores automáticos) e os dados coletados devidamente armazenados.
- 4) **Interpretação**, durante a qual os dados armazenados são processados para gerar as métricas definidas, que fornecem respostas às questões formuladas, após o que a realização de um objetivo pode ser avaliada.

A figura 2.4 mostra as fases do método GQM.

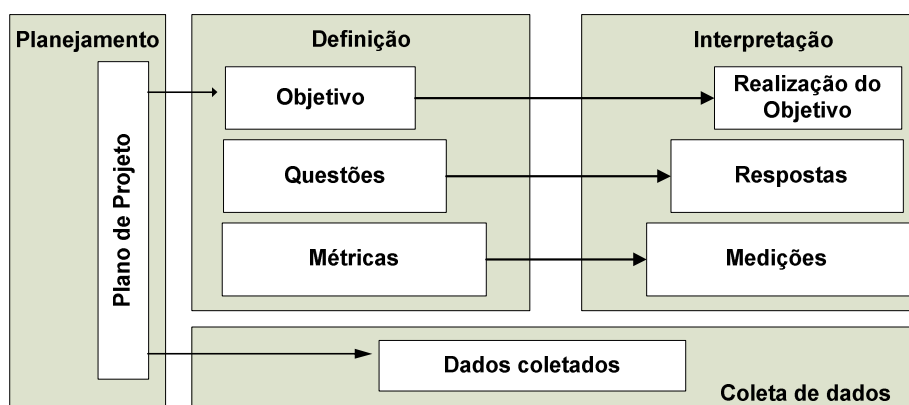


Figura 2.4 – O método GQM. Fonte: adaptado de Van Solinger e Berghout (1999).

O plano GQM é composto por três níveis de abstração:

- **Nível conceitual (objetivo):** A definição do objetivo da medição especifica o objeto da medição, o propósito da medição, o foco de qualidade de interesse, o papel para o qual os resultados da medição são de interesse (ponto de vista), e o ambiente no qual o programa de medição ocorre.
- **Nível operacional (pergunta):** Um conjunto de questões é usado para definir de forma quantitativa o objetivo e para caracterizar a forma como os dados serão interpretados. As questões tentam caracterizar o objeto de medida, em relação a uma determinada

questão de qualidade, e descrever essa questão de qualidade ou os fatores que podem afetá-lo.

- Nível quantitativo (Métrica): Um conjunto de métricas - combinados em um modelo - é associado a todas as perguntas, a fim de respondê-las de uma forma quantitativa.

Dois exemplos de definição de objetivos, Segundo o GQM são mostrados a seguir:

- Objetivo 1(O1): *Analisar o* (objeto: **código fonte**) *com o propósito de* (propósito: **entender**) *com respeito a* (foco de qualidade: **efetividade do processo de Gestão de Problemas**) *do ponto de vista de* (papel: **gerente de TI**) *no contexto de* (ambiente: **Service Desk da Receita Federal**).
- Objetivo 2 (O2): *Analisar o* (objeto: **processo de terceirização de TI**) *com o propósito de* (propósito: **avaliar**) *com respeito a* (foco de qualidade: **redução de custos com a TI**) *do ponto de vista de* (papel: **gestor de TI**) *no contexto de* (ambiente: **Secretaria da Fazenda**).

A partir do Objetivo 1, dois exemplos de questões e respectivas métricas são mostrados a seguir:

- Questão 1 (O1.Q1): Que percentual de incidentes reportados ao Service Desk é escalado para o status de Problema?
 - M1: Quantidade acumulada mensal de chamados do tipo incidente;
 - M2: Quantidade acumulada mensal de chamados do tipo incidente escalados para a categoria problema;
- Questão 2 (O1.Q2): Qual o índice de cumprimento do SLA da equipe de resolução de problemas?
 - M3: Quantidade de problemas resolvidos dentro do prazo;
 - M4: Quantidade de problemas resolvidos fora do prazo;
 - M5: Quantidade de problemas não resolvidos.

2.6 Gestão de Riscos

O termo risco é usado em uma grande variedade de configurações e pode assumir diferentes significados. Em (NBR 31000, 2009), risco é o efeito da incerteza nos objetivos, onde um efeito é um desvio em relação ao esperado (positivo e/ou negativo). Em finanças,

por exemplo, a noção de risco refere-se à variabilidade dos retornos dos ativos. Na área de seguros, o risco é definido como a probabilidade de perda, como uma condição na qual existe a possibilidade de um desvio de um resultado desejado (BAHLI E RIVARD, 2005). No escopo do nosso trabalho, estamos interessados em estudar os riscos de resultados indesejáveis. Formalmente, a exposição ao risco é definida como:

$$ER = \text{Prob (RI)} \times \text{Perda (RI)}$$

Onde ER é a exposição ao risco, Prob (RI) é a probabilidade de um resultado indesejável, e Perda (RI) representa a perda devido àquele resultado indesejável.

Em algumas áreas, como em seguros, é possível estimar a probabilidade de ocorrência de resultados indesejáveis, com base em extensas séries históricas de indicadores. Em áreas onde as probabilidades são difíceis, se não impossíveis de serem estimadas, os métodos de avaliação de risco trabalham com a probabilidade aproximada de resultados indesejáveis, identificando e avaliando fatores que influenciam sua ocorrência – os fatores de risco (BAHLI E RIVARD, 2005)

Dentre os principais desafios para se mensurar o risco estão a escassez de informações e a dificuldade na estimativa de custos (portanto, de monetizar as perdas). Existe uma dificuldade muito grande em se obter informações sobre os dois principais componentes do risco: as estimativas em relação à probabilidade e ao impacto de um dado evento. Alguns custos, como o dinheiro necessário para substituir um ativo roubado, são extremamente fáceis de serem calculados, se comparados ao impacto que um evento causa nas finanças, na qualidade ou na imagem de uma organização.

Existem basicamente dois métodos que podem ser utilizados para se mensurar o risco: quantitativo e qualitativo.

No método quantitativo, o risco é calculado através da mensuração numérica dos componentes associados ao risco. Como resultado, o risco é representado em termos de possíveis perdas financeiras, por exemplo.

No método qualitativo, ao invés de valores numéricos para estimar os componentes do risco, é utilizada uma escala subjetiva (ex.: baixo, médio, alto). Neste tipo de análise, os resultados dependem muito do conhecimento do profissional que atribui o valor aos componentes do risco.

O uso de abordagens puramente quantitativas é extremamente difícil e de alto custo, diante das dificuldades já apontadas. Em contrapartida, métodos puramente qualitativos não

só são possíveis como seu uso é frequente (MÓDULO, 2006), sendo possível a conversão de um método para outro através de *gateways* que convertem notas qualitativas em estimativas quantitativas.

A Gestão de Riscos de Tecnologia da Informação consiste em tomar decisões sobre gestão e investimentos com base nas ameaças e vulnerabilidades às quais a TI está submetida. Uma de suas principais aplicações é no escopo da gestão da segurança da informação, tratando os riscos que podem comprometer a confidencialidade, integridade e disponibilidade das informações corporativas, bem como a continuidade dos negócios de uma organização. Porém, uma visão mais atual da gestão de riscos de TI incorpora aspectos de controle interno.

Existem vários padrões de fato e de direito, tais como (ISO/IEC 13335, 2004; NBR 17799, 2005; NBR 27001, 2006; ISO/IEC 27005, 2007; ISO/DIS 31000, 2008; NBR 27002, 2009), que explanam sobre a gerência de riscos, de riscos de TI e especificamente sobre os processos que a compõem. Além disso, existem várias metodologias que dão suporte às organizações nos processos de gerenciamento de riscos, tais como OCTAVE (ALBERTS e DOROFEE, 2001; ALBERTS e DOROFEE, 2002).

O processo genérico de gestão de riscos compreende as seguintes fases (NBR 31000, 2009):

- I. Estabelecimento do contexto** – avaliar contextos externo (ambiente, fatores-chave, tendências, *stakeholders*) e interno (objetivos estratégicos, estrutura organizacional, capacidades, recursos, etc.) da organização.
- II. Análise de riscos**
 - a. **Identificação de riscos** – busca, reconhecimento e descrição de fatores que podem levar a resultados inesperados (neste caso, indesejáveis).
 - b. **Análise de riscos** – processo de mensuração do nível de risco, expressa em termos da combinação das consequências e suas probabilidades.
 - c. **Avaliação de riscos** – processo de comparar os resultados da análise de riscos com os critérios estabelecidos para determinar se o risco e sua magnitude é aceitável (não fazer nada) ou inaceitável (tratar o risco).
- III. Tratamento de riscos** – processo de modificar o risco (remoção das fontes, redução da probabilidade ou da consequência, a retenção consciente, o compartilhamento ou a transferência).

2.6.1 Gestão de Riscos de ITO

A terceirização é uma forma frequentemente utilizada de transferir riscos para o fornecedor; entretanto, esta prática introduz novos riscos para as organizações clientes (LIN e PERVAN, 2007).

A gestão de risco em ITO é um tema que tem sido amplamente estudado por décadas e ainda é de grande relevância. Dentro de uma recente revisão de ITO (LACITY et al, 2010), 36 das 164 publicações citadas são dedicadas especificamente à de gestão de risco de ITO. Entre esses artigos, Osei-Bryson e Ngwenyama (2006) desenvolvem modelos de risco, Ngwenyama e Sullivan (2006-2007) incorporam estratégias de mitigação de risco contratos, Willcoks et al (2000) desenvolvem pesquisa empírica (estudo de caso único longitudinal), Bahli e Rivald (2005) centram-se na medição de risco, e Earl (1996) identifica uma lista de fatores de risco.

Martens and Teuteberg (2009) fazem um *review* em 97 artigos de ITO focado no gerenciamento de riscos. Este *review* condensa os principais fatores de risco de ITO, os impactos por eles gerados e associa cada fator ao estágio pertinente de um ciclo de vida típico de ITO.

Entre a extensa lista de fatores de risco identificados em ITO por vários autores, a falta de capacidades essenciais de TI por parte dos clientes e fornecedores é quase onipresente (MARTENS e TEUTEBERG, 2009; LACITY et al, 2009-2010). A literatura sobre ITO mostra uma forte relação entre as capacidades apresentadas pelas organizações contratantes e os resultados esperados de iniciativas de terceirização (LACITY et al, 2009-2010), especialmente as capacidades para gerenciar fornecedores e negociar contratos, e a capacidade técnica / metodológica no desenvolvimento de sistemas de informação é fortemente relacionada com o sucesso ITO.

A tabela 1 mostra os principais fatores de risco e os respectivos efeitos indesejáveis para as organizações contratantes.

Gerenciar os riscos emergentes do processo de governança contratual de ITO tem influência direta sobre os resultados pretendidos por esta iniciativa, e indireta via *feedback*, sobre a tomada de novas decisões e adaptação das já tomadas (mitigação dos riscos, reavaliação do tipo de contrato, nível de detalhes, duração, valor) (PEI, 2008; LACITY et al, 2009; NGWENYAMA E SULLIVAN, 2006-2007).

Modelos de simulação por *software* têm sido amplamente utilizados na gestão de risco aplicada aos diversos setores do conhecimento, indústria e serviços ao longo dos anos. Alguns destes modelos utilizam uma abordagem estática e outros capturam a dinâmica dos processos

a que se aplicam. Apesar de não terem sido desenvolvidos especificamente para este fim, um possível caso de uso para estes modelos é o levantamento e a análise de riscos, onde valores para os parâmetros de entrada que representam fatores de risco podem ser estocasticamente gerados como uma estratégia para representar incertezas.

O uso do modelo proposto por este trabalho para suporte à tomada de decisão no processo de monitoramento de contratos de terceirização permite quantificar a exposição a riscos neste processo. Isto é feito através de uma análise de sensibilidade multivariada dos fatores de risco e impactos que podem ser representados no escopo modelado. Esta aplicação foi reportada em Bezerra et. al (2014b) e será apresentada em detalhes no capítulo 5.

Fator de Risco	Resultado indesejável para o cliente
Falta de experiência do cliente em contratos de terceirização	Disputas e litígio, aumento dos custos do serviço.
Falta de experiência do cliente na atividade terceirizada	Custos inesperados/adicionais de transição e de gerenciamento.
Falta de experiência do fornecedor em contratos de terceirização	Disputas e litígio.
Falta de experiência do fornecedor na atividade terceirizada	Degradação da qualidade do serviço
Comportamento oportunista do fornecedor	Aumento dos custos do serviço, dependência excessiva do fornecedor, alto custo de troca de fornecedor.
Monitoramento deficiente do desempenho do fornecedor	Aumento dos custos do serviço, degradação da qualidade do serviço, atraso na entrega dos serviços.
Perda de capacidades essenciais de TI pelo cliente	Perda de controle sobre a TI, dependência excessiva do fornecedor.
Exposição de informações sigilosas sem restrição	Perda de propriedade intelectual, perda de vantagem competitiva do cliente.
Rotatividade de pessoal do fornecedor	Perda do conhecimento organizacional, descontinuidade ou queda na qualidade dos serviços prestados.
Ausência ou deficiência na transferência de conhecimento do fornecedor para o cliente	Dependência excessiva do fornecedor, alto custo de troca de fornecedor.
Instabilidade financeira do fornecedor	Rompimento prematuro do contrato, descontinuidade dos serviços.

Tabela 2.1 – Principais fatores de risco e impactos sobre o cliente. Fonte: adaptado de Bahli e Rivald (2005), Ngwenyama e Osei-Bryson (2006), Ngwenyama e Sullivan (2007), Martens e Teuteberg (2009).

2.7 O Pensamento Sistêmico e o Aprendizado Organizacional

O pensamento sistêmico é uma técnica prática para a compreensão de questões complexas, para a ação e o aprendizado, com base na Teoria Geral dos Sistemas e na Teoria do Feedback (ANDRADE, 1997).

Em um sistema, as partes influenciam-se umas às outras de maneira mútua, quer direta ou indiretamente. Tais fluxos de influência, segundo Senge (1990, p. 82), teriam um caráter “recíproco, uma vez que toda e qualquer influência é, ao mesmo tempo, causa e efeito – a influência jamais tem um único sentido”. Este fluxo de influência é dito recíproco quando uma influência de um elemento A sobre B causa influência de B sobre C, que pode voltar a influenciar novamente A, num ciclo de causalidade circular denominado de enlace de retro-alimentação ou *feedback loop*.

Pensar sobre as cadeias circulares de causa-efeito ajuda a obter melhor compreensão sobre o funcionamento da realidade, pois permite elucidar os efeitos indesejados que muitas ações provocam, principalmente se forem baseadas no pensamento linear, que não considera os processos de *feedback*.

O mundo real é complexo. Senge (1990) distingue duas principais dimensões da complexidade: complexidade estática e complexidade dinâmica. Complexidade estática refere-se ao número de elementos de um sistema, e o nível de detalhe com que estes elementos são descritos. Complexidade dinâmica refere-se a aspectos de comportamento de um sistema e à dificuldade com a qual causas e efeitos associados com o comportamento dos elementos que compõem o sistema pode ser compreendida. Particularmente, sistemas que são essencialmente baseados em seres humanos são caracterizados por alta complexidade dinâmica (PFAHL, 2001).

O pensamento sistêmico também argumenta que a implementação de mudanças deve levar em consideração as questões de complexidade dinâmica presentes na realidade, como os atrasos na produção de efeitos. A maioria dos sistemas possui tempos de espera na produção de efeitos que, se não considerados, podem as levar a ações que façam o sistema "passar do alvo" (Senge, 1990, p. 94). Um exemplo simples ilustra bem esta questão.

Para aliviar uma dor de cabeça, em geral um indivíduo toma analgésicos. No entanto, é necessário um tempo de espera para que produza efeito. Ninguém em sã consciência tomaria uma segunda dose 10 segundos depois, somente porque o alívio não foi imediato. Um tempo de espera é necessário para surtir o efeito. Senge (1990, p. 95) argumenta que um tempo de espera não reconhecido pode gerar instabilidade e colapso, pois as ações tendem a ser

reforçadas com o não aparecimento dos efeitos desejados, o que pode levar a uma "overdose" de ações que podem fazer o sistema "passar" do alvo ou gerar efeitos colaterais. Partindo destes pressupostos, qualquer resolução de problemas através de ações "instantâneas" teria que ser considerada com cautela, pois suas consequências poderiam surtir efeitos a longo prazo ou, conforme a complexidade dinâmica envolvida, em locais diferentes daqueles da intervenção.

Um dos efeitos da consciência sobre a essência do pensamento sistêmico é ilustrada em Senge (1996). Ele declara que os estudos em dinâmica de sistemas levaram à crença de que a maioria dos sistemas possui uma complexidade infinita que seria impossível de ser compreendida completamente do ponto de vista da consciência racional. Por isso, quando há interesse em analisar uma questão, há que se considerar um conjunto de trocas compensatórias (*trade-offs*) entre o aumento da complexidade em considerar cada vez mais elementos dentro de uma situação, contra a possibilidade de deixar fora um elemento importante da realidade, buscando a simplificação da análise.

Durante o século passado, a noção de aprendizagem como um processo explícito de *feedback* encontrou sustentação teórica em muitas áreas das ciências sociais e de gestão (PFAHL, 2001). A Aprendizagem Organizacional, surgida na década de 1990, tem o pensamento sistêmico como uma de suas mais importantes disciplinas (ANDRADE, 1997).

Em uma organização, existe implícita e tacitamente uma multiplicidade de modelos mentais, pois cada um dos tomadores de decisão tem seu próprio modelo mental do mundo real (NOKATA E TAKEUSHI, 1995). Na aprendizagem organizacional, como representado na figura 2.5, os modelos mentais individuais são representados e integrados em modelos formais explícitos. Estes modelos são acessíveis à discussão em grupo e podem ajudar a diminuir equívocos individuais, inferências errôneas, o raciocínio não-científico, erros de julgamento e preconceitos das pessoas (PFAHL, 2001).

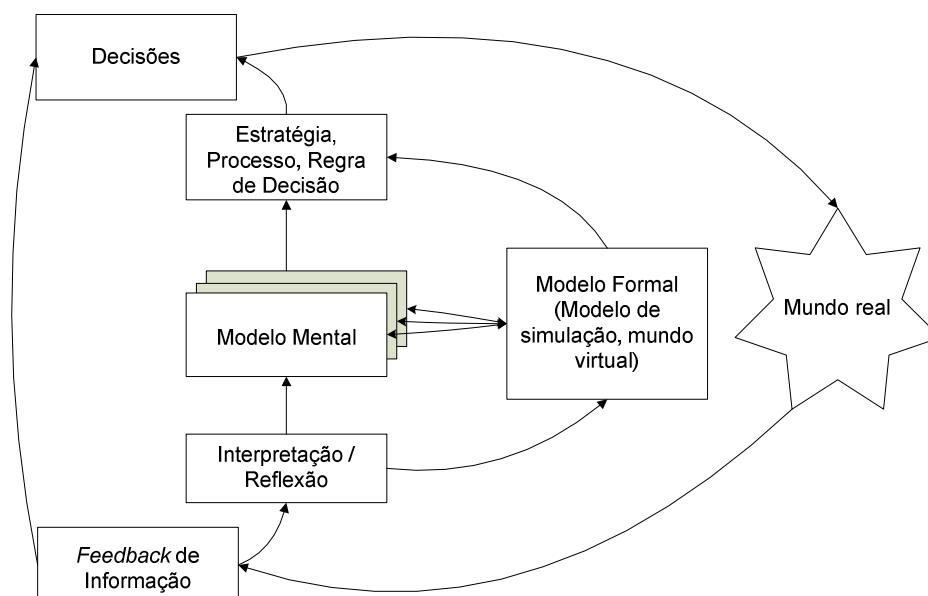


Figura 2.5 – Aprendizado organizacional com modelos. Fonte: adaptado de Pfahl (2001).

Mundos Virtuais são modelos formais, ou micromundos, em que os tomadores de decisão podem simular e testar o comportamento esperado de mudanças planejadas para o mundo real. Sterman (1994) afirma que um processo de aprendizagem eficaz envolve experimentação contínua em ambos os mundos – real e virtual, com *feedback* de ambos, desenvolvendo assim os modelos mentais, os modelos formais e as decisões a serem aplicados no mundo real.

Os mundos virtuais têm várias vantagens. Em primeiro lugar, eles fornecem laboratórios de baixo custo para a aprendizagem. O mundo virtual permite que o tempo e o espaço sejam comprimidos ou dilatados. Ações podem ser repetidas sob as mesmas condições ou em condições diferentes. Decisões que são arriscadas ou onerosas no mundo real podem ser tomadas para o mundo virtual. Assim, experimentos controlados tornam-se possíveis e viáveis porque, dentre outros fatores, os atrasos de *feedback* do mundo real são reduzidos drasticamente. No mundo virtual, é possível colocar o sistema em condições extremas, provocando mais *insights* sobre a sua estrutura do que efetuar ajustes incrementais em projetos-piloto limitados no mundo real (STERMAN, 1994; PFAHL, 2001).

Esta pesquisa tem como objetivo desenvolver e aplicar um modelo de dinâmica de sistemas como ferramenta de aprendizado organizacional, visando favorecer o sucesso das iniciativas de terceirização de TI na gestão pública através do suporte à tomada de decisão orientada a riscos e benefícios. Tal aplicação foi reportada em Bezerra et. al (2014) e Bezerra2 et. al (2014) e será apresentada em detalhes no capítulo 5.

2.8 Dinâmica de Sistemas

A Dinâmica de Sistemas (DS) é um método criado por Forrester (1961) para modelar e analisar o comportamento complexo de sistemas.

O ramo de conhecimentos da DS originou-se principalmente dos conhecimentos sobre as teorias do *feedback* dos servomecanismos, oriundas respectivamente da cibernética e da engenharia. Nos seus primórdios, a DS teve uma aplicação mais específica no contexto industrial; no entanto, ela tem sido utilizada na modelagem dos mais diversos tipos de sistemas: social, econômico e ambiental, onde uma visão holística tem papel relevante e os enlaces de *feedback* são fundamentais para a compreensão dos inter-relacionamentos (STERMAN, 2000).

2.8.1 Definição de Dinâmica de Sistemas

Das várias definições de Dinâmica de Sistemas sugeridas na literatura, a mais abrangente foi enunciada por Coyle (1996):

A Dinâmica de Sistemas lida com o comportamento dependente do tempo de sistemas gerenciáveis com o objetivo de descrever o sistema e compreender, através de modelos qualitativos e quantitativos, como o *feedback* de informações rege o seu comportamento, e projetar estruturas de *feedback* de informação robusta e políticas de controle por meio de simulação e otimização.

2.8.2 Fundamentos de Dinâmica de Sistemas

A DS busca a compreensão da estrutura e do comportamento dos sistemas que apresentam complexidade dinâmica. Para esta compreensão, são construídos modelos formais através do uso de dois tipos de diagrama: Diagrama de influência ou de enlaces-causais – para a construção de modelos qualitativos – e modelos baseados em computador, ou Diagramas de Fluxo – para a construção de modelos quantitativos, executáveis em computador.

2.8.2.1 Diagramas de causalidade

Senge et al (1996, p. 105) argumentam que (1) a linguagem natural não oferece uma estrutura adequada para entender e comunicar uma situação em que estão envolvidas influências mútuas dos elementos da realidade, com enlaces de retroalimentação; e (2) como a linguagem molda o pensamento, uma linguagem que trate mais adequadamente as complexidades dinâmicas da realidade trariam uma forma de pensamento mais efetiva. Por isso, Senge et al (1996) definem a estrutura básica da linguagem baseada nos diagramas de enlace causal.

Os diagramas de causalidade são redes de causa e efeito que representam qualitativamente o comportamento de um sistema, através do mapeamento dos seus elementos formadores e dos relacionamentos entre eles, isto é, de que forma um elemento influencia o comportamento de outro. A figura 2.6 ilustra um exemplo de diagrama de enlace causal.

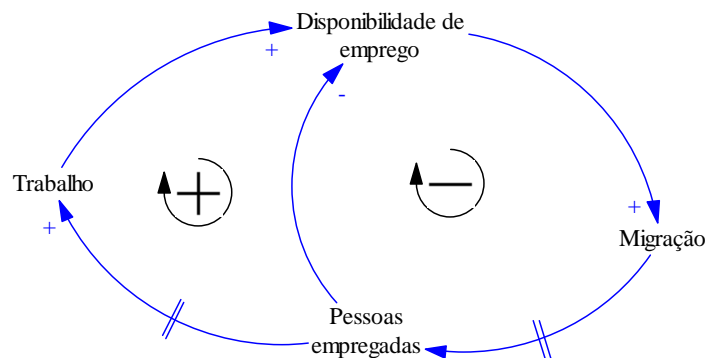


Figura 2.6 – Diagrama de enlace causal. Fonte: adaptado de Andrade (1997).

Este diagrama é composto por:

- Elementos do sistema ou variáveis: entidades ou fatores relevantes do sistema - no caso acima, o nível de "disponibilidade de emprego", a taxa de "migração", a quantidade de "pessoas empregadas" e o nível de "trabalho" demandado dentro do contexto;
- Relacionamentos: setas que indicam a direção de influência de um elemento sobre outro; o sinal que acompanha a seta indica a polaridade do relacionamento: quando "+", indica que uma variação no elemento causador gera uma variação no mesmo sentido no elemento que recebe o efeito; "-" indica uma variação de efeito contrário. No exemplo, um aumento no nível de emprego gera

uma aumento na migração de pessoas buscando emprego; um aumento no número de trabalhadores empregados diminui a disponibilidade de emprego;

- Atrasos: efeitos que somente são sensíveis após um tempo de espera, ilustrados nos diagramas por duas barras paralelas ao longo dos relacionamentos que produzem efeitos com atraso. No exemplo, o efeito gerado de aumento da demanda de trabalho causado por uma maior massa de pessoas empregadas com renda passível de gerar consumo levará um certo tempo para emergir do sistema;
- Enlaces causais ou *feedback* : conjunto circular de causas em que uma perturbação em um elemento causa uma variação nele próprio como resposta; para determinar sua polaridade, basta identificar, a partir da perturbação de um elemento (aumento ou redução), se o efeito resultante sobre si próprio é no mesmo sentido, originando um *feedback* positivo (+), ou se é em sentido inverso, originando um *feedback* negativo (-). No exemplo acima, um aumento na disponibilidade de empregos gera um aumento na migração; um aumento na migração gera aumento na quantidade de pessoas empregadas; um aumento na quantidade de pessoas empregadas provoca redução na disponibilidade de empregos, logo, um *feedback* negativo (-); no entanto, o mesmo aumento na disponibilidade de empregos, que gera aumento no número de pessoas empregadas, gera aumento, a longo prazo, na quantidade de trabalho necessário, o que gera aumento de disponibilidade de emprego - neste caso, um *feedback* positivo (+).

Os *feedback* positivos são também denominados enlaces de reforço, ao passo que os *feedback* negativos são também conhecidos por enlaces de balanceamento. Outra observação importante é que a determinação do efeito de um elemento sobre o outro é definido mantendo-se constantes todos os demais efeitos sobre o elemento afetado. No exemplo acima, ao determinar que efeito a variação do número de pessoas empregadas teria sobre a disponibilidade de emprego, assumiu-se que o efeito de trabalho sobre disponibilidade de emprego se mantivesse constante.

Na vida comum, os enlaces de reforço são comportamentos próprios de "círculos viciosos", "círculos virtuosos", ou ainda "efeito bola de neve". A maioria destas estruturas gera crescimentos ou colapsos exponenciais. Os enlaces de balanceamento são os responsáveis pelos mecanismos de equilíbrio do universo. São caracterizados por serem

direcionados para um objetivo. O exemplo mais comum deste tipo de sistema é o controle de termostato de um sistema de resfriamento, apresentado na figura 2.7.

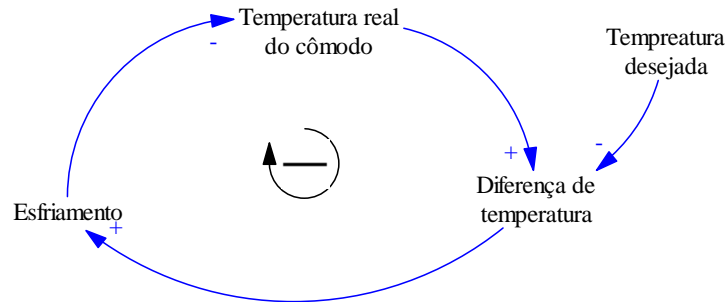


Figura 2.7 – Sistema de resfriamento controlado por termostato.

Fonte: adaptado de Andrade (1997).

No exemplo da figura 2.7, quanto maior a discrepância entre a temperatura do cômodo e o alvo desejado, mais intensiva será a ação de resfriamento, o que acarretará na redução da temperatura real do cômodo e na redução da discrepância desta com a temperatura desejada.

É importante lembrar que o diagrama de enlace causal tem dois importantes papéis a cumprir nos estudos em dinâmica de sistemas. Primeiro, ele serve como um esboço das hipóteses causais. Segundo, ele simplifica a ilustração do modelo. Em ambos os casos, ele permite ao analista rapidamente comunicar os pressupostos estruturais do modelo. Por isso são úteis nos estágios iniciais dos estudos do sistema.

2.8.2.2 Diagramas de fluxo

Para que seja possível realizar a simulação do comportamento do sistema gerado pela rede de relações de causa e efeito, os diagramas de causalidade devem ser formalizados e ganhar informações quantitativas. Estas representações formais são denominadas de Diagramas de Fluxo. Os diagramas de fluxo são representações mais elaboradas da dinâmica de funcionamento dos sistemas, próprios para a modelagem computacional. Morecroft (2007) sugere que, ao modelar sistemas, utilizem-se preliminarmente os diagramas de enlaces causais, que proporcionam uma ligação útil entre a descrição verbal e sua representação como modelos de computador. O maior grau de refinamento dos diagramas de fluxo é relativo ao maior número de símbolos, o que permite identificar os tipos de elementos interagentes dentro do sistema. Estes símbolos são:

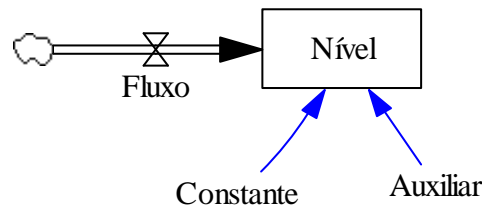


Figura 2.8 – Elementos de um diagrama de fluxo. Fonte: autor.

- Níveis: acumulações ou estoques dentro do sistema. Representam o estado do sistema, ou a acumulação de ações dentro de um sistema;
- Fluxos: o movimento de materiais e informação dentro do sistema, a uma taxa que é representada por equações diferenciais descritas por funções de decisão;
- Funções de decisão: a forma como os fluxos são controlados - usualmente definidos como políticas de gerenciamento;
- Atrasos: demoras na manifestação dos efeitos da influência de um elemento sobre outro;
- Fontes e escoadouros: o início e o fim de um fluxo;
- Variáveis auxiliares, para a realização de operações algébricas;
- Constante de ajuste para estabelecer objetivos de um sistema, por exemplo.

A computação de um nível é aproximada por uma equação diferença da forma:

$$Nível(t+dt) = Nível(t) + (\sum \text{taxas de entrada} - \sum \text{taxas de saída}) dt$$

Onde: t - ponto no tempo; dt - passo de tempo.

A figura 2.9 mostra o diagrama de fluxo equivalente ao diagrama de causalidade mostrado na figura 2.7.

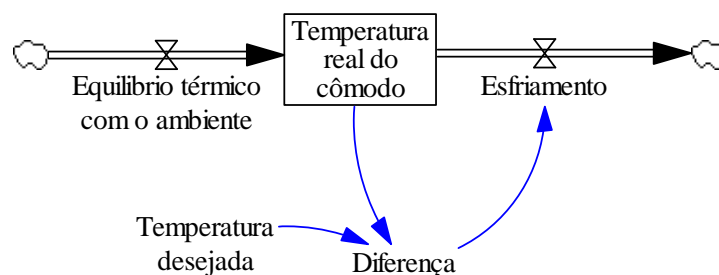


Figura 2.9 – Diagrama de fluxo de um sistema de esfriamento controlado por termostato. Fonte: adaptado de Andrade (1997).

2.8.3 Aplicações de Dinâmica de Sistemas em ITO

A seguir, serão comentadas as principais publicações acadêmicas que trazem exemplos da aplicação de DS à terceirização de funções de TI, agrupadas por propósito. Em seguida, serão comentados os diferenciais da aplicação proposta por esta pesquisa com relação a tais trabalhos.

- **Suporte à decisão em terceirização de projetos de software** - O trabalho de Roehling, Collofello, Hermann e Smith-Daniels (2000) descreve como profissionais da indústria de *software* podem utilizar um modelo de simulação para obter *insights* a respeito dos potenciais benefícios e desvantagens da terceirização do desenvolvimento de *software*. A aplicabilidade e utilidade do modelo são demonstradas através da análise e discussão dos resultados de cenários de simulação. Na pesquisa de McCray e Clark (1999), um modelo de dinâmica de sistemas foi desenvolvido e utilizado para explorar o efeito de duas políticas de terceirização em uma típica organização de desenvolvimento de sistemas de informação, para um horizonte de tempo de 20 anos. Os resultados indicaram que, embora a terceirização ofereça potencial economia de custos, é acompanhada por uma diminuição da capacidade de responder a mudanças inesperadas num mercado competitivo.
- **Análise de políticas de terceirização de desenvolvimento de sistemas *off-shore*** - A pesquisa desenvolvida por Dutta e Roy (2005) tem como objetivo entender a dinâmica do mercado de serviços de TI *offshore*, identificando os principais efeitos de *feedback* que intensificam ou moderam o crescimento deste tipo de terceirização em um determinado país. Para isto, foi construído um modelo de simulação representando a interação entre dois mercados *offshore* em ascensão, localizados em países diferentes.
- **Análise de riscos de terceirização de serviços de TI** - O trabalho de Gui-Sem e Xiang-Yang (2010) estrutura um diagrama de causalidade, composto por três seções: Riscos de Terceirização de Serviços de TI; Desempenho de Serviços de TI e; Política de Controle de Riscos de Terceirização de Serviços de TI. Cada uma destas seções é expandida em diagramas de causalidade, com as respectivas polaridades dos relacionamentos. Trata-se de uma pesquisa ainda insipiente, com abordagem qualitativa.

A aplicação de DS aqui proposta se diferencia dos trabalhos acima comentados pelos seguintes aspectos:

- O modelo de DS desenvolvido não está restrito à atividade de desenvolvimento de *software*. Com ele, é possível representar qualquer atividade de TI, através da capacidade genérica de entrega de serviços;
- Todas as interações entre a organização cliente e o fornecedor de serviços de TI são intermediadas pela atividade de monitoramento de contratos, que é um dos focos de atenção desta pesquisa;
- O esforço de modelagem aqui empreendido visa representar as especificidades, restrições e problemas da terceirização de TI na administração pública, particularmente no contexto brasileiro, pois as decisões sobre ITO são enfocam as organizações privadas e os benefícios econômicos da terceirização, como, por exemplo, a redução de custos com TI. Apesar de também ser um benefício desejado no contexto da administração pública, o efeito da redução de custos não está vinculado à lucratividade, mas sim à eficiência da gestão dos recursos públicos.
- A modalidade de ITO *offshore* não faz parte da realidade das organizações públicas;
- A abordagem de gestão de riscos com dinâmica de sistemas adotada por esta pesquisa é de caráter essencialmente quantitativo, com base em um diagrama de fluxo que representa o processo de monitoramento de contratos de ITO. Isto permite quantificar impactos em termos de tempo e custo, bem como estimar a probabilidade de concretização destes impactos.

Casos de uso do modelo de DS aqui proposto foram apresentados em Bezerra, Medeiros e Moura (2013); Bezerra, Moura e Lima (2014) e; Bezerra, Bullock e Moura (2014).

Muitas pesquisas têm focado a modelagem com DS em temas transversais à tomada de decisão em ITO, tais como:

- Dinâmica de projetos e desenvolvimento de software (ABDEL-HAMID E MADNICK, 1991);
- Dinâmica dos recursos humanos em projetos de software (COSTA et al, 2013, ABDEL-HAMID, 1989);
- Melhoria de processos de engenharia de software (LINET et al, 1997; GAROUSI et al, 2009);
- Análise de investimentos em TI (TU et al, 2010, WING E MALONEY, 1994).

3 Metodologia

O método científico refere-se a um aglomerado de regras básicas de como deve ser o procedimento a fim de produzir conhecimento científico, quer um novo conhecimento, quer uma correção (evolução), ou um aumento na área de incidência de conhecimentos anteriormente existentes (SINGH, 2006).

Como enunciado anteriormente, o objetivo desta tese é dar suporte à gestão do fornecimento de capacidades essenciais de TI em organizações públicas através do aumento do conhecimento organizacional sobre a complexa dinâmica existente no uso e na interação destas capacidades à luz dos benefícios e dos riscos para as organizações. Dessa forma, faz-se necessário a definição de um procedimento metodológico que seja adequado ao propósito desta pesquisa, seu posicionamento epistemológico, natureza e abordagem, métodos de pesquisa, técnicas de modelagem, coleta e análise de dados e validação de resultados.

A presente pesquisa adota uma postura epistemológica pós-positivista e uma abordagem sistêmica (WILLIAMS, 2000). É pós-positivista porque procura aliar a objetividade da quantificação, do estabelecimento de relações de causalidade entre variáveis do problema a ser resolvido, com a subjetividade e a complexidade inerentes à interferência humana. É sistêmica porque utiliza o paradigma de sistemas, que se preocupa com as propriedades emergentes do relacionamento entre as partes do todo (WILLIAMS, 2000).

Esta pesquisa emprega a *Integrated Measurement, Modeling and Simulation* (IMMoS) (PFAHL, 2001), que combina duas poderosas estratégias de pesquisa: a Modelagem e a **Simulação com Dinâmica de Sistemas (MSDS)** (COYLE, 1996; FORRESTER, 1961; MADACHI, 2005), de caráter qualitativo e quantitativo, e a Mensuração Orientada a Objetivos, que utiliza o paradigma *Goal, Question, Metrics* (GQM) (BASILI et al, 2001; VAN SOLINGER E BERGHOUT, 1999), de caráter quantitativo.

3.1 Desenho da Pesquisa

A figura 3.1 apresenta o desenho esquemático desta pesquisa, composta por quatro fases. Em cada uma das fases, são listadas as atividades a serem executadas e os respectivos produtos obtidos. As setas brancas indicam o fluxo de construção e refinamento do modelo proposto pela pesquisa. As linhas contínuas em preto representam o ciclo de verificação dos produtos gerados e o ciclo de validação é representado por linhas tracejadas em preto.

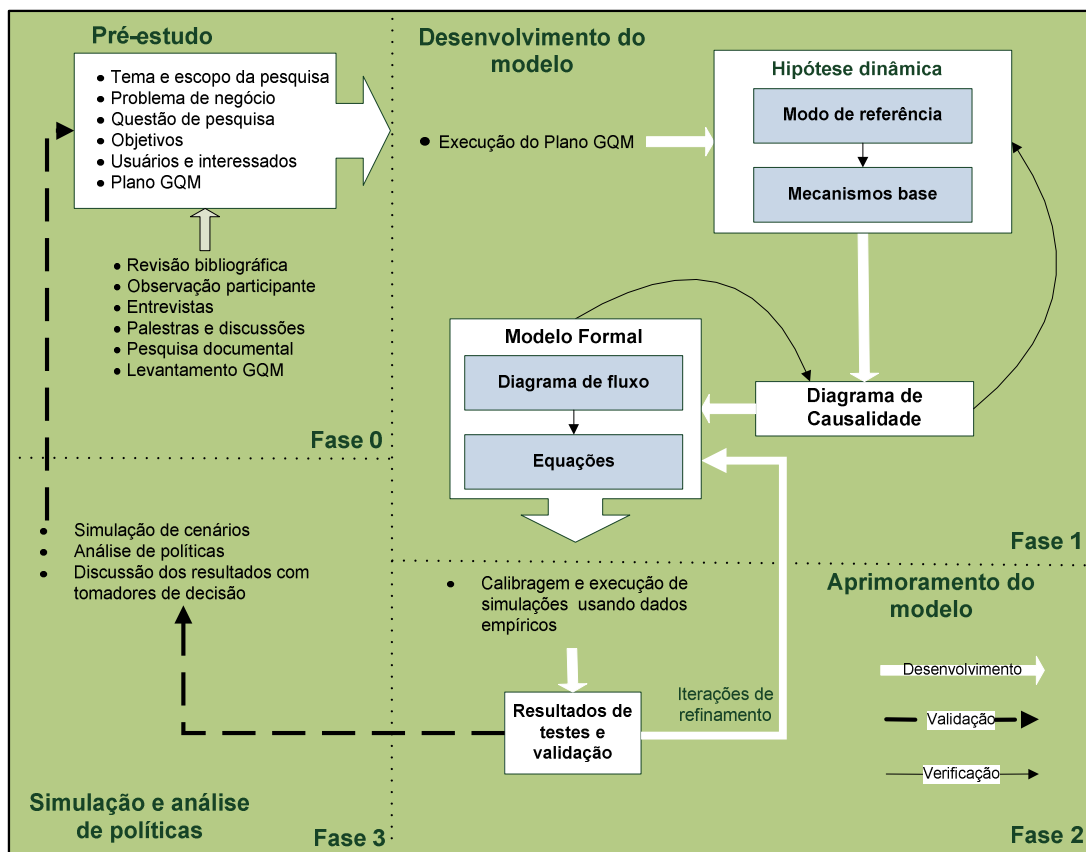


Figura 3.1 - Desenho da Pesquisa. Fonte: Autor.

A metodologia de modelagem adotada alterna etapas qualitativas e quantitativas. Na fase de pré-estudo, a revisão bibliográfica, a observação participante (quando o pesquisador participa da vida da comunidade que ele está estudando, podendo mesmo viver na comunidade), as entrevistas, a pesquisa documental e a construção do diagrama de causalidade são atividades de natureza qualitativa. A construção e a execução do plano GQM, a construção do diagrama de fluxo e as equações do modelo, a sua verificação estrutural e parte da validação de comportamento usando dados empíricos compreendem a parte quantitativa da pesquisa. A avaliação da eficácia do modelo em cumprir o seu propósito, feita pelos seus usuários e *stakeholders* após usá-lo para a simulação de cenários e análise de políticas, é uma atividade de natureza qualitativa. O fluxo da pesquisa se encerra com a análise quantitativa das respostas dos usuários.

3.2 O Framework Integrated Measurement, Modeling and Simulation (IMMoS)

Pfahl (2001) argumenta que um esforço cada vez maior é empregado não somente para medir e modelar certos aspectos dos processos, mas para ir mais longe e integrar todos os dados disponíveis, informação, conhecimento e experiência através de uma metodologia sólida, que proporcione a tomada de boas decisões. Modelos válidos combinados com dados empíricos válidos são de importância crucial neste processo.

O propósito de combinar MSDS e GQM é ampliar a contribuição que cada um destes métodos pode dar ao serem aplicados isoladamente. Através da aplicação de GQM, é possível identificar que informação é relevante para resolver problemas específicos (objetivos), e como esta informação pode ser representada, mensurada e interpretada de forma prática e factível. A aplicação de MSDS provê o apoio à decisão para problemas dinamicamente complexos de planejamento e de melhoria. No entanto, existem algumas limitações tanto de GQM quanto de MSDS, se usados isoladamente:

- GQM tem escopo "local" no sentido de que um objetivo é sempre investigado isoladamente. Outros aspectos e metas "globais" dos projetos não são levados em conta. Ao contrário, os modelos de DS normalmente capturam influências mútuas e *feedback* de diversos parâmetros inter-relacionados.
- O método GQM é estático e, portanto, incapaz de refletir mudanças nas métricas de interesse provocadas por interações e *feedback* ao longo do tempo. Por outro lado, a calibragem de modelos de DS requer informações produzidas por vários modelos quantitativos estáticos, podendo perfeitamente se beneficiar dos resultados de programas de medição GQM.
- O desenvolvimento e a validação de modelos de GQM é um processo demorado e caro, pois detectar eventuais limitações exigiria a sucessiva aplicação do programa de medição. Um mecanismo para verificar a validade dos modelos GQM a partir de uma perspectiva teórica e sistêmica, usando modelos de DS, seria muito útil para aumentar a eficiência dos processos de melhoria baseados em medição, devido ao menor custo do uso de simulação.
- Os resultados de qualquer investigação baseada em simulações, por exemplo, para fins de planejamento ou exploração das potencialidades de melhoria, baseiam-se essencialmente na validade dos modelos utilizados. No entanto, não há outro caminho para verificar a validade de modelos de DS que não seja a realização de investigações

empíricas para comparar o desempenho do mundo real com o desempenho do mundo virtual. O método GQM seria um bom meio para o planejamento eficaz e a condução eficiente de investigações empíricas apropriadas.

Diante destas limitações, Pfahl (2001) propôs combinar a medição orientada a objetivos com a modelagem e a simulação com dinâmica de sistemas, apontando uma série de vantagens que contemplam as limitações identificadas:

- A construção de modelos de DS cada vez mais precisos e válidos em descrever a realidade;
- A execução de planos GQM derivados de objetivos globais de melhoria, sob uma visão holística do sistema em estudo;
- Uma maneira de aumentar progressivamente a validade de modelos GQM e de DS através da verificação mútua das suas respectivas consistências;
- A complementaridade existente entre os dois métodos.

É importante enfatizar esta última vantagem. A modelagem e a simulação baseadas em dinâmica de sistemas ajudam a analisar e entender problemas do mundo real que envolvem comportamento dinâmico (dependente do tempo) e emergente (resultante de interações complexas e de *feedback*). Os programas de medição baseados no paradigma GQM podem ser utilizados em vários estágios do processo de modelagem com DS, descrevendo quatro padrões distintos de interação (PFAHL e RUHE, 2002; PFAHL e RUHE, 2003). Isso será evidenciado na apresentação detalhada do framework IMMoS.

3.3 As Fases do IMMoS

A seguir, serão apresentadas as fases do processo de desenvolvimento IMMoS, os produtos gerados, os papéis envolvidos e as considerações sobre as atividades executadas em cada uma das fases.

- **Fase 0:** Pré-estudo para a identificação dos potenciais usuários e do objetivo do modelo;
- **Fase 1:** Desenvolvimento do modelo inicial, que reproduza o comportamento dinâmico apresentado pelo sistema real;

- **Fase 2:** Aprimoramento do modelo inicial, que deverá ser utilizado para a análise e/ou solução do problema sendo atacado;
- **Fase 3:** Utilização e manutenção do modelo aprimorado para a análise de políticas e solução do problema sendo atacado.

Na fase 0, todas as atividades de construção do modelo são preparadas. Ela se concentra principalmente na definição de usuários e na identificação de especialistas no domínio do problema atacado, visando a aquisição de conhecimento durante as atividades de modelagem. É de suma importância que o objetivo a ser alcançado pelo esforço de modelagem esteja claro e validado pelos interessados. Não se deve prosseguir com o desenvolvimento do modelo de DS caso seu objetivo não esteja claramente definido nem seus usuários sejam identificados.

As fases de 1 a 3 do IMMoS representam o ciclo principal de iterações que o processo de desenvolvimento de modelos de DS tipicamente segue. Na Fase 1, um modelo inicial é desenvolvido com a meta de reproduzir o comportamento de referência observado no sistema real sendo estudado. Em seguida, na Fase 2, este modelo inicial é validado e aperfeiçoado de tal forma que pode ser usado para a resolução de problemas na Fase 3. Caso o usuário do modelo esteja interessado na solução de apenas um problema, as atividades de modelagem se encerram na Fase 3. Entretanto, é possível retornar à Fase 2 para ciclos de manutenção e melhoria contínua.

3.4 Os Papéis dos Atores no IMMoS

Os principais papéis envolvidos no IMMoS são:

- **Cliente (C)** - é o patrocinador do projeto de desenvolvimento do modelo de DS;
- **Usuário (U)** - é o futuro usuário do modelo, responsável também por prover informações que ajudem a estabelecer o objetivo do modelo;
- **Desenvolvedor (D)** - é a pessoa responsável por operacionalizar o desenvolvimento do modelo de DS em todas as suas etapas;
- **Expert do domínio modelado (E)** - é a pessoa responsável por transmitir todo o conhecimento do domínio do problema, a ser incorporado no modelo em desenvolvimento;

- **Moderador (M)** – é a pessoa responsável por articular e conduzir workshops e reuniões entre D e E;

É comum o acúmulo de papéis durante os processos de modelagem.

3.5 Os Produtos dos Componentes do IMMoS

Como preparação para uma apresentação detalhada dos relacionamentos entre os componentes individuais do IMMoS, serão apresentados, de forma resumida, os principais produtos obtidos da aplicação individual da Modelagem e Simulação com Dinâmica de Sistemas (MSDS) e do GQM.

3.5.1 Os Produtos da MSDS

Os produtos mais relevantes do processo de modelagem com DS são:

- **Definição do objetivo**, especificando o escopo (limite e granularidade), o foco dinâmico (comportamento dinâmico de interesse), propósito (o porquê), o usuário e o ambiente organizacional do projeto de MSDS.
- **Hipótese dinâmica**, composta pelo modo de referência (comportamento dinâmico de interesse) e mecanismos base (interconexão de arquétipos básicos da DS).
- **Diagrama de causalidade**, definindo a rede mínima de relações de causalidade necessária para gerar o comportamento dinâmico de interesse.
- **Modelo inicial de DS**, capaz de reproduzir o modo de referência.

Os produtos mais relevantes da utilização de simulação com modelos de DS são:

- **Modelo de DS aprimorado**, aplicado para a solução do problema definido como Objetivo do Modelo de DS.
- **Análise e interpretação dos resultados das simulações**, usada para a solução do problema definido como Objetivo do Modelo de DS.

3.5.2 Os Produtos da Mensuração Orientada a Metas (GQM)

Os produtos mais relevantes da aplicação do método GQM são:

- **Um ou mais objetivos da medição** (*GQM Goals*), cada um especificando o objeto, foco de qualidade, propósito, ponto de vista e contexto do programa de medição.
- **Plano GQM**, mapeando o alcance dos objetivos de medição em questões e definindo as métricas e os modelos quantitativos (equações) que irão contribuir para responder tais questões.
- **Plano de medição**, especificando em detalhes todos os procedimentos a serem seguidos durante o programa de mensuração.
- **Dados brutos**.

3.6 Os Relacionamentos entre MSDS e GQM

Como apresentado anteriormente, a interação entre os dois métodos pode acontecer em diferentes estágios, através da troca de produtos entre estes, como detalhado a seguir.

- **Modo de Referência MSDS → Objetivo de medição (R1)**: Se um modo de referência deve ser baseado em dados empíricos e tais dados ainda não estão disponíveis, um objetivo de medição que atenda a esta demanda deve ser definido. Formalmente, cinco aspectos devem ser especificados para a definição completa de um objetivo de medição: *objeto, foco de qualidade, objetivo, ponto de vista e contexto*. O Modo de referência MSDS determina três dos cinco aspectos. O objeto de medição é definido pela entidade no mundo real em questão, o foco de qualidade é definido pelos atributos que descrevem o comportamento de referência da entidade sob estudo, o propósito é definido como sendo o monitoramento, ou seja, a caracterização quantitativa de atributos ao longo do tempo. As informações sobre as entidades e atributos usados para definir o modo de referência serão o ponto de partida para o desenvolvimento do plano GQM.
- **Mecanismos Base MSDS → Objetivo de medição (R2)**: Mecanismos Base MSDS definem as relações de causa e efeito que supostamente geram o comportamento (ou modo) de referência. Se a identificação de relações de causa-efeito deve se basear em evidências empíricas, uma medição adequada para este propósito deverá ser conduzida. Portanto, um ou mais objetivos de medição com propósito “controle”

devem ser definidos. Os planos GQM construídos com base nesses objetivos de medição irão capturar os atributos que descrevem os efeitos na seção *foco de qualidade* e os atributos que descrevem as causas na seção *fatores de variação* da folha de abstração. De posse destes dados, uma análise de correlação estatística pode ser aplicada.

- **Equações MSDS → Objetivo de Medição (R3):** Equações MSDS definem as relações funcionais quantitativas. Se a identificação de relações funcionais deve se basear em evidências empíricas, uma medição adequada para este propósito deverá ser conduzida. Portanto, um ou mais objetivos de medição com propósito “predição” devem ser definidos. Os planos GQM construídos com base nesses objetivos de medição irão capturar os atributos que descrevem as variáveis dependentes na seção *foco de qualidade* e os atributos que descrevem variáveis independentes na seção *fatores de variação* da folha de abstração. De posse destes dados, uma análise de regressão pode ser aplicada.
- **Plano GQM → Mecanismos Base MSDS (R4):** Ao se definir um plano GQM, é possível que durante o processo de aquisição de conhecimento com folhas de abstração, novos atributos *foco de qualidade* e *fatores de variação* sejam identificados. Novos pares de variáveis dependentes (atributos *foco de qualidade*) e as variáveis explicativas (*fatores de variação*) podem ser usados para modificar ou ampliar o conjunto de mecanismos base MSDS.
- **Resultados das Medições GQM (Modelo Quantitativo Descritivo - MQD) → Modo de Referência MSDS (R5):** Se os dados coletados por um programa de medição adequadamente definido estiverem disponíveis, eles podem ser usados para definir o modo de referência através de um MQD.
- **Resultados das Medições GQM (Modelo Quantitativo Descritivo - MQD) → Diagrama de Causalidade MSDS (R6) / Equações MSDS (R7):** Resultados de programas de medição adequadamente definidos podem ajudar a identificar e definir relações de causa-efeito qualitativamente e quantitativamente (em termos de Equações MSDS).

A figura 3.2 resume os relacionamentos entre os métodos MSDS e GQM.

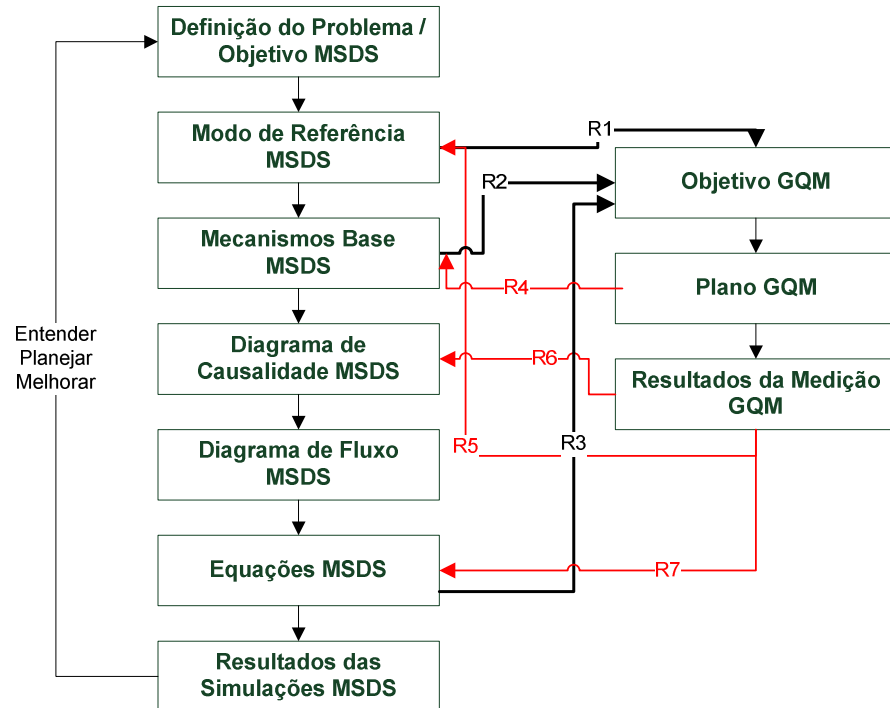


Figura 3.2 – Relacionamentos entre MSDS e GQM (Fonte: adaptado de Pfahl (2001)).

3.7 Verificação e Validação do Modelo

A simulação é uma simplificação do mundo real e, portanto, é inerentemente uma aproximação. Simuladores (ou modelos de simulação) precisam passar por um julgamento que aprove ou reprove a sua utilidade.

A verificação de modelos de dinâmica de sistemas visa testar a sua corretude interna, ou seja, se o modelo foi construído corretamente. A validação, por outro lado, visa testar a corretude externa do modelo, ou seja, se ele é apropriado para atacar o problema alvo. A verificação requer conhecimento especializado sobre as técnicas de modelagem com dinâmica de sistemas, enquanto que a validação requer conhecimento especializado sobre o sistema real.

De acordo com Shreckengost (1985), ao tratar do tema da validade de modelos de simulação com dinâmica de sistemas, "não há modelos totalmente válidos porque todos são algo menor do que o objeto ou o sistema que está sendo modelado". Robertson, (1997) argumenta que é impossível provar, a priori, a corretude de um modelo de simulação que visa gerar comportamentos nunca antes observados e, portanto, potencialmente inesperados.

Segundo Barlas (1989), a validação de um modelo pode ser definida como "estabelecer confiança na utilidade do modelo com respeito ao seu propósito". Assim, o processo de verificação e validação deve se preocupar com a criação de confiança suficiente em um modelo de simulação para que os seus resultados sejam aceitos pelos usuários e *stakeholders*. Isso pode ser feito tentando-se provar que o modelo está incorreto. Quanto mais testes forem realizados nos quais não se pode provar que o modelo está incorreto, mais aumenta a confiança no modelo (MORECROFT, 2007). Este processo de construção da confiança é gradual e fragmentado ao longo da metodologia de modelagem com DS.

A validação de modelos de simulação em geral, e de modelos de Dinâmica de Sistemas (DS) em particular, consiste em três tipos de testes de validade (FORESTER E SENGE, 1980; SHRECKENGOST, 1985; BARLAS, 1994; MORECROFT, 2007):

- **Testes de Estrutura**, cuja função é verificar se a estrutura causal e a formulação das equações do modelo são consistentes com a estrutura do sistema real (verificação).
- **Testes de Comportamento**, cuja função é verificar se o modelo é capaz de produzir um comportamento de saída aceitável pelo usuário/*stakeholder* como reproduzindo o comportamento do sistema real (validação).
- **Testes de Aprendizado**, cuja função é avaliar a utilidade do modelo para provocar a reflexão e a ampliação do entendimento sobre o problema alvo (validação).

3.7.1 Testes de Estrutura

A verificação estrutural é tipicamente alcançada em dois momentos: (i) ao se comparar as equações do modelo com as relações do sistema real (verificação estrutural "empírica"); e (ii) comparando-se as equações do modelo com o conhecimento teórico disponível (verificação estrutural "teórica"). Nos testes de estrutura, são verificados os seguintes aspectos:

- **Adequação de escopo** – é verificado se os conceitos incluídos no modelo são endógenos, capazes de causar comportamentos sistêmicos emergentes sem intervenções externas.
- **Consistência dimensional** – é verificado se todas as equações estão consistentes com relação às unidades dos seus parâmetros (entrada e saída).
- **Parâmetros** – é verificado se todos os parâmetros do modelo estão consistentes com o conhecimento sobre o sistema real e com modelos quantitativos existentes.

- **Condições extremas** – verifica-se se as equações do modelo apresentam resultados plausíveis mesmo quando seus parâmetros de entrada assumem valores extremos. Estes resultados devem ser compatíveis com os apresentados pelo sistema real nas mesmas condições.

3.7.2 Testes de Comportamento

A validação de comportamento consiste em determinar se os padrões de comportamento gerados pelo modelo estão próximos o suficiente dos principais padrões exibidos pelo sistema real. É importante enfatizar que o foco é na previsão de padrões (período, frequência, tendência, fase, amplitude, etc.), não na predição de pontos específicos. Nos testes de comportamento, são verificados os seguintes aspectos:

- **Adequação visual** – é avaliado se os gráficos dinâmicos produzidos pelo modelo apresentam formato (frequência, fase, tendência) visualmente coerente com o comportamento dinâmico dos dados reais.
- **Replicação de comportamento** – é avaliado se os resultados das simulações estão coerentes com o comportamento dos dados históricos disponíveis.
- **Sensibilidade** - é avaliado se mudanças nos valores dos parâmetros de entrada ou na estrutura do modelo resultam em mudanças significativas nos parâmetros calculados nas simulações. Esta sensibilidade deve ser coerente com a apresentada pelo sistema real. Estes testes são importantes para eliminar parâmetros com influência pouco significativa no comportamento do sistema real e manter aqueles mais impactantes.

3.7.3 Testes de Aprendizado

Consiste em avaliar a utilidade do modelo para provocar a reflexão e a ampliação do entendimento sobre o problema alvo do modelo. São verificados os seguintes aspectos:

- **Análise de políticas** – é avaliada a adequação do modelo para a avaliação do efeito que a adoção de políticas¹ alternativas, mudanças em processos e iniciativas de melhoria poderão ter no sistema real. Esta é uma validação de médio a longo prazo,

¹ No contexto desta pesquisa, o termo "política" significa um conjunto de decisões de como os processos organizacionais devem ser executados.

pois é necessário tempo suficiente para confirmar (ou rejeitar) as projeções que o modelo fez. A idéia é provocar um entendimento do porquê as políticas provocam seus efeitos. A confiança no modelo aumenta se ele responde de maneira coerente a políticas já implementadas no mundo real.

- **Comparação das simulações com as expectativas** – é avaliado se os resultados das simulações estão coerentes com o comportamento esperado pelos usuários diante das políticas e cenários de decisão configurados.
- **Análise de comportamentos inesperados** – é avaliado se os resultados apresentados pelas simulações apresentam comportamentos não intuitivos e avaliar se existem explicações plausíveis para estes comportamentos. Esta análise relaciona-se com o reconhecimento de comportamentos do sistema real que estavam lá o tempo todo, mas que não foram percebidos até que o sistema foi modelado. Por causa de sua ênfase na identificação das causas subjacentes a comportamentos observados, a Dinâmica de Sistemas leva a tais descobertas.

3.7.4 Testes Estatísticos e a Validação de Modelos de DS

Ferramentas e testes estatísticos podem ser utilizados em vários estágios do ciclo de vida dos modelos de DS. Como comentado na seção 3.6, para se verificar relações de causalidade entre entidades/atributos de um sistema sendo modelado, pode-se aplicar a análise de correlação em séries históricas de dados coletados dos sistemas reais. Para se modelar ou verificar as relações funcionais entre variáveis dos sistemas em estudo, pode-se aplicar análise de regressão.

Durante a validação do comportamento de um modelo (testes de comportamento), uma boa adequação visual entre os dados históricos e os resultados das simulações é uma forma comum e eficaz de se construir confiança neste modelo, porque este é um critério que as pessoas irão prontamente entender, mesmo que não tenham experiência em modelagem (MORECROFT, 2007). A adequação estatística é uma maneira similar e mais formal de testar o comportamento de um modelo, usando métricas de goodness-of-fit, como Erro Médio Absoluto (EMA) ou Quadrado Médio do Erro (QME).

A metodologia de modelagem com Dinâmica de Sistemas tem sido muitas vezes criticada por sua falta de ferramentas de avaliação de comportamento quantitativos / formais. De fato, os modelos da Dinâmica de Sistemas têm certas características que tornam os testes

estatísticos padrão inadequados. Barlas (1989) argumenta que os testes estatísticos convencionais não são apropriados à validação do comportamento de modelos de DS porque tipicamente padrões de comportamento gerados por modelos dinâmicos não apresentam normalidade, independência nem estacionariedade com relação à média, pressupostos fundamentais para os testes estatísticos padrão. Entretanto tal fato não deve levar à adoção de procedimentos inteiramente qualitativos. São sugeridos testes quantitativos apropriados para avaliação do comportamento de modelos de Dinâmica de Sistemas, cujos componentes analisados são: tendência, períodos e fases de oscilação, valores médios e amplitude. Os testes sugeridos por Barlas (1989) são:

- Comparação e remoção de tendência;
- Teste de função de autocorrelação para comparação período;
- Teste de função correlação cruzada para detecção de atraso de fase;
- Comparação de médias;
- Comparação de variação de amplitude;
- Medida geral da discrepância de comportamento.

3.8 Descrição Detalhada do Processo IMMoS

A seguir, serão apresentadas todas as atividades de modelagem, organizadas por fase, com respectivos produtos e técnicas/ferramentas utilizadas.

3.8.1 Fase 0 – Pré-estudo

- **Contato inicial e *Management Briefing*** – Visa estabelecer contato entre C e D para ratificar a intenção de desenvolver um modelo de simulação para a resolução de problemas. São introduzidos os conceitos de modelagem e simulação com Dinâmica de Sistemas e GQM e explanado como estes métodos podem ser usados nas organizações para a análise de comportamentos e tomada de decisão.
 - **Produtos:** Patrocinadores do projeto de modelagem e potenciais usuários do modelo identificados.
 - **Técnicas e Ferramentas:** Palestra e discussão.
- **Caracterização da Organização** – Visa adquirir conhecimento sobre a organização e identificar nela problemas com potencial de investigação.

- **Produtos:** Caracterização da organização e identificação de potencial domínio de aplicação de modelos de simulação; identificação inicial do problema a ser investigado e do objetivo do modelo.
- **Técnicas e Ferramentas:** Entrevistas, pesquisa documental e levantamento de dados empíricos (identificação de processos desenhados, contratos, editais, relatórios gerenciais, modelos quantitativos em uso).
- **Definição do Problema** – Visa revisar e validar o problema identificado, revisar e validar o objetivo do modelo e produzir um plano de mensuração baseado em Goal – Question – Metrics.
 - **Produtos:** Problema definido; objetivo do modelo revisado e validado, plano GQM.
 - **Técnicas e Ferramentas:** Entrevista, discussão, template de definição de objetivos GQM, modelo de folha de abstração GQM.

3.8.2 Fase 1 – Desenvolvimento do Modelo

- **Definição da Hipótese Dinâmica** – Esta atividade consiste em procurar identificar nos dados empíricos levantados na organização, padrões de comportamento dinâmico que hipoteticamente estejam causando o problema identificado. O modelador procura identificar a presença de estruturas bem conhecidas de comportamentos dinâmicos, facilitando o trabalho de modelagem do sistema real. A definição da hipótese dinâmica é construída em dois passos: a) a especificação de um modo de referência (MR); e b) a identificação dos mecanismos-base (MB - arquétipos de DS) que, interconectados, poderão reproduzir o MR identificado. **Obs.:** Caso não existam dados empíricos para a construção do MR, é possível hipotetizar o MR com base no conhecimento dos papéis E e U. É fundamental documentar o raciocínio utilizado para a construção desta hipótese.
 - **Produto:** Hipótese Dinâmica definida.
 - **Técnicas e Ferramentas:** Execução do plano GQM, planilha para análise dos dados históricos levantados, brainstorming e workshops com os atores E e U.
- **Desenvolvimento do Diagrama de Causalidade** – Visa construir um diagrama de causalidade mínimo a partir da Hipótese Dinâmica, capaz de gerar o comportamento dinâmico de interesse.
 - **Produto:** Diagrama de causalidade.

- **Técnicas e Ferramentas:** Processo e ferramenta de modelagem com DS (Vensim DSS).
- **Revisão do Diagrama de Causalidade** – Visa revisar o diagrama com relação à correspondência estrutural com a realidade (entidades e relacionamento entre atributos, etc.) e à correta integração dos mecanismos base identificados, com a participação de E e U. Neste momento são validados os *feedback loops* e *delays*. São registrados também os resultados da verificação da Hipótese Dinâmica.
 - **Produtos:** Diagrama de Causalidade revisado e relatório de verificação 1.
 - **Técnicas e Ferramentas:** Reuniões de revisão e uso do Vensim DSS.
- **Implementação do Modelo Inicial** – Visa transformar o diagrama de causalidade em um diagrama formal de fluxo quantitativo, com a inclusão de equações que definem precisamente o relacionamento entre variáveis. É esperado que estas equações estejam contidas no plano GQM.
 - **Produtos:** O modelo executável inicial e o log do projeto.
 - **Técnicas e Ferramentas:** Entrevistas exploratórias e estruturadas, pesquisa documental e o uso do Vensim DSS.
- **Revisão e Verificação do Modelo Inicial** – Visa revisar o diagrama de fluxo com relação à estruturação dos mecanismos base e as equações com relação à consistência dimensional, a condições extremas, plausibilidade dos valores numéricos de constantes e coeficientes e à sensibilidade dos parâmetros. Os resultados desta primeira etapa de verificação são documentados.
 - **Produtos:** O modelo executável inicial revisado/corrigido e relatório de verificação 2.
 - **Técnicas e Ferramentas:** Testes de estrutura, testes de sensibilidade e análises estatísticas utilizando o ambiente Vensim DSS.
- **Testes do Modelo Inicial** – Consiste em executar testes de comportamento (reprodução do modo de referência através de simulação) e de adequação do modelo em termos de tamanho, complexidade, detalhamento, interface - para o propósito planejado.
 - **Produtos:** O modelo executável inicial revisado/corrigido e relatório de validação 1.
 - **Técnicas e Ferramentas:** Teste de Comportamento. Caso haja dados quantitativos suficientes, testes estatísticos.

3.8.3 Fase 2 – Aprimoramento do Modelo

- **Aprimoramento do Modelo Inicial** – Visa implementar modificações, extensões e refinamentos necessários para experimentar as políticas que supostamente ajudem a superar o problema alvo do modelo. Isto pode envolver re-calibragem de parâmetros e implementação de mudanças estruturais (atualização de mecanismos base, equações, etc.).
 - **Produtos:** Modelo com os aprimoramentos implementados.
 - **Técnicas e Ferramentas:** Técnicas de aquisição de conhecimento (pesquisa documental, entrevistas com E e U).
- **Teste do Modelo Aprimorado** – Consiste em executar um novo ciclo de testes de comportamento para verificar se o modelo atualizado está mais adequado a atacar seu problema alvo.
 - **Produtos:** Modelo com os aprimoramentos implementados, relatório de validação 2.
 - **Técnicas e Ferramentas:** Sessões de uso do modelo.

3.8.4 Fase 3 – Simulação e Análise de Políticas

- **Uso do Modelo Aprimorado para aprendizado e análise de políticas** – Visa utilizar o modelo de DS para experimentar novas políticas que resolvam o problema ao qual este se propõe a resolver. Isto inclui experimentar diferentes cenários, parâmetros de entrada e de calibragem e até mudanças estruturais, caso sejam necessárias.
 - **Produto:** Resultados das simulações.
 - **Técnicas e Ferramentas:** Sessões de utilização com U, rastreamento causal das variáveis de saída do modelo, análises estatísticas, uso de ferramentas de *gaming* e otimização oferecidas pelo ambiente de simulação.

O próximo capítulo é dedicado a descrever com detalhes a execução de todas as tarefas e o desenvolvimento de todos os produtos de cada uma das fases desta pesquisa.

4 Resultados Alcançados

Como resultado desta pesquisa, um modelo de simulação batizado de ITO-CapSim foi desenvolvido e validado, utilizando a metodologia IMMoS. Foram necessários 18 meses para produzir um modelo capaz de capturar o comportamento do processo de monitoramento de contratos de terceirização de TI em organizações públicas sob o prisma dos recursos e capacidades essenciais de TI, da gestão dos riscos e dos benefícios da adoção de ITO.

Este capítulo narra o esforço de modelagem até se chegar ao ITO-CapSim, apresentando todos os produtos intermediários obtidos ao longo da aplicação do IMMoS nas organizações que participaram desta pesquisa. Nas próximas seções são apresentados os resultados das atividades de aquisição de conhecimento sobre o problema a ser atacado e a construção (Fase 0), de construção e aplicação do plano de mensuração GQM para o desenvolvimento do modelo inicial (Fase 1) e de aprimoramento do modelo através de iterações de refinamento, verificação e validação (Fase 2). Ao longo destas fases, são apresentados os resultados da aplicação de Testes de Estrutura e de Comportamento no ITO-CapSim.

4.1 Organizações e Papéis Envolvidos

O estado de Alagoas possui em sua estrutura governamental, quatorze instituições detentoras de departamentos de TI em suas estruturas organizacionais. A amostra das organizações a participarem desta pesquisa foi escolhida: (1) tendo como base o trabalho de Cunha (2011), que estudou com profundidade o panorama da terceirização de TI em instituições públicas no estado de Alagoas, das esferas federal, estadual e municipal, indicando as organizações que mais terceirizam no estado; (2) por conveniência, pela facilidade de acesso do pesquisador à sua rede de relacionamentos com os gestores de TI de organizações públicas, enquanto clientes de ITO, e de empresas fornecedoras da iniciativa privada. No intuito de preservar as organizações e pessoas participantes desta pesquisa de associação a dados empíricos e/ou resultados com conotação eventualmente negativa, serão utilizados nomes genéricos para as organizações. As três organizações pesquisadas serão identificadas como: Org1, Org2 e Org3.

A organização Org1 atua na área de saúde pública. O seu departamento de TI é responsável por desenvolver e manter sistemas de informação, bem como gerenciar o seu ambiente computacional de produção. A sua equipe própria de TI não é suficiente

para atender às demandas existentes, portanto, Org1 terceiriza recursos humanos de desenvolvimento de sistemas, gerenciamento de banco de dados e operação da infraestrutura de TI.

Org2 tem como atividade fim gestão financeira. Possui a maior equipe e infraestrutura próprias de TI do estado, entretanto, esta equipe também não é suficiente para atender às demandas por serviços de TI e sistemas de informação existentes em sua área de negócios. Por isto, Org2 terceiriza recursos humanos para desenvolver novos sistemas de informação, dar manutenção aos já em produção, gerenciar a operação do seu *datacenter* e do seu *service desk*.

Já Org3 atua no fornecimento de serviços de TI para outras organizações públicas do estado de Alagoas. Dentre estes serviços, estão: fábrica de software, hospedagem de sistemas baseados na web, virtualização de servidores e gestão de um backbone estadual de rede de longa distância. Todos estes serviços são fornecidos com o emprego de mão de obra terceirizada, em sua maioria. A equipe de TI própria é bastante reduzida e atua na gestão de projetos e de contratos de terceirização.

A construção de um modelo de simulação com dinâmica de sistemas é um processo que consome tempo e requer o comprometimento de todos os atores envolvidos. É necessário um considerável esforço para compartilhar o conhecimento necessário e ajustar as expectativas a respeito dos benefícios que este tipo de ferramenta pode proporcionar. O envolvimento e a disponibilidade das organizações públicas mencionadas se deram de maneira heterogênea ao longo das fases de modelagem, como mostrado na Tabela 4.1.

No momento da coleta dos dados históricos (execução do plano GQM), apenas a Org2 apresentou um acompanhamento sistemático e detalhado dos seus projetos e do processo de gestão de contratos, registrado em uma base de dados, capaz de fornecer os dados brutos necessários para o plano de mensuração GQM.

Mesmo sem ter fornecido dados empíricos para o desenvolvimento do ITO-CapSim, a Org3 retomou sua participação nas fases posteriores da pesquisa.

4.2 Resultados da Fase de Pré-Estudos

Os resultados obtidos com a execução das atividades descritas nesta seção subsidiaram a produção dos capítulos 1 e 2 desta tese.

Fase	Atividade	Organização Participante
0	Apresentação inicial dos conceitos da pesquisa	Org1, Org2, Org3
	Entrevista de aquisição de conhecimento (caracterização e definição do problema, identificação do objetivo do modelo)	Org1, Org2, Org3
	Pesquisa documental (levantamento de contratos, processos desenhados, relatórios, modelos quantitativos em uso)	Org2, Org3
	Reunião de validação e verificação (problema, objetivos do modelo, plano GQM)	Org2, Org3
1	Execução do plano GQM	Org2
	Reunião para análise dos dados empíricos coletados pelo plano GQM e da hipótese dinâmica	Org2
	Reunião para revisão do diagrama de causalidade	Org2, Org3
	Apresentação para avaliação e aprimoramento do modelo inicial	Org2, Org3
2	Apresentação para avaliação e validação do modelo aprimorado	Org2, Org3
3	Sessões de utilização do modelo para aprendizado e análise de políticas	Org2, Org3
	Aplicação de formulário para avaliação de eficácia do modelo pelos usuários	Org2, Org3

Tabela 4.1 – Participação das organizações nas fases da pesquisa. Fonte: Autor.

4.2.1 Pesquisa documental

Durante a fase 0 desta pesquisa, a legislação que normatiza a adoção de ITO na gestão pública foi uma importante fonte de conhecimento a ser incorporada ao modelo em desenvolvimento, com destaque para a lei federal que rege as licitações (Lei 8.666/93) no âmbito das organizações públicas e a IN04, que normatiza a aquisição de bens e serviços de TI pela administração pública federal, ambas comentadas no capítulo 2. Entretanto, a participação das organizações inicialmente envolvidas foi se afunilando devido à falta de disponibilidade dos gestores e das suas equipes de TI. Foi possível ter acesso a processos documentados e contratos apenas da Org2 e da Org3.

4.2.2 Análise das entrevistas

Esta seção sumariza o resultado de entrevistas exploratórias conduzidas na administração pública do estado de Alagoas, contexto da nossa pesquisa, como forma de aquisição de conhecimento acerca do problema alvo. Os roteiros das entrevistas conduzidas nesta pesquisa estão documentados no Apêndice B.

Foram entrevistados 11 gestores de TI (3 corporativos, 3 de projetos e 4 de contratos) das três organizações participantes, com diferentes níveis de experiência em ITO, selecionados pelo potencial de contribuição e disposição em participar da pesquisa. Os temas abordados foram: alinhamento estratégico TI/negócios, tomada de decisão sobre ITO e verificação de benefícios das contratações de TI.

Sobre o alinhamento estratégico TI/negócios, as organizações pesquisadas responderam que os projetos e investimentos em TI não são geralmente alinhados aos objetivos de negócio / planejamento estratégico organizacional (PEO). Para a Org1 e a Org2, mais da metade das demandas de TI são provenientes de projetos de nível nacional. Na Org2, as demandas de nível local não são alinhadas ao PEO, que é desconhecido pelo departamento de TI. Na Org3, os gestores de TI ressaltam que, como organização cujo core business é a TI, seu planejamento estratégico é o Plano Diretor de TI do Estado (PDTI), que existe, mas que não tem alinhamento com o PEO do Estado.

Com relação à tomada de decisão sobre terceirização de TI, a Org1 e a Org2 contratam recursos humanos de TI externos porque não têm no quadro próprio a quantidade necessária de funcionários para executar as atividades demandadas. Apesar de possuírem em seu quadro próprio profissionais bastante capacitados, estes são suficientes apenas para atuar na gerência das funções de TI ligadas a projetos e produção. A Org3 terceiriza TI motivada pelo acesso a inovações tecnológicas, a recursos e competência ausentes na organização. O destaque foi dado à ausência de recursos humanos e suas competências em quantidade suficiente para a operação do portfólio de serviços da Org3. Com isto, a diretriz é direcionar a equipe interna para atividades de gestão de TI e terceirizar a operação. Nas três organizações pesquisadas, não existe um processo formal de gestão de capacidades de TI, sobretudo das competências dos recursos humanos próprios, que seja executado para dar suporte à tomada de decisão sobre as contratações da área de TI.

Para a Org2, a gestão da execução do contrato é um problema, causado pela insuficiência de capacidade de monitoramento (equipe reduzida), representando um

gargalo no fluxo de ITO. Segundo a avaliação dos gestores de TI, os resultados gerados pela adoção de ITO têm sido insuficientes. Na Org2 existe uma previsão do esforço despendido na homologação de projetos de desenvolvimento de sistemas, parte integrante da atividade de gerenciamento de contratos. Na Org1 não existe modelo para a previsão deste esforço nem registro histórico consolidando este indicador.

Para a Org3, a gestão dos contratos é um grande desafio, especificamente a mensuração do seu desempenho. A transferência de conhecimento obtido durante os contratos é um gargalo. A transferência do serviço entre fornecedores, quando da mudança destes, é um enorme desafio.

Em todas as organizações pesquisadas em Alagoas, não existe um procedimento formal para a verificação de benefícios ou análise de investimentos em TI. Na Org2 existe uma avaliação informal de que o produto ou serviço de TI entregue causou uma “melhora” na operação do processo de negócios atendido, mas não existe nenhum indicador estabelecido para verificar este benefício. O sucesso dos projetos de TI para o negócio é indicado pelo nível de satisfação dos usuários, mensurado pelo número de chamados de incidentes relativos aos produtos entregues por estes projetos, abertos no *service desk*. Não existe nenhum *feedback* para a área de TI sobre se os benefícios esperados dos projetos realmente foram alcançados.

Na Org3, está se tentando mudar a cultura organizacional a respeito do planejamento estratégico. Os PEO anteriores não eram devidamente acompanhados, impossibilitando a constatação do alcance ou não dos objetivos planejados. O ultimo PEO foi feito em 2013, com uma visão de 5 anos. Indicadores estão sendo registrados e revisões anuais estão definidas. A organização vai ter suas primeiras experiências com verificação de benefícios através do Núcleo de Gestão da Qualidade, colocando em prática o aprendizado adquirido com consultorias realizadas. Segundo os gestores da Org3, a organização perde o contato com os produtos dos projetos, uma vez entregues aos clientes. Não existe uma visão pós-projeto ou *feedback* das áreas de negócio sobre o impacto do que foi entregue. Assim como na Org2, o sucesso dos projetos de TI para as áreas de negócio é medido pelo nível de reclamações feitas pelos usuários dos produtos ou serviços.

Para as três organizações, o Estado não tem controle sobre o retorno dos investimentos em TI. Mesmo em um contexto onde o objetivo organizacional não é a obtenção de lucro, o retorno financeiro de investimentos em TI pode ser alcançado. Ex.: aumentar a arrecadação de tributos com a modernização dos sistemas de informação.

Nenhuma das três organizações pesquisadas em Alagoas gerencia os riscos da adoção de ITO através de um processo formal. A Org2 trata a mitigação de alguns importantes cenários de risco intuitivamente, mas de forma *ad-hoc*, utilizando a experiência acumulada de várias gerações de contratos de ITO, como: não concentrar todos os serviços de TI terceirizados em um único contrato/fornecedor; não delegar os testes finais de aceitação de sistemas de informação, utilizando dados reais sigilosos, para agentes terceirizados; manter uma boa estrutura de documentação das atividades operacionais; adotar contratos rígidos.

Durante as entrevistas, foi informado que a Org2 sofreu um significativo impacto nos seus projetos de desenvolvimento de sistemas, provocado pelo término prematuro do contrato que terceirizava tais projetos. A iniciativa do rompimento deste contrato partiu do fornecedor, que alegou baixa lucratividade. A Org2, apesar de apresentar descontentamento com a qualidade dos serviços prestados, tendo aplicado diversas multas por violação do acordo de níveis mínimos de serviço, não havia ainda decidido substituir o fornecedor e foi pega de surpresa. Como mostrado na seção 2.1.3.2, a qualidade do relacionamento entre cliente e fornecedor é um importante fator determinante do sucesso da terceirização e há que se monitorá-lo atentamente. Devido a isso, embora o foco desta pesquisa seja a dinâmica dos recursos e capacidades dos clientes de ITO, é de interesse medir o nível de satisfação do fornecedor com o relacionamento de ITO estabelecido.

Buscando investigar mais este viés, foram conduzidas entrevistas com 2 gerentes de projeto ligados a fornecedores distintos para abordar a dinâmica da entrega de serviços e algumas questões sobre o relacionamento com o cliente. Com relação ao desempenho dos projetos em termos de cumprimento de prazo, os fornecedores responderam que empregam a capacidade necessária para cumprirem os prazos acordados com o nível de qualidade exigido. Entretanto, afirmam que o processo de verificação das entregas é demorado e isto acaba impactando na velocidade dos projetos. Um impacto adjacente a este é a ociosidade de recursos humanos alocados a um projeto, aguardando por um *feedback* do contratante acerca das entregas (aprovação ou encaminhamento de correções) para prosseguir com o trabalho. A capacidade ociosa do fornecedor gera despesas extras. O fornecedor, então, se vê no dilema de redirecionar esta capacidade para outros projetos para evitar prejuízos e enfrentar queda de produtividade provocada por curvas de aprendizado.

Foi observado nas organizações entrevistadas um alto grau de terceirização de tecnologia da informação, sem a devida análise dos benefícios e dos riscos envolvidos ou sem o alinhamento desta iniciativa com os objetivos organizacionais.

4.2.3 Declaração do Problema e Objetivo do Modelo

Foi feita uma extensa revisão bibliográfica na literatura sobre os temas ITO, gestão de TI, gestão de riscos de ITO, gestão de capacidades de TI e gestão de benefícios. Também foram realizadas entrevistas exploratórias com gestores de TI, líderes de projetos de software e gestores de contratos de ITO de organizações públicas de Alagoas.

Em síntese, o problema percebido é que as organizações públicas não conseguem cumprir eficazmente os objetivos planejados para a adoção de terceirização de TI (BRASIL, 2008; CEARÁ, 2011; BRASIL, 2014; PERNAMBUCO, 2014). Dentre as causas percebidas, destacam-se:

- A deficiência no alinhamento estratégico entre a TI e as atividades fim das organizações públicas, motivada pela ausência de planejamento estratégico (organizacional e/ou de TI) ou pela falta de iniciativa de promover este alinhamento;
- A carência de quadro de pessoal próprio para atender às demandas por serviços de TI e a dificuldade em se ajustar este recurso conforme a dinâmica das demandas;
- O alto grau de terceirização das funções de TI sem a devida análise dos riscos e benefícios envolvidos, ou sem o alinhamento desta iniciativa com os objetivos organizacionais;
- A deficiência no processo de gestão de contratos, sobretudo no monitoramento do desempenho e verificação do alcance dos objetivos das contratações, bem como carência de quadro de pessoal próprio para esta função.

Este trabalho defende a idéia de que entender o comportamento sistêmico apresentado pelas capacidades essenciais de TI das organizações públicas durante a execução dos contratos, para melhor gerenciá-las, pode levar a decisões que favoreçam o alcance dos benefícios planejados para a terceirização de TI, bem como reduzam o

risco de não alcançá-los. Acredita-se, subsidiariamente, que entender a dinâmica da capacidade de monitoramento de contratos e sua influência no desempenho das atividades terceirizadas pode levar a melhores resultados e decisões sobre ITO.

Diante disto, o objetivo do modelo ITO-CapSim pode ser dividido em duas partes:

O1: Analisar a dinâmica do emprego das capacidades essenciais de TI das organizações públicas estaduais de Alagoas, bem como da interação entre estas capacidades e as dos fornecedores durante relacionamentos de terceirização, com o propósito de dar suporte aos gestores de TI destas organizações na tomada de decisão sobre gestão do fornecimento de capacidades essenciais de TI para favorecer o alcance dos resultados pretendidos com a terceirização.

O2: Analisar a dinâmica do emprego da capacidade de monitoramento de contratos de ITO das organizações públicas estaduais de Alagoas, com o propósito de entender a sua influência na conformidade de prazo e custo da entrega de serviços terceirizados de TI e na qualidade do relacionamento com o fornecedor.

4.2.4 Escopo do Modelo

O escopo e a granularidade do ITO-CapSim foram estabelecidos em conformidade com a delimitação da pesquisa, declarada na seção 1.9:

- Foco nas fases *Execução e Gerenciamento do Contrato e do Relacionamento e (re)Avaliação dos Resultados*. Dentre os estágios do ciclo de vida da ITO, já comentados, esta pesquisa tem foco no monitoramento do desempenho dos contratos e na verificação dos benefícios alcançados pela contratação.
- Foco nos recursos humanos de TI das organizações contratantes. Dentre as várias categorias de recursos de TI, nossa pesquisa está focada nos recursos humanos e suas habilidades.
- Foco nas funções de TI “Monitoramento de Contratos” e “Entrega de Serviços de Desenvolvimento de Sistemas de Informação”. Dentre as várias capacidades essenciais de TI, Monitoramento de Contratos foi selecionada por intermediar todas as interações entre as capacidades dos clientes e dos fornecedores. Entrega de Serviços foi selecionada por representar um ponto único de contato na

prestação de serviços de TI. A função de TI Desenvolvimento de Sistemas de Informação foi selecionada por apresentar contratos e registros históricos bastante detalhados.

4.2.5 Elaboração do Plano de Mensuração GQM

Seguindo o fluxo da metodologia IMMoS, um plano de mensuração GQM foi construído e aplicado para auxiliar na definição das variáveis do modelo, da hipótese dinâmica, a desenvolver o diagrama de causalidade, incorporar e calibrar equações no diagrama formal de fluxo.

O plano GQM foi aplicado na organização Org2. Esta possui a maior equipe e infraestrutura próprias de TI das organizações públicas da esfera estadual em Alagoas; entretanto, esta equipe não é suficiente para atender às demandas por serviços de TI e sistemas de informação na gestão da receita e das finanças. Por isto, recursos humanos são terceirizados para desenvolver novos sistemas de informação, dar manutenção aos já em produção e gerenciar a operação do seu *datacenter*.

Tendo passado por várias gerações de ITO, a Org2 já experimentou diversas modalidades e desenhos de contratos, bem como enfrentou uma situação recente de rompimento prematuro de contrato.

Os dados coletados pelo plano GQM têm como escopo um contrato de ITO que está em operação há cerca de um ano, e cujo objeto é o serviço de projeto e a implementação de novos sistemas de informação e a manutenção daqueles já em produção. Foram coletados mais de 1400 registros feitos entre junho de 2013 e setembro de 2014, sobre 20 projetos de sistema já concluídos e 18 ainda em desenvolvimento.

As próximas seções irão apresentar os componentes definidos do plano GQM.

4.2.5.1 Objetivos de Mensuração

A partir dos objetivos identificados para o ITO-CapSim, foi possível derivar os objetivos do programa de mensuração e reescrevê-los no formato GQM:

- **O1:**

Analisar a dinâmica do emprego e da interação das Capacidades de TI das organizações durante os relacionamentos de terceirização de TI

Com o propósito de entender a realidade e avaliar alternativas

Com respeito aos resultados pretendidos com a terceirização de TI (redução de custos, aceleração de projetos)

Do ponto de vista dos gestores de nível estratégico (TI, contratos de ITO, Projetos)

No contexto dos departamentos de TI de organizações públicas do estado de Alagoas.

- **O2:**

Analisar a dinâmica da capacidade de Monitoramento de Contratos de ITO

Com o propósito de entender a sua influência e avaliar alternativas

Com respeito à conformidade de prazo e custo da entrega de serviços terceirizados e à qualidade do relacionamento como o fornecedor

Do ponto de vista dos gestores de nível estratégico (TI, contratos de ITO, Projetos)

No contexto dos departamentos de TI de organizações públicas do estado de Alagoas.

4.2.5.2 Questões e Métricas

Esta seção mostra como os objetivos declarados foram decompostos em questões de mensuração e nas suas respectivas métricas.

A partir de **O1**, foram elaboradas as seguintes questões, que, quando respondidas, contribuirão para o alcance deste objetivo:

Q1.1 - Como se comporta o desempenho apresentado pelos projetos ao longo de sua execução?

As métricas selecionadas para acompanhar o desempenho dos projetos em termos de prazo para conclusão e custo são os indicadores de valor agregado (*earned values*) [Madachy, 2007]. Indicadores de valor agregado comparam os valores

planejados com os valores reais do desempenho apresentado por um projeto ao longo da sua evolução. É especialmente interessante observar a tendência destes indicadores, através da análise da inclinação de suas curvas.

Para capturar o histórico de desempenho apresentados pelos projetos da Org2, foram definidos dois indicadores de valor agregado:

- **M1.1.1** - Índice de Desempenho do Tempo de Conclusão (IDTC);
- **M1.1.2** - Índice de Desempenho do Custo (IDC).

Estes indicadores são calculados como a seguir:

$$\text{IDTC} = (\text{TCP} \times \text{PCP}) / \text{TRA} \quad , \text{ onde} \quad (\text{Eq1})$$

TCP - Tempo de Conclusão Previsto (Dias);

PCP - Porcentagem de Conclusão do Projeto (sem unidade);

TRA - Tempo Real Acumulado (Dias).

$$\text{IDC} = (\text{CP} \times \text{PCP}) / \text{CRA} \quad , \text{ onde} \quad (\text{Eq2})$$

CP - Custo Previsto (\$);

PCP - Porcentagem de Conclusão do Projeto (sem unidade);

CRA – Custo Real Acumulado (\$).

Os parâmetros TCP e CP são calculados a partir do esforço estimado para o projeto, com base em fórmulas integrantes do contrato. A estimativa de esforço, por sua vez, é feita pela equipe de gestão do projeto da Org2, com a colaboração de *experts* terceirizados. No caso específico do contrato em estudo, o esforço dos projetos é medido em Pontos por Função (PF). O ITO-CapSim trabalha com a unidade de esforço *Unidade de Serviço* (US) para ser capaz de contemplar e confrontar, em um mesmo cenário, serviços mensurados com diferentes unidades de esforço. É considerado que uma US equivale a uma hora de esforço da capacidade de desenvolvimento de sistemas de informação. De acordo com o contrato analisado, $1\text{PF} = 14$ horas de esforço, logo $1\text{PF} = 14\text{US}$. O custo de uma US interna (executada por um profissional do quadro da Org2) custa R\$ 60,00 e uma US terceirizada, R\$ 110,78.

O IDC é interpretado da seguinte forma: Quanto maior o seu valor, mais barato foi o custo real do projeto em relação ao planejado. Caso a tendência seja de aumento ou permanência em um patamar maior que 1, isto pode ser um indício de superdimensionamento do custo na fase de estimativas iniciais do projeto. Caso a tendência seja de queda ou permanência em um patamar menor que 1, pode ser um indício de subdimensionamento do custo ou de custos reais adicionais ocultos. Dependendo da modalidade de tarifação do contrato, pode ser indício de baixa

lucratividade ou prejuízo para o fornecedor. Quanto mais próximo de 1, mais acertada foi a previsão de custos.

O IDTC é interpretado desta forma: quanto maior o seu valor, mais rápida a execução do projeto em relação ao planejado. Caso a tendência seja de aumento ou permanência em um patamar maior que 1, pode ser um indício de superdimensionamento do prazo inicial estimado. Caso a tendência seja de diminuição ou permanência em um patamar menor que 1, pode ser um indício de subdimensionamento do prazo ou da ocorrência de custos ocultos, que podem ter diversas causas (retrabalho, mudança de escopo, manutenção de capacidade ociosa devido a gargalos no fluxo de trabalho, etc.). Quanto mais próximo de 1, mais acertada foi a previsão de conclusão do projeto.

Q1.2 - Quanta capacidade de TI é empregada nos projetos ao longo de sua execução?

A forma adotada em nosso trabalho para representar quantitativamente as capacidades organizacionais de TI é inspirada nos trabalhos de Garousi et al (2009) e de Madachy (2007). Consideramos que uma capacidade de TI é efetivamente uma taxa de produtividade calculada a partir dos recursos a ela alocados (pessoas e seus níveis de habilidade), ou seja, é a quantidade de unidades de serviço processada por unidade de tempo.

Modelamos a capacidade de desenvolver sistemas de informação empregada nos projetos da Org2 como a soma das capacidades interna e terceirizada. Para capturar o histórico de emprego desta capacidade, foram definidas as seguintes métricas:

- **M1.2.1** – Capacidade Interna de desenvolvimento de SI (CI_{DSI}), em US/Dia;
- **M1.2.2** – Capacidade terceirizada de desenvolvimento de SI (CT_{DSI}), em US/Dia.

Os projetos de desenvolvimento de sistemas são divididos em quatro fases, com as respectivas estimativas de percentual do esforço total do projeto: i) iniciação (7%); ii) elaboração (31%); iii) construção (57%) e; iv) integração (5%). São registrados, no banco de dados de controle dos projetos, o esforço real (em horas) e o tempo (em dias) gastos em cada uma das fases. Assim, é possível calcular as métricas M1.2.1 e M1.2.2 com a seguinte equação:

$$CI_{DSI} = \sum_{fase=i}^{iv} \frac{ER_{fase}}{T_{fase}}, \text{ fase} \in \text{Internas} \quad (\text{Eq3})$$

$$CT_{DSI} = \sum_{fase=i}^{iv} \frac{ER_{fase}}{T_{fase}}, \text{ fase} \in \text{Terceirizadas}, \text{ onde} \quad (\text{Eq4})$$

ER_{fase} – Esforço Real gasto na fase, em US;

T_{fase} – Tempo gasto na fase, em Dia;

Internas – Conjunto de fases executadas pela equipe de TI própria;

Terceirizadas - Conjunto de fases executadas pela equipe de TI externa;

$Internas \cup Terceirizadas = \{\text{iniciação, elaboração, construção, integração}\};$

$Internas \cap Terceirizadas = \{\}$.

É importante capturar a produtividade individual dos recursos humanos internos, para que se possa eventualmente investir em melhorá-la. Para isto, a seguinte métrica precisa ser levantada:

- **M1.2.3** - Quantidade de pessoas do quadro interno alocadas ao projeto, em Pessoa.

Q1.3 – O nível de capacidades de desenvolvimento de sistemas necessário para a conclusão dos projetos no prazo tem sido alcançado?

Para acompanhar como se comporta a entrega de capacidades de desenvolvimento de sistemas de informação frente aos níveis desejados pelos projetos durante sua evolução, para que sejam concluídos no prazo planejado, foi definido o seguinte indicador:

- **M1.3.1** - Índice de Capacidade Entregue de Desenvolvimento de SI (ICE_{DSI})

Este indicador é calculado como a seguir:

$$ICE_{DSI} = CR_{DSI} / CD_{DSI}, \text{ onde} \quad (\text{Eq5})$$

CR_{DSI} – Capacidade Real de desenvolvimento apresentada, em US/Dia;

CD_{DSI} - Capacidade Desejada de desenvolvimento, em US/Dia.

A ideia é calcular este índice em cada uma das fases do projeto, para acompanhar a sua dinâmica e observar sua tendência. Quanto mais próximo de 1, melhor está sendo o ajuste entre a demanda e o suprimento de uma capacidade de TI. A permanência em um patamar abaixo de 1 dá pistas de que poderá haver atrasos na conclusão do projeto e de que os recursos envolvidos já foram todos alocados. A oscilação indica atraso no ajuste da oferta de capacidade ou oscilação da demanda (rajadas de projetos, mudança de escopo, retrabalho, etc.).

A variável CR_{DSI} representa a velocidade real com a qual o projeto está sendo executado. Isto pode ser calculado dividindo-se a quantidade de unidades de serviço executadas pela quantidade de dias decorridos do projeto. CD_{DSI} , por outro lado,

representa a velocidade com a qual o projeto deve ser executado para que seja concluído no prazo estimado. Isto pode ser calculado dividindo-se a quantidade de unidades de serviço a serem executadas pela quantidade de dias restantes para atingir o prazo de conclusão previsto.

Q1.4 – Qual o comportamento da qualidade dos projetos ao longo do tempo?

A métrica definida para acompanhar o desempenho dos projetos em termos de qualidade é o percentual de esforço do projeto gasto com retrabalho. Este indicador dá pistas do impacto no esforço (consequentemente no prazo de conclusão e no custo) dos projetos causado pela inserção de erros nas entregas.

▪ **M1.4.1 – Percentual de Retrabalho (PR)**

Este indicador é calculado como a seguir:

$$PR = ERT / ER, \text{ onde} \quad (\text{Eq6})$$

ERT - Esforço gasto com Re-trabalho, em US;

ER – Esforço Real acumulado gasto no projeto, em US.

A partir de **O2**, foram elaboradas as seguintes questões:

Q2.1 - Quanta capacidade de Monitoramento de Contratos (MC) é empregada nos projetos ao longo de sua execução?

Para capturar o histórico de emprego desta capacidade, foi definida a seguinte métrica:

▪ **M2.1.1 – Capacidade de Monitoramento de Contratos (C_{MC}), em US/Dia;**

Esta métrica é calculada da seguinte forma:

$$C_{MC} = \frac{ER_{MC}}{T_{MC}}, \text{ onde} \quad (\text{Eq7})$$

ER_{MC} – Esforço Real gasto no monitoramento de contratos, em US;

T_{MC} – Tempo gasto no monitoramento de contratos, em Dia.

Q2.2 – O nível de capacidades de monitoramento de contratos necessário para a conclusão dos projetos no prazo tem sido alcançado?

De forma análoga ao índice de capacidade de desenvolvimento entregue, é importante acompanhar o atendimento da demanda por capacidade de monitoramento de contratos. Para isto, a seguinte métrica foi definida:

▪ **M2.2.1 - Índice de Capacidade de MC Entregue (ICE_{MC})**

Este indicador é calculado como a seguir:

$$ICE_{MC} = CR_{MC} / CD_{MC} , \text{ onde} \quad \textbf{(Eq8)}$$

CR_{MC} – Capacidade Real de monitoramento de contratos apresentada, em US/Dia;

CD_{MC} - Capacidade Desejada de monitoramento de contratos, em US/Dia.

De acordo com o contrato estudado, o tempo estimado para a homologação das entregas dos projetos é 20% do tempo estimado para a conclusão do projeto; logo, a produtividade desejada da atividade de monitoramento de contratos deve ser 5 vezes a produtividade estimada para o desenvolvimento de sistemas de informação.

Objetivando mensurar a produtividade individual dos recursos humanos da equipe de monitoramento de contratos, a seguinte métrica é levantada dos registros históricos:

- **M2.2.2** - Quantidade de RH interno alocado à atividade de MC (Pessoa)

Q2.3 – Qual a correlação entre o nível de capacidade de monitoramento de contratos entregue e o desempenho dos projetos?

Conforme já exposto no capítulo 1, a literatura em ITO declara a relação causal positiva entre a capacidade de monitorar o desempenho dos contratos e o sucesso de ITO. Buscamos reforçar esta constatação com os dados empíricos levantados no plano GQM. Será avaliada a correlação estatística entre os pares de métricas (M2.2.1, M1.1.1) e (M2.2.1, M1.1.2).

Q2.4 – O fornecedor está satisfeito com o contrato?

Conforme apresentado na seção 2.1.3.2, a qualidade do relacionamento entre cliente e fornecedor é um importante fator determinante do sucesso da terceirização e há que se monitorá-lo atentamente. Um importante fator de qualidade em um relacionamento comercial é a sua lucratividade.

É ponto pacífico, está presente na Lei de Licitações 8.666 e na Instrução Normativa 04, do Governo Federal, que os contratos de prestação de serviços de TI devem descrever claramente como tais serviços são cobrados. Também deve ser descrita no contrato a metodologia de formação de preços adotada pelo fornecedor, incluindo sua margem de lucro.

Com base neste conhecimento, é possível entender em que situações o fornecedor tem a sua lucratividade comprometida. Uma das possíveis situações é

quando os projetos possuem custo máximo fixo para o cliente, calculado com base na estimativa de esforço inicial. Caso o projeto apresente um custo maior que o planejado (por exemplo, custos operacionais extras gerados por retrabalho), tais custos serão absorvidos pelo fornecedor. Neste cenário, o indicador IDC (M1.1.2) pode ser utilizado. Outra possível situação prejudicial para o fornecedor, relatada nas entrevistas realizadas, é quando este mobiliza sua capacidade em volume suficiente para cumprir o prazo estabelecido para o projeto e não pode empregá-la por gargalos na atividade de homologação de serviços entregues. O fornecedor tem custo com capacidade ociosa. Caso se tenha acesso aos custos da capacidade mobilizada do fornecedor, o seguinte indicador pode ser utilizado:

- **M2.4.1** - Índice de Lucratividade do Fornecedor (ILF)

Este indicador é calculado como a seguir:

$$ILF = CCUF / CCAF, \text{ onde} \quad (\text{Eq9})$$

CCUF – Custo da Capacidade Utilizada pelo Fornecedor, em R\$;

CCAF – Custo da Capacidade Alocada pelo Fornecedor, em R\$.

Um valor pode ser estabelecido e monitorado como o limiar suportável pelo fornecedor (IMLF - Índice Mínimo de Lucratividade do Fornecedor), dando eventuais pistas de que este fornecedor pode estar tendo prejuízos e perder o interesse em continuar no contrato. A interrupção inesperada em um contrato de terceirização pode levar à interrupção ou à queda de qualidade nos serviços de TI.

Q2.5 – Qual a correlação entre o nível de capacidade de monitoramento de contratos entregue e o tempo para a detecção de defeitos nos serviços entregues?

É atribuição da equipe de monitoramento de contratos a atividade de verificação da conformidade dos produtos e serviços entregues pelos fornecedores. Esta pesquisa pressupõe que todos os defeitos existentes nas entregas são encontrados dentro do tempo utilizado para o monitoramento dos contratos.

Objetivando investigar esta correlação estatística, a seguinte métrica é levantada dos registros históricos:

- **M2.5.1** – Percentual do tempo de conclusão do projeto efetivamente gasto com monitoramento de contrato (PTC_{MC}).

Será avaliada a correlação estatística entre as métricas M2.2.1 e M2.5.1.

Q2.6 – Qual a correlação entre o nível de capacidade de monitoramento de contratos entregue e a satisfação do fornecedor com o contrato?

A literatura em gestão de riscos de ITO (EARL, 1996; AUBERT et al, 1998; BAHLI E RIVARD, 2003) reconhece a relação causal negativa entre a capacidade de monitorar o desempenho dos contratos e o rompimento prematuro dos contratos. Portanto, investigar a correlação estatística entre as métricas M2.2.1 e M1.1.1, explorada para responder a Q2.3, também dará pistas sobre a qualidade do relacionamento entre cliente e fornecedor.

4.2.6 Verificação e Validação dos Produtos da Fase de Pré-Estudos

Foram organizados *workshops* nas dependências da Org3 e da Org2 com o objetivo de validar o problema abordado, os objetivos do modelo a ser desenvolvido e o plano GQM sugerido.

Foram apresentados à audiência os principais problemas de governança de TI encontrados nas organizações públicas, incluindo aqueles levantados pelas entrevistas realizadas nas organizações de Alagoas participantes da pesquisa. Dentre os temas abordados, ITO é o mais polêmico quando discutido pela ótica dos funcionários públicos e existem algumas divergências sobre as estratégias em adotar tal prática. Apesar disto, houve convergência entre os participantes da pesquisa sobre os problemas detectados.

Com relação aos objetivos do modelo a ser desenvolvido, ajustes à proposta original foram feitos em função da dificuldade existente nas organizações de vincular benefícios de negócio aos projetos de TI e à adoção de ITO. Sendo assim, foi obtido o consenso de que, no atual nível de maturidade em governança corporativa e de TI das organizações pesquisadas, acompanhar os benefícios da entrega dos produtos dos projetos de TI para os negócios (sistemas, serviços, etc.) se limita a acompanhar o desempenho dos projetos em termos de prazo de conclusão, custos e qualidade. Estes mesmos indicadores de desempenho podem ser utilizados para mensurar os benefícios trazidos pela terceirização de TI, uma vez que a estratégia de adotar ITO está vinculada ao desempenho desejado para os projetos de TI, segundo os gestores de TI ouvidos.

Nas mesmas ocasiões, foi apresentado aos potenciais usuários do ITO-CapSim o plano GQM proposto. Este recebeu os ajustes necessários para refletir o problema-alvo

e o objetivo do modelo que foram homologados pelos usuários. Foram apresentados aos usuários os indicadores de valor agregado utilizados para rastrear desempenho ao longo do tempo. Também foram dadas justificativas teóricas para a audiência sobre a presença de questões no plano que investigam correlações entre métricas. Na ocasião, foi discutido o nível de precisão aceitável para atributos de saída, principalmente para os índices de valor agregado. Foram feitas considerações a respeito de possível imprecisão dos dados empíricos a serem levantados e de estimativas a serem feitas pelos gestores/*stakeholders*, objetivando ajustar as expectativas sobre a acurácia dos resultados a serem analisados. Foi estabelecido que duas casas decimais para os índices de valor agregado seria uma precisão satisfatória para as análises.

Após esclarecimento de dúvidas dos usuários e ajustes em fórmulas, o plano GQM foi homologado.

4.3 Resultados da Fase de Desenvolvimento do Modelo

Nesta seção, são descritas as atividades envolvidas, com seus respectivos produtos, no desenvolvimento do modelo ITO-CapSim.

4.3.1 Análise dos dados coletados pelo Plano de Mensuração GQM

Na aplicação do plano GQM, foram coletados mais de 1.400 registros feitos entre junho de 2013 e setembro de 2014, referentes a 20 projetos concluídos de desenvolvimento de sistemas e 18 ainda em desenvolvimento.

Algumas considerações devem ser feitas com relação aos dados coletados.

Como já apresentado, os projetos da Org2 são divididos em 4 fases. Os registros intermediários da evolução dos projetos aos quais tivemos acesso refletem o final de cada fase. Portanto, a dinâmica dos indicadores dos projetos é descrita por apenas quatro pontos, e não mês a mês.

Alguns indicadores não foram registrados em cada uma das fases, apenas no final dos projetos. Um exemplo disto é o esforço registrado com retrabalho. Para viabilizar a construção de uma série histórica destes indicadores para análise de comportamento dinâmico, mesmo que de forma precária, os projetos foram organizados no tempo, e os pontos representados pelos seus respectivos indicadores, plotados. Este

artifício só é viável para indicadores normalizados, já que os projetos possuem tamanhos diferentes em termos de carga de trabalho.

Há projetos que tiveram uma ou duas fases iniciais executadas em contratos anteriores e cujos registros dos indicadores apresentaram alguma inconsistência. Estes projetos não foram selecionados para o programa de mensuração.

A seguir, os dados coletados serão comentados e as constatações confrontadas com as questões formuladas.

4.3.1.1 Q1.1 - Como se comporta o desempenho apresentado pelos projetos ao longo de sua execução?

As figuras 4.1 e 4.2 mostram, respectivamente, a evolução do IDC e do IDTC apresentados pelos projetos ao longo do período mensurado. O eixo x em cada gráfico representa os 20 projetos medidos, ordenados cronologicamente.

É possível observar que a oscilação do desempenho do custo não apresenta uma tendência à convergência para o valor 1. Isso mostra que as estimativas iniciais de esforço e custo não vêm sendo acertadas. Também não há uma tendência de aumento ou diminuição na amplitude desta oscilação (com exceção de dois *outliers*) com o passar do tempo, demonstrando algum efeito de aprendizado em fazer estimativas. Perguntada sobre este quadro, a equipe da Org2 atribui esta falta de efetividade na estimativa a mudanças de escopo e requisitos dos projetos, feitas pelos gestores de negócio.

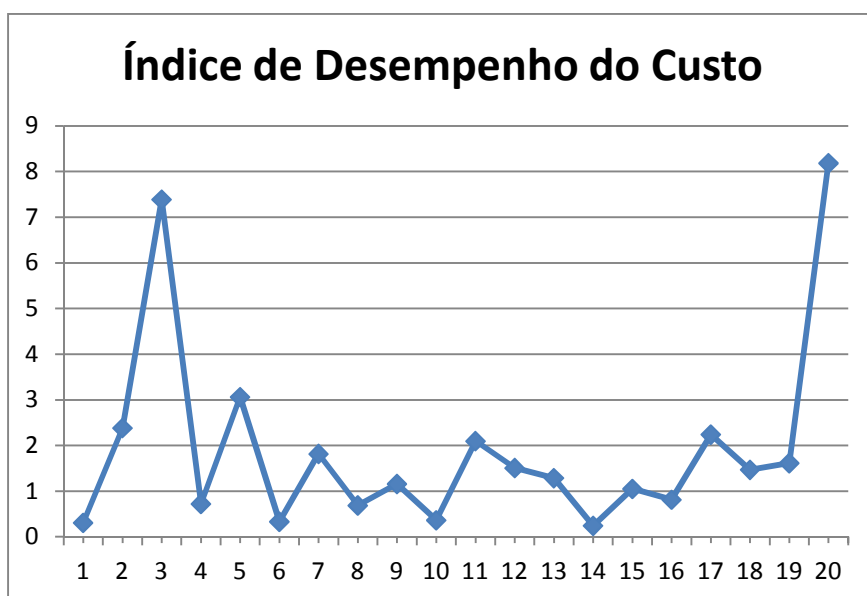


Figura 4.1 – Evolução do IDC dos projetos ao longo de 1 ano e 4 meses.

4.3.1.2 Q1.3 – O nível de capacidades de desenvolvimento necessário para a conclusão dos projetos no prazo tem sido atingido?

Os dados levantados mostraram que apenas em 10% dos projetos o nível de capacidade necessário para cumprir o prazo previsto de conclusão foi empregado ($ICE_{DSI} \geq 1$). Em 20% dos projetos, cerca de 95% da capacidade esperada foi empregada. Em 45% dos projetos pesquisados, o ICE_{DSI} é de 0,65 e em 25% deles, abaixo de 0,4. Esta constatação é compatível com o Índice de Desempenho do Tempo de Conclusão apresentado na figura 4.2.

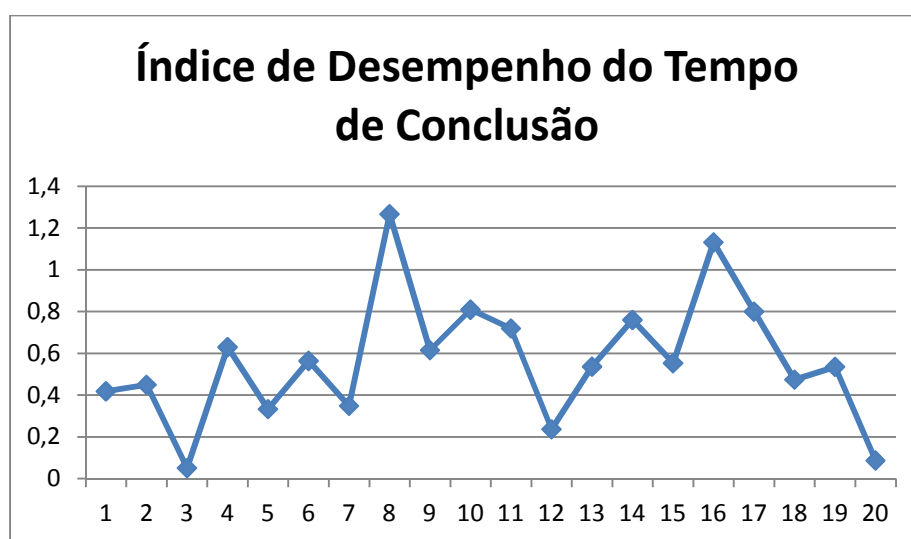


Figura 4.2 – Comportamento do IDTC dos projetos ao longo de 1 ano e 4 meses.

4.3.1.3 Q1.4 – Qual o comportamento da qualidade dos projetos ao longo do tempo?

A figura 4.3 mostra a dinâmica do percentual do esforço gasto com retrabalho registrado nos projetos ao longo do período mensurado, aqui utilizado como indicador de qualidade do processo de desenvolvimento. O eixo x do gráfico representa os 20 projetos medidos, ordenados cronologicamente.

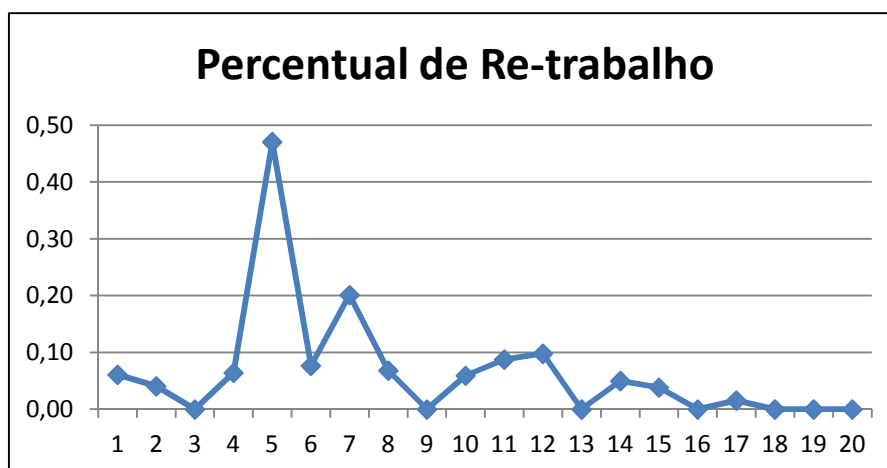


Figura 4.3 – Comportamento do percentual de re-trabalho dos projetos ao longo de 1 ano e 4 meses.

É possível perceber que houve uma redução progressiva no percentual de entregas com defeitos detectados e enviados ao fornecedor para correção. Isso é um indício de que um processo de aprendizagem/melhoria da qualidade se deu com o amadurecimento do contrato. Entretanto, foi observado que esta melhoria de qualidade não se refletiu no cumprimento dos prazos de conclusão, dando pistas de que o retrabalho não é o único fator que está impactando no atraso dos projetos.

4.3.1.4 Q2.2 – O nível de capacidade de monitoramento de contratos necessário para a conclusão dos projetos no prazo tem sido atingido?

Os dados levantados mostraram que apenas em 5% dos projetos o nível de capacidade MC necessário para cumprir o prazo previsto de conclusão foi empregado ($ICE_{MC} \geq 1$). Em 90% dos projetos, menos de 35% da produtividade necessária de monitoramento de contratos foi empregada. Existem evidências teóricas e é plausível suspeitar que este quadro pode influenciar negativamente o desempenho dos projetos.

4.3.1.5 Q2.3 – Qual a correlação entre o nível de capacidade de monitoramento de contratos atingido e o desempenho dos projetos?

Foi utilizado o índice de correlação de Pearson para investigar a relevância e a polaridade da correlação entre ICE_{MC} , IDC e IDTC. Constatou-se uma correlação moderada e com polaridade negativa entre o ICE_{MC} e IDC (-0,4455). Quanto mais

efetiva for a entrega de capacidade de monitoramento de contratos face à demanda, mais próximo o custo real de um projeto estará do custo estimado.

Com os dados coletados, foi encontrada uma correlação moderada entre ICE_{MC} e IDTC (0,305). Quanto mais efetiva for a entrega de capacidade de monitoramento de contratos face à demanda, mais próximo o tempo de conclusão real de um projeto estará do prazo estimado.

4.3.1.6 Q2.4 – O fornecedor está satisfeito com o contrato?

Na entrevista realizada com o fornecedor da Org2, foi indicado que 0,8 é aceitável para o IMLF, ou seja, se a capacidade ociosa for de até 25% da capacidade alocada.

Os dados coletados não forneceram resposta a esta pergunta, uma vez que o fornecedor não deu detalhes de como alocava as horas de sua equipe para os diversos projetos da Org2. Foi relatado na entrevista que o fornecedor teve que passar por uma difícil fase de adaptação e aprendizado para conseguir contornar problemas de capacidade ociosa provocada por espera na homologação dos serviços entregues. É necessário o constante remanejamento de recursos humanos entre projetos para reduzir a ociosidade, embora isto seja reconhecidamente uma prática que reduz a produtividade.

4.3.1.7 Q2.5 - Qual a correlação entre o nível de capacidade de monitoramento de contratos entregue e o tempo para a detecção de defeitos nos serviços entregues?

A hipótese plausível é de que quanto maior a capacidade de monitoramento de contratos entregue, menor o tempo para a detecção de defeitos em serviços entregues pelo fornecedor.

Os dados coletados descrevem o comportamento mostrado na figura 4.4 ao longo de 1 ano e 4 meses em que 18 registros foram feitos. Mesmo com imperfeições nos dados, é possível perceber, em diversos pontos, que, quando aumenta o ICE_{MC} , há uma tendência de redução no tempo relativo ao prazo do projeto para a detecção de defeitos, e vice-versa.

A partir do gráfico de dispersão dos pontos descritos pelo ICE_{MC} e pelo percentual do prazo do projeto para detectar defeitos, mostrado na figura 4.5, foram selecionados 4 pontos para descrever uma função-tabela, a ser utilizada no cálculo do tempo para detectar defeitos, dado o índice de capacidade de monitoramento de contratos efetivamente apresentado (fig. 4.6).

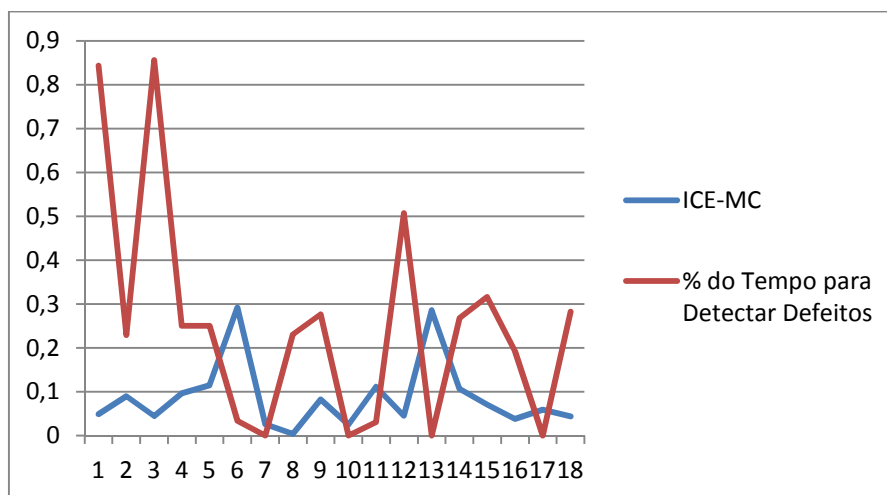


Figura 4.4 – Comportamento do tempo de homologação das entregas e do ICE_{MC} ao longo de 1 ano e 4 meses.

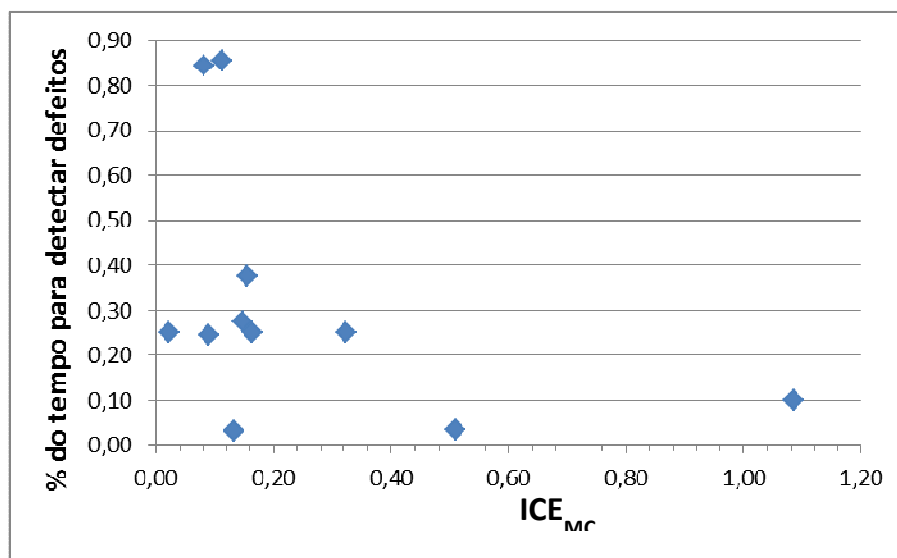


Figura 4.5 – Gráfico de dispersão dos pontos ICE_{MC} x % do tempo para detectar defeitos.

4.3.1.8 Q2.6 – Qual a correlação entre o nível de capacidade de monitoramento de contratos entregue e a satisfação do fornecedor com o contrato?

Além da constatação de correlação moderada entre o IDC e o ICE_{MC} comentada na seção 4.3.1.5, com base na reconhecida relação de causalidade apontada pela literatura e nas entrevistas com fornecedores, é plausível argumentar que quanto mais próximo o nível de capacidade de monitoramento de contratos estiver do nível demandado, menos gargalo haverá na verificação de entregas feitas pelo fornecedor, menos custo com capacidade ociosa o fornecedor terá.

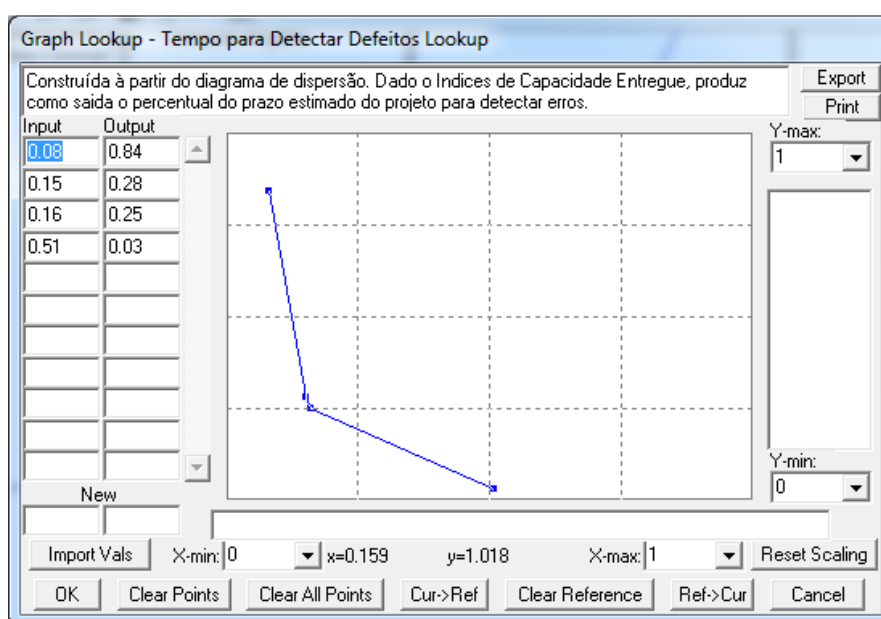


Figura 4.6 – Definição da função-tabela *Tempo para Detectar Defeitos* no Vensim DSS.

4.3.1.9 Principais resultados e constatações do plano GQM

Como apresentado na seção 3.5, o método GQM contribui com a construção de modelos de dinâmica de sistemas através da entrega de diversos produtos intermediários em diferentes estágios da modelagem.

Os principais resultados e constatações da definição, aplicação e análise dos dados coletados pelo plano GQM foram:

- A estruturação hierárquica das métricas do modelo sendo construído, devidamente alinhadas aos objetivos estabelecidos;

- A definição de algumas das equações a serem utilizadas para produzir as métricas de interesse. Estas equações foram capturadas dos contratos, das metodologias adotadas, dos dados históricos e dos modelos mentais dos atores envolvidos no contexto;
- A calibragem de parâmetros através dos dados históricos;
- A constatação de comportamentos problemáticos, como erro de estimativa de esforço e atrasos na conclusão de projetos, nível insuficiente de capacidade de monitoramento de contratos, perda de produtividade a cada 6 meses devido a mudança de fornecedor;
- A constatação de aprendizado ao se observar a redução de retrabalho ao longo da evolução do contrato;
- A identificação de modelos de referência que sabidamente fazem parte do contexto, como os usados na gestão de projetos e de seus recursos humanos, no aprendizado e em alguns processos de TI.

Estes resultados foram apresentados apenas na Org2, através de um *workshop*, pois foi a única organização onde o plano de mensuração foi executado. Este foi um momento particularmente delicado, pois certas constatações têm um efeito politicamente negativo para o departamento de TI, principalmente no que dizem respeito à produtividade do processo de monitoramento de contratos. Entretanto, não houve discordância das constatações feitas.

4.3.2 Definição da Hipótese Dinâmica

Todas as informações qualitativas e quantitativas até agora levantadas sobre o problema a ser atacado devem ser avaliadas para subsidiar decisões sobre o projeto do modelo de simulação. Estas decisões se referem a:

- Padrões de comportamento observados na terceirização de projetos de desenvolvimento de sistemas que o modelo deve ser capaz de reproduzir através de simulação;
- A suposição das relações de causalidade mais relevantes que governam o comportamento dinâmico observado.

4.3.2.1 Modo de Referência

No escopo do modelo aqui desenvolvido, o modo de referência é definido: i) pela submissão de demandas por serviços de TI (aqui instanciado para desenvolvimento de sistemas) ao longo do tempo; ii) pelo dimensionamento de recursos e capacidades para atender a estas demandas; iii) pela alocação destes recursos (próprios e adquiridos de terceiros); iii) pela distribuição das demandas entre os recursos alocados próprios e terceirizados; iv) pela execução do trabalho e; v) pela verificação da qualidade do trabalho executado.

As demandas por novos sistemas de informação são submetidas ao departamento de TI da Org2. É feita uma avaliação do serviço a ser executado e é elaborada uma ordem de serviço (OS), contendo uma estimativa inicial de esforço necessário, tempo de execução e custo, que deve ser validada pela equipe de projetos. Uma vez validada, a OS é finalmente enviada para a equipe de desenvolvimento da Org2 para o dimensionamento dos recursos humanos necessários. Devido ao grande número de projetos de sistemas em andamento e à escassez de recursos humanos de TI, o quadro de desenvolvedores da Org2 é insuficiente para suprir as demandas. Os desenvolvedores são totalmente alocados aos projetos, entretanto é necessário que capacidade complementar seja suprida por um fornecedor externo.

Teoricamente, a equipe do fornecedor é enxergada como uma caixa preta pela equipe da Org2, entregando os serviços demandados sem que haja a visibilidade de quantos recursos humanos estão atuando. É de responsabilidade do gerente de projetos do fornecedor adequar dinamicamente a capacidade produtiva da “caixa preta”. A adequação da quantidade de recursos alocados ao projeto, tanto pertencentes à Org2 quanto ao fornecedor, é regida pela quantidade de trabalho ainda a ser feito, e demora um tempo para acontecer.

Defeitos ou não conformidades podem ser inseridos nos sistemas entregues, a uma taxa dependente das habilidades, experiência e estado de espírito dos desenvolvedores. Estes defeitos são descobertos, após um tempo, durante o processo de verificação executado pela equipe da Org2, e uma solicitação de correção é enviada para o fornecedor. A produtividade da atividade de desenvolvimento de sistemas e de verificação das entregas, bem como a taxa de retrabalho podem impactar no tempo de conclusão e no custo de um projeto de sistemas.

A política organizacional é um fator ambiental que tem efeito sobre a decisão de investir na contratação de capacidades de TI ou de contratar RH próprio através de concurso público.

4.3.2.2 Mecanismos Base Utilizados

Para construir o ITO-CapSim, foi necessário identificar as relações causais mais importantes que supostamente geram o comportamento típico dos projetos terceirizados nas organizações públicas pesquisadas.

Em um nível inicial de modelagem, quando ainda não há uma direção a ser seguida, busca-se identificar no problema modelado os arquétipos primários da dinâmica de sistemas (enlaces de reforço e de equilíbrio). Esta identificação é feita tendo como base o comportamento dos dados empíricos ou, na falta destes, a interpretação dos fatos e do contexto. O modelador já pode reconhecer na situação problema, aplicações bem conhecidas, para as quais já existem estruturas causais genéricas mais complexas que podem ser aplicadas, como dinâmica de projetos, de pessoas, de processos e de organizações.

No contexto deste trabalho, o uso do modelo proposto pretende dar suporte ao planejamento de capacidades de TI de uma organização frente às demandas geradas por um plano de entrega de benefícios de negócio escalonados no tempo. Planejar capacidades é dimensionar corretamente o “tamanho” da TI para atender às demandas do negócio. Também faz parte do objetivo do ITO-CapSim dar suporte à decisão sobre a estratégia de provimento das capacidades necessárias que esteja mais alinhada com os benefícios planejados: adquirir e alocar recursos internos ou adquirir capacidades terceirizadas.

Há que se considerar que, no mundo real, fazer ajustes de capacidade (alocação e/ou requalificação de recursos) demanda um “certo tempo”, um atraso operacional. Este atraso provoca oscilações positivas e negativas do estoque de capacidade em torno de um valor alvo até convergirem para a meta desejada.

Estes são alguns dos mecanismos-base percebidos, que serviram como base para a construção do diagrama de causalidade:

- Arquétipo “busca por objetivo”, modelada como enlaces de balanceamento (fig. 4.7).

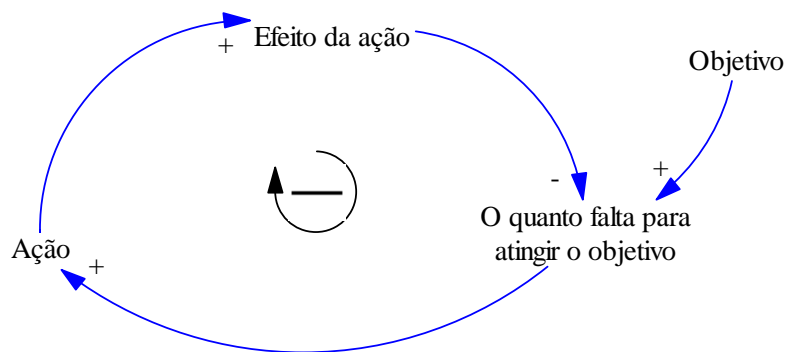


Figura 4.7 – Enlace de balanceamento “busca por objetivo”.

- Alocação de força de trabalho em projetos: A figura 4.8 mostra a estrutura básica que reproduz a dinâmica de alocação dos recursos humanos para a execução de uma carga de trabalho em um prazo de conclusão definido.



Figura 4.8 – Adequação da alocação de recursos ao prazo planejado para a conclusão do projeto.

- Aprendizado: Dentre as possíveis formas de promoção dos recursos humanos, a estrutura mostrada na figura 4.9 representa o ganho de experiência em função do tempo.

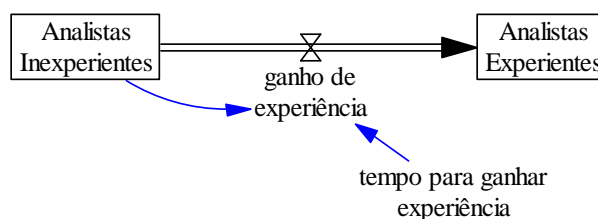


Figura 4.9 – Aprendizado através do ganho de experiência, em função do tempo.

Os arquétipos de dinâmica de sistemas observados estão tipicamente presentes em ambientes de gestão de projetos (ABDEL-HAMID E MADNICK, 1991; MADACHY, 2007; MORECROFT, 2007), onde os objetivos estabelecidos, medidos através de indicadores de desempenho, são perseguidos alocando-se recursos para imprimir produtividade (capacidade) a funções e processos de TI que irão contribuir para a consecução destas metas.

4.3.3 Diagramas de Causalidade

Conectando todos os mecanismos base identificados em uma rede de causalidade e adicionando todo o conhecimento coletado sobre o problema que motivou esta pesquisa, chegou-se aos diagramas de causalidade apresentados nas figuras 4.10, 4.11, 4.12 e 4.13.

O ITO-CapSim foi modularizado de acordo com 4 diferentes áreas de tomada de decisão envolvidas: i) a Gestão de Benefícios; ii) a Gestão de Demandas; iii) a Gestão de Capacidades e; iv) a Gestão de *Sourcing*. É nestas áreas em que diferentes decisões serão experimentadas em busca da configuração que melhore os comportamentos problemáticos detectados.

4.3.3.1 Área de Gestão de Benefícios

A área de Gestão de Benefícios (fig. 4.10) representa os benefícios estratégicos pretendidos com os projetos e demandas submetidos à área de TI. Benefícios são propostos através do estabelecimento de valores alvo para indicadores de desempenho, e verificados através do confronto do valor alvo com o valor real do indicador produzido como saída do sistema. Esta dinâmica é descrita principalmente por um enlace de balanceamento.

- Quanto mais benefícios a realizar, maior o desempenho esperado dos processos de negócio; mais demanda por serviços de TI com um desempenho desejado.
- Quanto mais próximo do esperado for o desempenho apresentado pelos processos de negócio, mais benefícios serão realizados.

- Quanto mais serviços de TI forem entregues com o desempenho desejado, maior será o desempenho apresentado pelos processos de negócio.
- Quanto menor a diferença entre os benefícios entregues e os planejados, maior a realização de benefícios.

Fatores exógenos, ou externos ao escopo do sistema modelado, influenciam no estabelecimento dos benefícios a serem alcançados. Foram levantados os seguintes fatores exógenos:

- A pressão para manter o controle sobre as funções organizacionais está relacionada ao benefício de retenção de capital intelectual organizacional. Este fator influencia a Gestão de *Sourcing*, onde é tomada a decisão de investir em capacidades próprias de TI ou na terceirização delas.

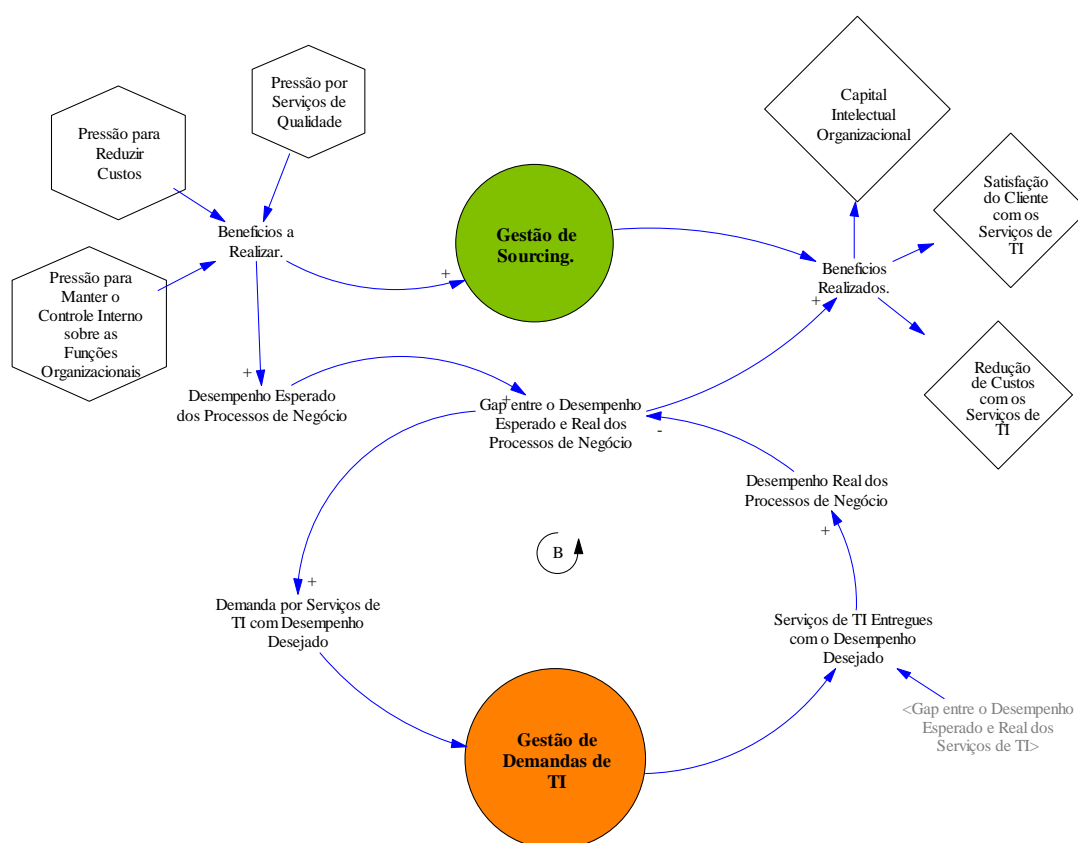


Figura 4.10 – Diagrama de causalidade da área de Gestão de Benefícios.

- A pressão por serviços de qualidade está relacionada com o benefício do nível de satisfação do usuário, que é influenciado pela agilidade e qualidade na entrega dos serviços de TI.

A pressão em reduzir custos está relacionada com a redução de custos com os serviços de TI que suportam os processos de negócio. Este fator influencia a Gestão de *Sourcing*.

4.3.3.2 Área de Gestão de Demandas

A área de Gestão de Demandas (fig. 4.11) representa o tratamento das demandas por serviços de TI geradas pelos processos de negócio, o dimensionamento e o monitoramento dos indicadores de desempenho apresentados na entrega dos serviços pela área de TI.

- Quanto mais demandas por desempenho dos serviços de TI a serem entregues, maior o nível de capacidade de TI necessário.
- Quanto maior o nível de capacidade de TI alocada, maior será o desempenho apresentado pelos serviços de TI; maior a proximidade com nível de desempenho desejado.

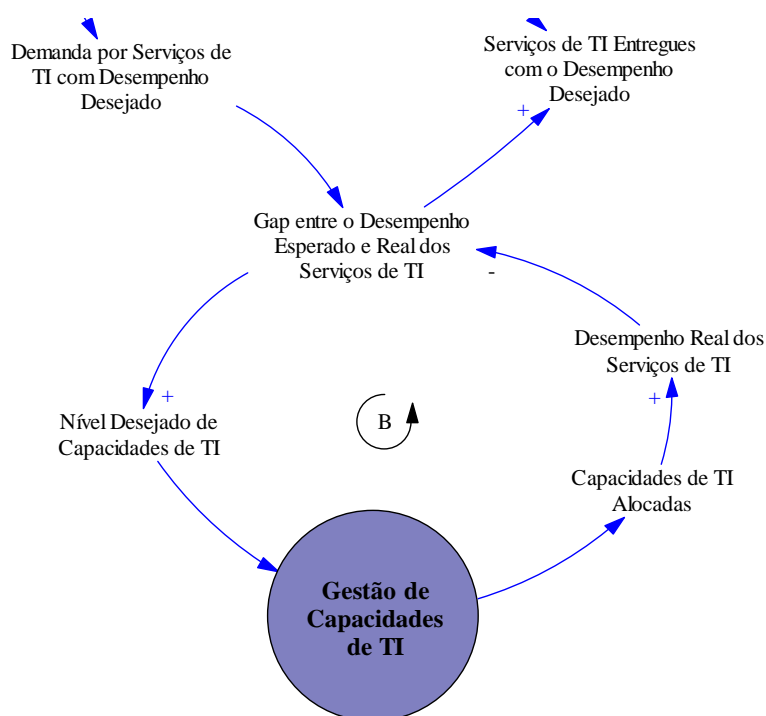


Figura 4.11 – Diagrama de causalidade da área de Gestão de Demandas.

Caso o nível de capacidade necessário ao atendimento das demandas não seja atingido com a alocação dos recursos locais, a área de Gestão de *Sourcing* irá influenciar a forma como esta lacuna será preenchida: se com a aquisição de recursos locais ou com capacidade contratada de terceiros. A Gestão de *Sourcing* também será influenciada pelo custo de propriedade dos recursos locais e pela fração de capacidade local alocada frente à demandada.

4.3.3.4 Área de Gestão de *Sourcing*

A área de Gestão de *Sourcing* (fig.4.13) representa a política de contratação de capacidades externas à organização, em complementação às capacidades internas.

- Quanto maior a discrepância entre o nível necessário de capacidades e o já alocado, mais capacidade terceirizada será demandada, caso os investimentos para tal sejam autorizados.
- Quanto mais capacidade terceirizada estiver alocada, maior o custo de utilização das capacidades terceirizadas; maior o nível de capacidade total de TI alocada (incluindo a capacidade interna).

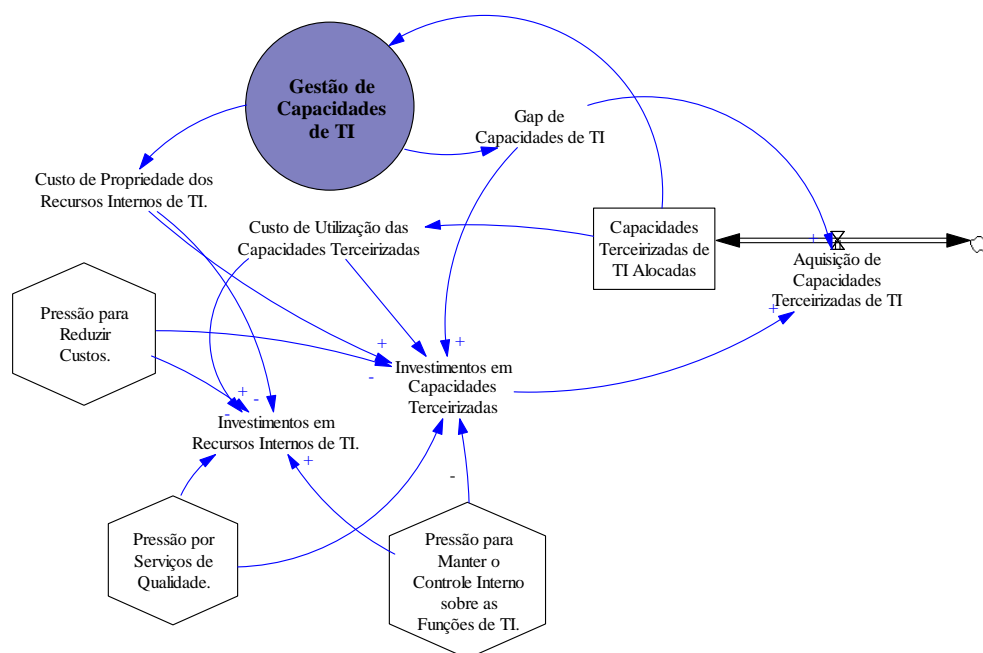


Figura 4.13 – Diagrama de causalidade da área de Gestão de *Sourcing*.

As decisões estratégicas de *sourcing* são influenciadas por benefícios estabelecidos, que, por sua vez, são influenciados por fatores exógenos. Como já apresentado na seção 4.1.5.1, os benefícios a serem rastreados no ITO-CapSim estão relacionados com a redução de custos com TI, obtenção da satisfação do cliente, através da qualidade e agilidade dos serviços de TI prestados e à retenção de capacidades organizacionais.

- Quanto maior a pressão para manter o controle interno sobre as funções de TI, menores são os investimentos em terceirização; maior os investimentos em recursos internos de TI.
- A pressão para reduzir custos com TI influencia o destino dos investimentos. Quanto maior o custo de propriedade dos recursos internos, maior será o estímulo para investir em capacidades terceirizadas, menor o estímulo para investir em recursos internos. Quanto maior o custo de utilização das capacidades terceirizadas, menor será o estímulo para investir em capacidades terceirizadas, maior o estímulo para investir em recursos internos.

A pressão por serviços mais ágeis influencia o destino do investimento em TI, considerando o suprimento de capacidades no nível necessário de forma a cumprir o cronograma de prestação dos serviços de TI.

4.3.4 Fluxos de Informação Identificados

Faz parte do método de construção de modelos de dinâmica de sistemas a identificação de fluxos de informação com o propósito de simular tais processos. No contexto desta pesquisa, é considerado que os processos de TI representam as capacidades de TI em ação e a forma como elas interagem ao longo destes fluxos. O foco do modelo aqui desenvolvido é no processo de Monitoramento de Contratos de ITO, cujo fluxo genérico foi mostrado na figura 2.1, e na sua interação com a atividade de Entrega de Serviços de TI. É importante ressaltar que a implementação do processo (e do comportamento da capacidade) Entrega de Serviços de TI foi bastante simplificada, restringindo-se a uma atividade apenas. A ênfase foi dada ao processo de monitoramento de contratos de ITO.

A figura 4.14 mostra um processo típico de execução e verificação de serviços em um contexto de ITO. A representação do fluxo de trabalho utiliza os seguintes símbolos: caixas, para estoques de unidades de serviço; elipses, para atividades; hexágonos, para recursos e; arcs, para relacionamentos de produção, consumo e uso.

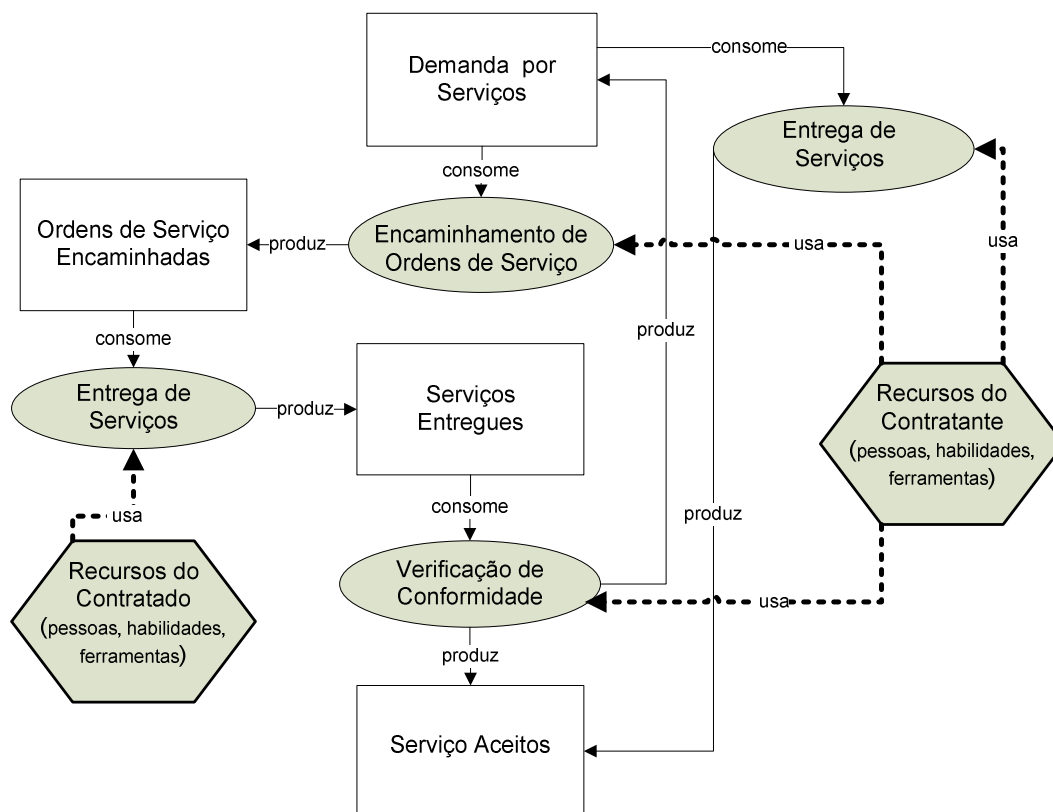


Figura 4.14 – Fluxo de execução e verificação de serviços. Fonte: autor.

A demanda por serviços pode ser, por exemplo, o desenvolvimento de um sistema de informação, em que uma carga de trabalho é especificada e “depositada” no estoque *Demanda por Serviços*. Uma parte da carga de trabalho será consumida utilizando-se recursos da organização contratante, que produzirá os resultados dos seus serviços (documentação, código, etc.). Outra parte da carga de trabalho será encaminhada para a empresa contratada, através de Ordens de Serviço (OS), confeccionadas pela equipe de monitoramento de contratos. A organização contratada executará as atividades de desenvolvimento de sua competência, entregando os produtos para que sejam verificados pela equipe de monitoramento de contratos. O *loop* de retrabalho é indicado pelo relacionamento de produção entre a atividade de verificação de conformidade e o estoque de demandas por serviço.

Esta representação é sugerida em Müller e Pfahl (2008) e utilizada em Garousi et al (2009) como uma forma estruturada de mapear processos em diagramas de fluxo. Dessa forma, já é possível identificar os principais estoques do modelo, seus fluxos e taxas.

4.3.5 Verificação e Validação do Diagrama de Causalidade

O diagrama de causalidade que supostamente representa a situação problemática real detectada na Org3 e na Org2 foi apresentado aos usuários e *stakeholders*, assim como o processo pelo qual foi construído. Foram apresentados os componentes da hipótese dinâmica formulada, modelos de referência mais complexos, utilizados na gestão de projetos e processos e a nova representação dada ao fluxo de execução e verificação de serviços capturada durante a fase de aquisição de conhecimento (fig. 4.14). Nestas oportunidades, foi discutido o escopo e a granularidade do modelo, bem como ajustadas as expectativas dos usuários e *stakeholders* com relação ao seu uso. As principais variáveis de entrada e de saída foram discutidas, tendo o plano GQM como referência.

A divisão do diagrama de causalidade em setores emergiu da necessidade de apresentá-lo de uma forma mais didática. Esta setorização teve como base o fluxo da figura 4.14, que identifica claramente o uso de recursos e suas produtividades pelas atividades envolvidas. O controle do uso de recursos e a conversão em produtividade foi confinado em um setor específico. A possibilidade de utilização de recursos próprios e de terceiros suscitou a segmentação deste novo setor. Finalmente, toda a parte de verificação de desempenho e cumprimento de objetivos foi confinada em um diagrama de alto nível de abstração. Os ajustes foram feitos no diagrama até se convergir para a seguinte estrutura de setores: gestão de demandas, gestão de capacidades, gestão de *sourcing* e verificação de benefícios.

4.4 O Modelo Formal Desenvolvido

Esta seção apresenta o modelo de simulação resultante do esforço de desenvolvimento empreendido. Conforme mostrado no desenho desta pesquisa e na

metodologia adotada, o processo de desenvolvimento do simulador é iterativo. Uma versão executável inicial do ITO-CapSim foi desenvolvida e passou por vários ciclos de refinamento até atingir a versão agora apresentada.

4.4.1 Estrutura do Modelo

O ITO-CapSim foi desenvolvido de forma modular, utilizando o software de simulação com Dinâmica de Sistemas Vensim, em sua versão DSS. A figura 4.15 mostra os componentes do ITO-CapSim e como eles estão inter-relacionados.



Figura 4.15 – Estrutura modular do ITO-CapSim. Fonte: autor.

Vistas - O Vensim DSS oferece, dentre outros recursos, a possibilidade de segmentar o modelo em diferentes vistas. O módulo *Workflow* representa o fluxo de trabalho da execução e verificação de serviços de TI (fig. 4.14). Os demais módulos refletem as áreas identificadas e representadas nos diagramas de causalidade mostrados da seção 4.1.5, quais sejam: Gestão de Demandas (GD), Gestão de Capacidades (GC), Gestão de *Sourcing* (GS) e Verificação de Benefícios (VB).

Variáveis - As variáveis do ITO-CapSim estão divididos em quatro categorias distintas: parâmetros de entrada, parâmetros de calibragem, variáveis mediadores e atributos de

saída. Os parâmetros de entrada (E) caracterizam os benefícios e as métricas de desempenho a serem alcançados, os recursos de TI disponíveis dentro da organização e as características da demanda de TI. Os parâmetros de calibragem representam informações específicas sobre as organizações. São utilizadas para ajustar o comportamento do modelo à realidade das organizações ou aos ambientes dos cenários de simulação. As variáveis mediadoras (M) representam informações intermediárias, endógenas ao sistema, obtidas a partir das entradas, da calibragem e, em situações que envolvem ciclos de *feedback*, a partir de atributos de saída. Os atributos de saída (S) são valores decorrentes das relações de causa e efeito entre as variáveis de entrada, calibragem e mediadoras ao longo do tempo. O modelo produz o desempenho que supostamente seria apresentado pelas capacidades de TI no mundo real (em termos de custo, qualidade, consumo de recursos) em resposta a entradas que representam os recursos disponíveis e o desempenho esperado.

A tabela 4.2 sintetiza o fluxo de informações entre as vistas do ITO-CapSim, caracterizando-as e explicando como elas são utilizadas nos módulos de destino.

Fluxo	Informação	Uso na vista destino
GD → GC	Produtividade desejada para os projetos	Ajuste do nível de capacidade alocada.
GD → VB	Tempo e esforço gastos nos projetos	Cálculo do custo total dos projetos e dos índices de desempenho de custo e de tempo de conclusão dos projetos.
GC → GD	Capacidade de monitoramento de contratos alocada	Cálculo da taxa de execução da atividade de monitoramento de contratos.
GC → GS	Capacidade interna de TI alocada	Cálculo da demanda por capacidade terceirizada de TI e sumarização da capacidade total de TI alocada.
GC → VB	Capacidades internas alocadas e ociosas	Cálculo do custo com capacidades internas utilizadas e ociosas e dos índices de desempenho do custo de propriedade, de capacidades internas de TI e de monitoramento de contratos entregues.
GS → GD	Capacidade total de TI alocada	Cálculo da taxa de execução da atividade de TI.
GS → GC	Flag de modalidade de <i>sourcing</i>	Ativação/desativação da alocação de capacidades internas de TI e de monitoramento de contratos.
GS → VB	Capacidade total de TI alocada	Cálculo do custo com terceirização, do índice de capacidade total de TI entregue e do índice de lucratividade do fornecedor.

Tabela 4.2 – Fluxo de informações entre as vistas do ITO-CapSim. Fonte: autor.

A próxima seção explana com detalhes os diagramas de fluxo e as variáveis de cada um dos módulos/vistas do modelo. Todas as equações contidas no ITO-CapSim também estão aqui documentadas.

4.4.2 Gestão de Demandas

Esta vista implementa a submissão de demandas por serviços de TI, escalonadas no tempo, e sua distribuição para as capacidades necessárias. Estas demandas são tratadas como projetos de TI, onde cada projeto é associado a uma função de TI (desenvolvimento de sistemas, projeto de banco de dados, instalação de infraestrutura de TI, etc.).

A figura 4.16 é uma versão simplificada do diagrama de fluxo da Gestão de Demandas. Para melhorar a legibilidade do diagrama, diversas variáveis auxiliares foram ocultadas. Para uma visualização mais fácil, os parâmetros de entrada foram representados com círculos, os de saída com hexágonos e parâmetros entre “< >” representam variáveis pertencentes a outras vistas (*shadow variables*).

O ITO CapSim usa variáveis multidimensionais para representar projetos, capacidades de TI e todos os fluxos que relacionam estas duas entidades. De uma maneira simples, é possível simular diferentes cenários de chegada de demandas (em rajadas esparsas ou concentradas, com prazos de conclusão confortáveis ou apertados) e associá-las a diferentes funções de TI. Entretanto, por questões de simplicidade, em alguns momentos da explanação do funcionamento dos módulos, as variáveis serão referenciadas no singular, como sendo unidimensionais.

A figura 4.16 apresenta a implementação do diagrama de causalidade apresentado na figura 4.11 integrado ao fluxo definido na figura 4.14.

Nome	Descrição	Unid	Tipo
<i>Tamanho do Projeto</i>	Esforço previsto para o projeto	US	E
<i>Tempo Estimado de Conclusão do Projeto</i>	Tempo estimado para a conclusão do projeto	Dia	E
<i>Escalonamento de Início do Projeto</i>	Instante de tempo em que o projeto entrará no fluxo de execução.	-	E
<i>Mapeamento Projeto Funcao TI</i>	Associa um projeto a uma função de TI.	-	E
<i>Custo Estimado do Projeto</i>	Custo estimado do projeto, calculado com base no esforço previsto	\$	E
<i>Atividade Submissão de Demandas</i>	Atividade de submissão do projeto para a área de TI.	US/Dia	M
<i>Demandas para Funcao de TI</i>	Estoque de demandas acumuladas dos projetos a serem processadas.	US	M
<i>Atividade Encaminhamento de Ordens de Servico</i>	Atividade de formalização das demandas em Ordens de Serviço e encaminhamento destas para a execução.	US	M
<i>Ordens de Servico para Funcao de TI</i>	Estoque de ordens de serviço a serem processadas pelas funções de TI.	US	M
<i>Atividade Execucao de OS por Funcao de TI</i>	Atividade de processamento e entrega de serviços de TI.	US/Dia	M
<i>OS Executadas por Funcao de TI</i>	Estoque de serviços entregues pela função de TI executada.	US	M
<i>OS com Defeitos nao Detectados</i>	Estoque de serviços entregues com defeitos ainda não detectados.	US	M
<i>Taxa de Insercao de Defeitos Funcao TI</i>	Percentual de unidades de serviço executadas com algum tipo de erro.	%	M
<i>Atividade Homologacao de OS Executadas</i>	Atividade de verificação da conformidade dos serviços entregues.	US/Dia	M
<i>Servicos de TI Concluidos</i>	Estoque de serviços entregues em conformidade com a qualidade especificada.	US	S
<i>Atividade Deteccao de Defeitos</i>	Atividade de detecção de defeitos nos serviços entregues pela função de TI executada.	US/Dia	M
<i>Tempo para Detectar Defeitos</i>	Tempo médio para que defeitos sejam detectados.	Dia	M
<i>Entregas com Defeitos Detectados</i>	Estoque de serviços entregues com defeitos detectados.	US	M
<i>Atividade Encaminhamento de Defeitos para Correcao</i>	Atividade de encaminhamento dos serviços entregues com defeitos detectados para serem corrigidos.	US/Dia	M
<i>Tempo Real de Conclusao do Projeto</i>	Registra a quantidade de dias decorridos para a conclusão do projeto.	Dia	S
<i>Esforco Total por Projeto</i>	Quantidade de unidades de serviço realmente gastas no projeto, incluindo o retrabalho.	US	S
<i>Total de Retrabalho por Projeto</i>	Total de unidades de serviço que apresentaram defeito e foram corrigidas.	US	S
<i>Velocidade Desejada para o Projeto</i>	Taxa desejável de progresso do projeto para que seja concluído do prazo planejado.	US/Dia	M
<i>Percentual de Conclusão do Projeto</i>	Percentual concluído do esforço previsto para um projeto.	%	M

Tabela 4.3 - Variáveis da vista Gestão de Demandas.

O retrabalho é um estágio crucial para a gestão de contratos de ITO e para a gestão de projetos em geral. No ITO-CapSim, a inserção de erros na execução dos serviços é representada por um fluxo paralelo, em que uma fração do fluxo de execução

de OSs abastece o estoque *OS com Defeitos nao Detectados*, a uma taxa no valor do parâmetro *Taxa de Insercao de Defeitos Funcao TI*. É considerado que estes defeitos são totalmente detectados dentro de um lapso de tempo, representado pelo parâmetro *Tempo para Detectar Defeitos*. Estes dois parâmetros, que regem a geração e detecção de defeitos, podem ser implementados de forma dinâmica ou estática. Uma decisão de projeto do ITO-CapSim foi implementar a taxa de inserção de erros estática, em função do parâmetro de entrada *Qualidade Minima Funcao TI*, integrante da vista Gestão de Capacidades. Portanto, *Taxa de Insercao de Defeitos Funcao TI* = 1- *Qualidade Minima Funcao TI*. Já o tempo para detectar defeitos é dinâmico, calculado pela função-tabela *Tempo para Detectar Defeitos Lookup*, mostrada na figura 4.6, a partir de índices de produtividade entregue (conforme métricas M1.3.1.e M2.2.1. do plano GQM).

A capacidade de monitoramento de contratos, representada pela variável *Produtividade Interna Monit Contratos*, é utilizada apenas quando a adoção de ITO é habilitada. Isso é feito através do parâmetro *Habilita Desabilita Terceirizacao Funcao TI*, que pode assumir os seguintes valores: 0 - ITO desabilitada; 1 – fornecimento híbrido habilitado (próprio + ITO); 2 – fornecimento próprio desabilitado. A produtividade desejada dos recursos de monitoramento de contratos é calculada como sendo 20% da *Velocidade Desejada para o Projeto*, conforme apresentado no plano GQM. Cabe à equipe de monitoramento de contratos a tarefa de formalizar as demandas em ordens de serviço, repassá-las ao fornecedor (*Atividade Encaminhamento de Ordens de Servico*), verificar a conformidade dos serviços entregues (*Atividade Homologação de OS Executadas*) e encaminhar defeitos para correção. As OSs processadas pelo fornecedor e verificadas/homologadas pela equipe de monitoramento de contratos são então acumuladas no estoque *Servicos de TI Concluidos*.

Quando o provimento de capacidades de TI é híbrido, ou seja, são utilizadas capacidades próprias e terceirizadas, não é feita distinção entre as unidades de serviço executadas pela equipe interna e externa para efeito de homologação. Todas são verificadas pela equipe de monitoramento de contratos.

Os estoques *Tempo Restante do Projeto* e *Tempo Real Decorrido do Projeto* são usados no controle da velocidade necessária de execução das funções de TI para concluir o projeto no prazo, do desempenho real do projeto em termos de cumprimento de prazo e para registrar o momento de conclusão do projeto.

Os atributos de saída da vista Gestão de Demandas serão usados na vista Verificação de Benefícios para calcular e acompanhar a evolução dos indicadores dos benefícios monitorados.

4.4.3 Gestão de Capacidades

Nesta vista está o diagrama que implementa a combinação de recursos internos à organização contratante de ITO para a obtenção das capacidades de TI. Com um mesmo diagrama, é possível representar um conjunto de diferentes capacidades de TI, utilizando o suporte a variáveis multidimensionais do Vensim DSS. O que diferencia uma capacidade da outra é a calibragem, como, por exemplo, os atrasos para ajustar a alocação de recursos, a produtividade individual máxima alcançável por um recurso humano na função de TI e o seu tempo de aprendizado. Apesar disso, uma decisão de projeto foi representar a capacidade de monitoramento de contratos (MC) em um diagrama separado, fora do vetor de capacidades de TI. Todas as capacidades de TI são utilizadas nos mesmos fluxos do processo de entrega e verificação de serviços mostrado na figura 4.13, exceto a capacidade MC, que atua em fluxos específicos. Eventualmente o diagrama desta capacidade pode se diferenciar, sofrendo alguma especialização necessária para ajustar seu comportamento específico.

O comportamento deste módulo é regido predominantemente pelo arquétipo “Busca por Objetivo”, que é essencialmente um enlace de balanceamento. A figura 4.17 apresenta a implementação do diagrama de causalidade mostrado na figura 4.12. A tabela 4.4 mostra as principais variáveis da vista Gestão de Capacidades.

O nível de capacidade de TI a ser atingido é definido em função do parâmetro *Velocidade Desejada para o Projeto*, vindo do módulo Gestão de Demandas. A variável *Capacidade Desejada Funcao TI*, medida em unidades de serviço por dia (US/Dia), é obtida através da consolidação de todas as velocidades desejadas para os projetos relacionados àquela capacidade.

Conforme já comentado, no escopo deste trabalho, a representação quantitativa dada a uma capacidade organizacional de TI é uma taxa de produtividade, ou seja, a quantidade de unidades de serviço processadas por dia (US/Dia). Para as capacidades internas, esta taxa é calculada a partir das produtividades dos recursos envolvidos (pessoas e suas habilidades) pela seguinte fórmula:

$$\text{Capacidade Interna Funcao TI} = \frac{\text{Recursos Humanos Internos Alocados Funcao TI} * \text{Habilidade Media Funcao TI} * \text{Produtividade Maxima Pessoa Dia Funcao TI}}{\text{Indice de Capacidade Interna Entregue Funcao TI}} \quad (\text{Eq10})$$

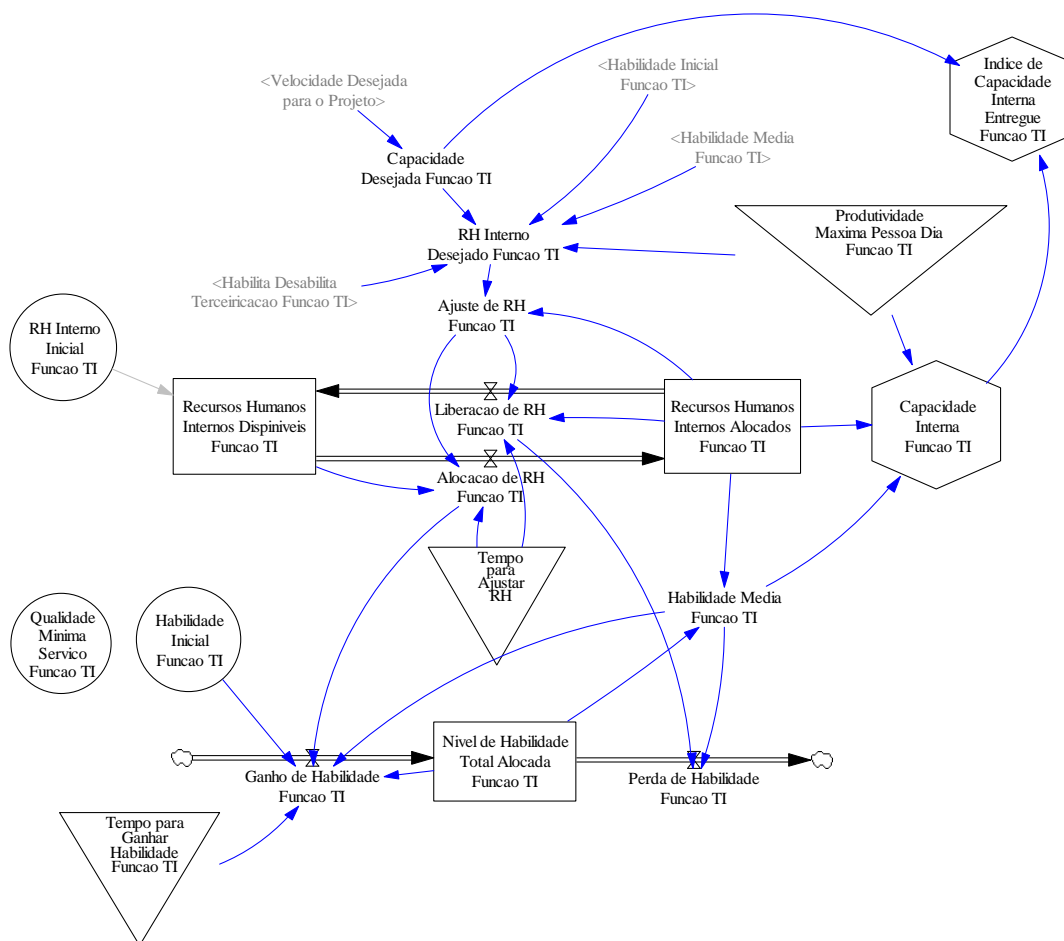


Figura 4.17 – Diagrama de fluxo da vista *Gestão de Capacidades*.

É importante reforçar a semântica de cada parâmetro da expressão acima. *Recursos Humanos Internos Alocados Funcao TI* representa a quantidade de pessoas alocadas para o trabalho; *Produtividade Maxima Pessoa Dia Funcao TI* é uma constante de calibragem que representa o número de unidades de serviço que uma pessoa com um nível considerado ótimo de habilidade potencialmente processa em um dia. O parâmetro *Habilidade Media Funcao TI* representa a média da fração do nível ótimo de competência apresentada pela equipe.

Nome	Descrição	Unid	Tipo
<i>Capacidade Desejada Funcao TI</i>	Nível desejado de capacidade, consolidado por função de TI, para atingir a velocidade desejada pelos projetos.	US/ (Pessoa* Dia)	M
<i>RH Interno Desejado Funcao TI</i>	Nível desejado de recursos humanos para atingir a produtividade desejada.	Pessoa	M
<i>Ajuste de RH Funcao TI</i>	Discrepância entre os níveis de RH desejado (alvo) e atualmente alocado à função de TI.	Pessoa	M
<i>RH Interno Inicial Funcao TI</i>	Nível inicial de recursos humanos para a função de TI. Esta variável inicializa o estoque de recurso humanos.	Pessoa	E
<i>Recursos Humanos Internos Disponíveis Funcao TI</i>	Estoque de recursos humanos disponíveis para a função de TI.	Pessoa	M
<i>Recursos Humanos Internos Alocados Funcao TI</i>	Estoque de recursos humanos alocados para executar tarefas relativas à função de TI.	Pessoa	M
<i>Alocacao de RH Funcao TI</i>	Fluxo de alocação de RH para a função de TI.	Pessoa/ Dia	M
<i>Liberacao de RH Funcao TI</i>	Fluxo de liberação de RH da função de TI.	Pessoa/ Dia	M
<i>Tempo para Ajustar RH</i>	Atraso operacional para ajustar os recursos humanos ao nível desejado pela função de TI.	Dia	C
<i>Capacidade Interna Funcao TI</i>	Capacidade própria da organização mobilizada para a função de TI.	US/ (Pessoa* Dia)	M
<i>Produtividade Maxima Pessoa Dia Funcao TI</i>	Desempenho máximo de produtividade que um profissional pode atingir na atividade de TI.	US/ (Pessoa* Dia)	C
<i>Habilidade Inicial Funcao TI</i>	Nível inicial de habilidade apresentado pelas pessoas recém alocadas a funções de TI. Pode assumir valores entre 0 e 1.	-	E
<i>Qualidade Minima Servico Funcao TI</i>	Percentual mínimo de qualidade aceitável para os serviços entregues pela função de TI. Pode assumir valores entre 0 e 1.	-	E
<i>Ganho de Habilidade Funcao TI</i>	Ganho de nível de habilidade no desempenho da função de TI. Pode assumir valores entre 0 e 1.	-	M
<i>Perda de Habilidade Funcao TI</i>	Perda de nível de habilidade no desempenho da função de TI.	-	M
<i>Habilidade Media Funcao TI</i>	Habilidade média da equipe interna alocada para a execução da função de TI.	-	M
<i>Tempo para Ganhar Habilidade Funcao TI</i>	Atraso do aprendizado da função de TI.	Dia	C

Tabela 4.4 - Variáveis da vista Gestão de Capacidades.

O destaque desta vista é o comportamento dinâmico da mobilização dos recursos em capacidades, regido pela necessidade de produtividade criada pela ordem de serviço a ser processada e sujeito a diversos atrasos operacionais. O ajuste (alocação e liberação) de recursos humanos é regido pelo parâmetro *RH Interno Desejado Funcao TI*. Este parâmetro mediador é calculado em função da produtividade desejada para a função de TI (*Capacidade Desejada Funcao TI*), da habilidade média apresentada pela equipe interna na função de TI e da produtividade máxima de referência, conforme a

equação Eq11. Uma vez calculado o *RH Interno Desejado Funcao TI*, a alocação ou liberação de recursos humanos é calculada, considerando o RH Interno já alocado (*Recursos Humanos Internos Alocados Funcao TI*). Os ajustes estão sujeitos a atrasos causados por questões diversas, desde operacionais a políticas. O parâmetro que representa este atraso é *Tempo para Ajustar RH*, expresso em dias.

$$\text{RH Interno Desejado Funcao TI} = \frac{\text{Capacidade Desejada Funcao TI}}{(\text{Produtividade Maxima Pessoa Dia Funcao TI} * \text{Habilidade Media Funcao TI})} \quad (\text{Eq11})$$

Os recursos humanos são diferenciados porque a experiência e as habilidades interferem em sua produtividade. Um diagrama de fluxo paralelo (ou co-fluxo) representa a dinâmica das habilidades durante a execução das funções de TI. O estoque *Nível de Habilidade Total Alocada Funcao TI* acumula os níveis de habilidade de todos os indivíduos alocados à função de TI e é com base nele e no estoque de RH já alocados que o nível médio de habilidade da equipe é calculado.

O ganho de habilidade na função de TI, representado pelo fluxo *Ganho de Habilidade Funcao TI*, se dá a cada nova pessoa alocada e com base no conhecimento já existente, sujeito ao parâmetro *Tempo para Ganhar Habilidade Funcao TI*. Esta é forma adotada no ITO-CapSim para representar a curva de aprendizado do RH. É um pressuposto do modelo que recursos humanos são alocados com o nível inicial padrão de habilidade, fornecido como parâmetro de entrada (*Habilidade Inicial Funcao TI*). O efeito disso é a redução momentânea da habilidade média da equipe na função de TI. Este fenômeno é bem conhecido no mundo da gestão de projetos de *software* e é rotulado da Lei de Brooks (BROOKS, 1975; ABDEL-HAMID E MADNICK, 1991; MADACHY, 2007). A lei de Brooks postula que “adicionar pessoas a um projeto de *software* já em atraso irá atrasá-lo mais ainda”. A argumentação é que isto irá reduzir momentaneamente a produtividade geral da equipe, pois desviará pessoas já trabalhando no projeto para ensinar os recém engajados, reduzindo a produtividade dos antigos.

A perda de habilidade na função de TI, representada pelo fluxo *Perda de Habilidade Funcao TI*, se dá a cada pessoa desalocada da função de TI. Isto provocará a perda de habilidade total, na quantidade expressa pelo parâmetro *Habilidade Media Funcao TI*.

Uma vez que os recursos internos estejam todos alocados sem que o nível de capacidade desejado seja alcançado, a complementação pode ser feita através da

aquisição de capacidades externas. Entretanto, isto só acontece caso a terceirização esteja habilitada no módulo Gestão de *Sourcing*, a ser apresentado na próxima seção.

A capacidade de monitoramento de contratos somente é acionada caso a terceirização esteja habilitada. Esta capacidade, entretanto, não é delegável a terceiros, sendo executada exclusivamente por equipe interna.

Com base nas entrevistas realizadas na fase de aquisição de conhecimento da modelagem, foi observado que quando a função de TI é executada tanto pela equipe interna quanto pela terceirizada (*sourcing* híbrido), existe uma forte interdependência entre os produtos gerados pelas duas equipes. Defeitos na fase de especificação de sistemas irão repercutir nas fases subsequentes. Diante disso, foi decidido que, na configuração de *sourcing* híbrido, o modelo irá direcionar todas as unidades de serviço para serem homologadas pela equipe de monitoramento de contratos, mesmo aquelas executadas pela equipe interna.

O diagrama de fluxo e a tabela de variáveis referentes a esta capacidade foram suprimidos por serem análogos aos das demais capacidades de TI (figura 4.17 e tabela 4.4).

O nível de capacidade MC a ser atingido é calculado em função do parâmetro *Velocidade Desejada para o Projeto*, vindo do módulo Gestão de Demandas. A variável *Capacidade Desejada Monit Contratos*, medida em unidades de serviço por dia (US/Dia), é obtida através da soma de todas as velocidades desejadas para os projetos relacionados a capacidades cuja terceirização está habilitada, multiplicada por 5. Este fator de multiplicação surgiu do fato de que o tempo estimado para a execução das tarefas de monitoramento de contratos é 20% do tempo estimado para a conclusão do projeto, conforme comentado na apresentação da métrica M2.2.1 do plano GQM. As demais equações seguem o mesmo padrão adotado para as capacidades de TI, a exemplo da equação Eq11.

4.4.4 Gestão de *Sourcing*

Esta vista, mostrada na figura 4.18, habilita e implementa a aquisição de capacidades externas à organização, em complementação às capacidades internas, bem como consolida as capacidades internas e externas para serem utilizadas nos processos de TI.

Conforme já exposto na seção 4.1.5.4, as decisões estratégicas de *sourcing* são influenciadas por benefícios estabelecidos, que, por sua vez, são influenciados por fatores exógenos. Os benefícios a serem rastreados no ITO-CapSim estão relacionados com a redução de custos com TI, obtenção da satisfação do cliente, através da qualidade e da agilidade dos serviços de TI prestados e à retenção de capacidades organizacionais.

É importante esclarecer que os fatores exógenos considerados no escopo deste trabalho, apresentados no diagrama de influência da figura 4.10, não foram implementados diretamente como variáveis, e sim como contextos, construídos pela combinação de parâmetros de entrada e de calibragem do modelo. Estes contextos, ou cenários, serão descritos no capítulo 5, que trata sobre a utilização do ITO-CapSim para o apoio à tomada de decisões.

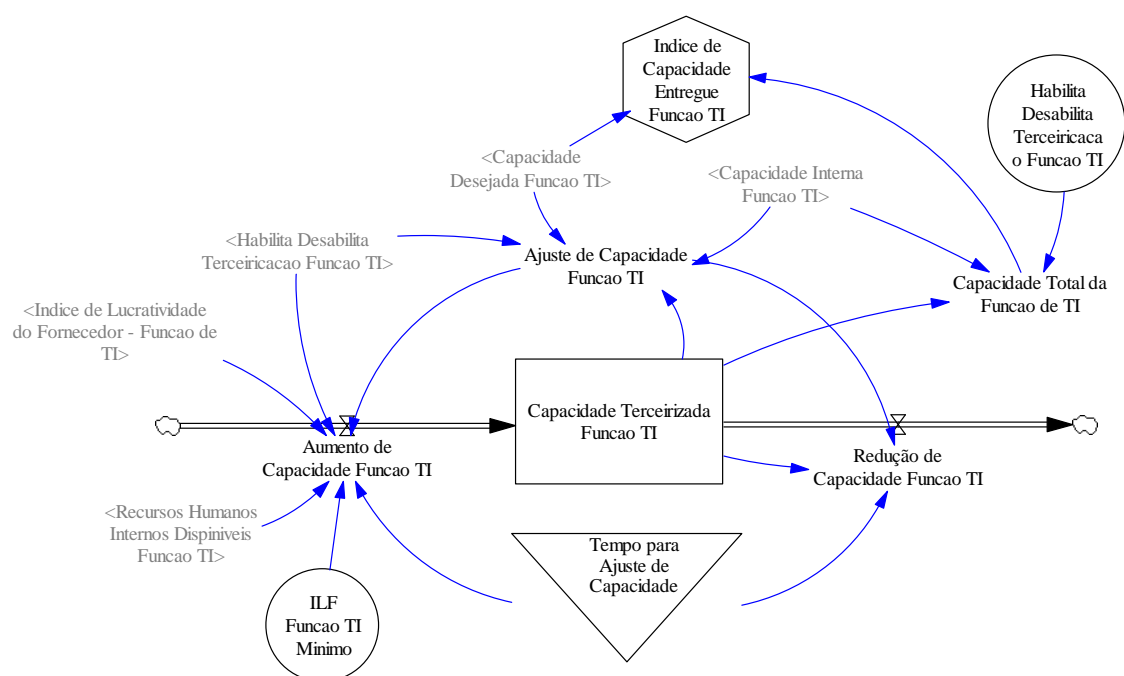


Figura 4.18 – Diagrama de fluxo da vista *Gestão de Sourcing*.

A tabela 4.5 mostra as principais variáveis da vista *Gestão de Sourcing*.

Conforme apresentado na seção anterior, caso os recursos internos estejam todos alocados sem que o nível de capacidade desejado seja alcançado, a complementação pode ser feita através da aquisição de capacidades externas. Entretanto, isso só acontece se a terceirização estiver habilitada. Este controle é feito pelo parâmetro de entrada *Habilita Desabilita Terceirizacao Funcao TI*.

Nome	Descrição	Unid	Tipo
Habilita Desabilita Terceirizacao Funcao TI	Flag que seleciona o tipo de terceirização de uma função de TI (nenhuma, parcial ou total).	-	E
Ajuste de Capacidade Funcao TI	Discrepância entre o nível de capacidade desejado (alvo) e o atualmente apresentado pela função de TI.	US/Dia	M
Capacidade Terceirizada Funcao TI	Capacidade mobilizada pelo fornecedor de serviços terceirizado para a função de TI.	US/Dia	M
Aumento de Capacidade Funcao TI	Fluxo de mobilização de produtividade para a função de TI.	US/ Dia*Dia	M
Redução de Capacidade Funcao TI	Fluxo de desmobilização de produtividade da função de TI.	US/ Dia*Dia	M
Tempo para Ajuste de Capacidade	Atraso operacional para ajustar o nível de capacidade.	Dia	C
Capacidade Total da Funcao de TI	Capacidade consolidada (própria + terceirizada) apresentada pela função de TI.	US/Dia	M
ILF Funcao TI Minimo	Índice de lucratividade mínimo para o fornecedor na função de TI. Apresenta valores entre 0 e 1.	-	E

Tabela 4.5 - Variáveis da vista Gestão de *Sourcing*.

A representação das capacidades de TI terceirizadas no ITO-CapSim tem uma granularidade diferente daquela dada às capacidades internas. As taxas de produtividade dos fornecedores na execução das funções de TI são representadas diretamente pelo estoque *Capacidade Terceirizada Funcao TI*, não sendo obtidas a partir dos recursos humanos e suas habilidades. Esta decisão de projeto foi tomada com base na forma como as organizações públicas contratam serviços de TI, em conformidade com a IN 04: abstraindo os recursos empregados pelos fornecedores para responderem às demandas.

Caso tenha sido habilitada a terceirização parcial (*sourcing* híbrido), a variável *Ajuste de Capacidade Funcao TI* só será calculada se *Recursos Humanos Internos Disponiveis Funcao TI* for igual a 0. Se a terceirização for total, o ajuste necessário do estoque de capacidades terceirizadas será imediatamente calculado. Em ambos os casos, tão logo o ajuste de capacidades seja calculado, o fluxo adequado será acionado, sujeito ao atraso expresso no parâmetro Tempo para Ajuste de Capacidade.

Embora, sob o ponto de vista do contratante, o consumo de capacidade terceirizada por demanda suscite a inexistência de limites, sob o ponto de vista do fornecedor existem recursos previamente dimensionados para um determinado contrato e que impõem limites à oferta de capacidade. Outro aspecto a ser destacado é o efeito de um possível gargalo no fluxo de verificação de serviços entregues (módulo *Gestão de Demandas*) causado pela baixa capacidade de monitoramento de contratos. Este cenário

pode implicar no aumento dos custos do fornecedor ao manter capacidade ociosa aguardando a aprovação pelo contratante de serviços entregues para continuar a execução de uma OS. Tais custos podem comprometer a lucratividade do fornecedor e levá-lo a abandonar prematuramente o contrato. Esta situação é acompanhada através do indicador de valor agregado Índice de Lucratividade do Fornecedor, apresentado no módulo Verificação de Benefícios.

Em resposta às situações expostas, a implementação do fluxo *Aumento de Capacidade Funcao TI* conta com um dispositivo que visa limitar o aumento exponencial de alocação de capacidade, como resposta à pressão para concluir as demandas no prazo planejado. O estabelecimento de um valor mínimo para o índice de lucratividade do fornecedor (ILF Funcao TI Minimo) irá balancear o aumento de capacidade por restrições do fornecedor.

A variável *Capacidade Total da Funcao de TI* consolida os volumes de capacidade apresentados pelas equipes interna e terceirizada na função de TI e é o parâmetro efetivamente empregado nos fluxos que envolvem o uso desta capacidade.

4.4.5 Verificação de Benefícios

Os benefícios estratégicos implementados nesta vista, possíveis de serem monitorados nas organizações pesquisadas, foram: B1) reduzir os custos com os serviços de TI; B2) aumentar o nível de satisfação dos gestores de negócio com o cumprimento do prazo de entrega dos serviços de TI; B3) empregar o nível adequado de capacidades essenciais de TI e; B4) manter o bom relacionamento com os fornecedores. Estes benefícios são alinhados a objetivos estratégicos clássicos pretendidos com a adoção de terceirização (seção 2.1.2) e determinantes do sucesso na adoção de ITO (seção 2.1.3). Os indicadores associados aos benefícios rastreados, com as respectivas referências às métricas definidas no plano GQM, são:

- Indicadores do Benefício B1):
 - IB1.1 - Índice de desempenho do custo do projeto (M1.1.2);
 - IB1.2 - Índice de desempenho do custo de propriedade da função de TI.
 - IB1.3 - Índice de desempenho do custo de propriedade do monitoramento de contratos.
- Indicador do Benefício B2):

- IB2.1 - Índice de desempenho do tempo de conclusão do projeto (M1.1.1).
- Indicador do Benefício B3)
 - IB3.1- Índice de capacidade de TI entregue (M1.3.1);
 - IB3.2- Índice de capacidade interna de TI entregue;
 - IB3.3 - Índice de capacidade de monitoramento de contratos entregue (M2.2.1).
- Indicador do Benefício B4)
 - IB4.1 – Índice de lucratividade do fornecedor (M2.4.1).

O módulo Verificação de Benefícios contém a implementação do cálculo dos indicadores de benefício acima descritos, conforme as respectivas equações definidas no plano GQM.

O diagrama de fluxo deste módulo foi segmentado em três figuras, seguindo a lógica de implementação, não a sequência da lista dos indicadores de benefício acima.

A figura 4.19a mostra os diagramas que calculam os custos de utilização da capacidade de monitoramento de contratos (*Custo MC Total*), das capacidades de TI internas e das capacidades de TI terceirizadas. Estes custos são consolidados por função de TI (*Custo Interno Funcao de TI*, *Custo Terceirizacao Funcao TI*) e por projeto (*Custo Interno Projeto*, *Custo Terceirizacao Projeto*).

Esta mensuração é feita com base nos níveis de capacidade efetivamente empregados nos fluxos *Atividade Homologacao de OS Executadas* e *Atividade Encaminhamento de Defeitos para Correcao*, para a capacidade de monitoramento de contratos, e no fluxo *Atividade Execucao de OS por Funcao de TI*, para as capacidades de TI internas e terceirizadas. Estes fluxos foram mostrados na figura 4.16.

Também é calculado o custo do fornecedor com a capacidade de TI por ele alocada para atender à demanda do cliente (*Custo Fornecedor Capacidade Alocada*). Este cálculo é feito com base na variável *Capacidade Terceirizada Funcao TI*, que é adicionada à variável *Capacidade Interna Funcao TI* para compor a taxa *Capacidade Total da Funcao de TI*, conforme mostrado na figura 4.18. Esta última é a taxa que movimenta o fluxo *Atividade Execucao de OS por Funcao de TI*. Entretanto, eventualmente, *Atividade Execucao de OS por Funcao de TI* pode ser menor que *Capacidade Total da Funcao de TI*. Isso acontece quando as OS ficam pendentes de

aprovação, no estoque *OS Executadas por Funcao de TI*, e/ou de encaminhamento para correção, no estoque *Entregas com Defeitos Detectados*.

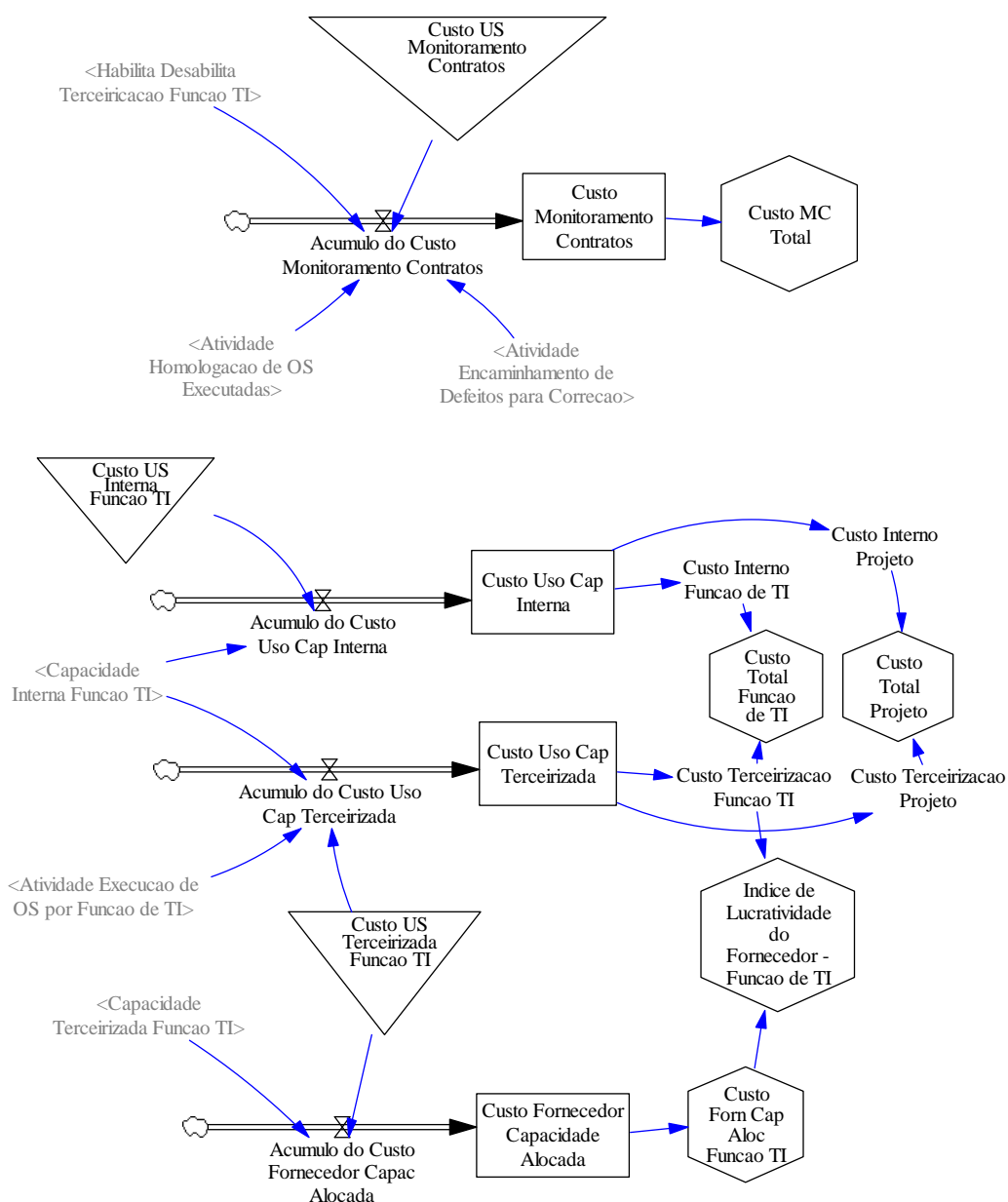


Figura 4.19a – Estrutura de cálculo dos custos das capacidades.

Estes estoques compõem a demanda pendente, utilizada para calcular o parâmetro *Velocidade Desejada para o Projeto* junto com o tempo restante estimado para a conclusão do projeto. Isso irá pressionar sistemicamente a alocação de mais capacidade de TI, em um enlace de reforço, que não poderá ser utilizada porque não haverá OS suficientes no estoque *Ordens de Servico para Funcao de TI* para serem

processadas. Conforme já exposto, este cenário, provocado por insuficiência de capacidade de gestão de contratos, desencadeará a geração de custos para o fornecedor com capacidade ociosa.

Com os custos de capacidade utilizada e alocada pelo fornecedor, finalmente é calculado o índice de lucratividade do fornecedor (IB4.1), conforme a equação Eq9 do plano GQM.

A figura 4.19b mostra os diagramas que calculam os indicadores de valor agregado dos projetos e das capacidades de TI ao longo do tempo.

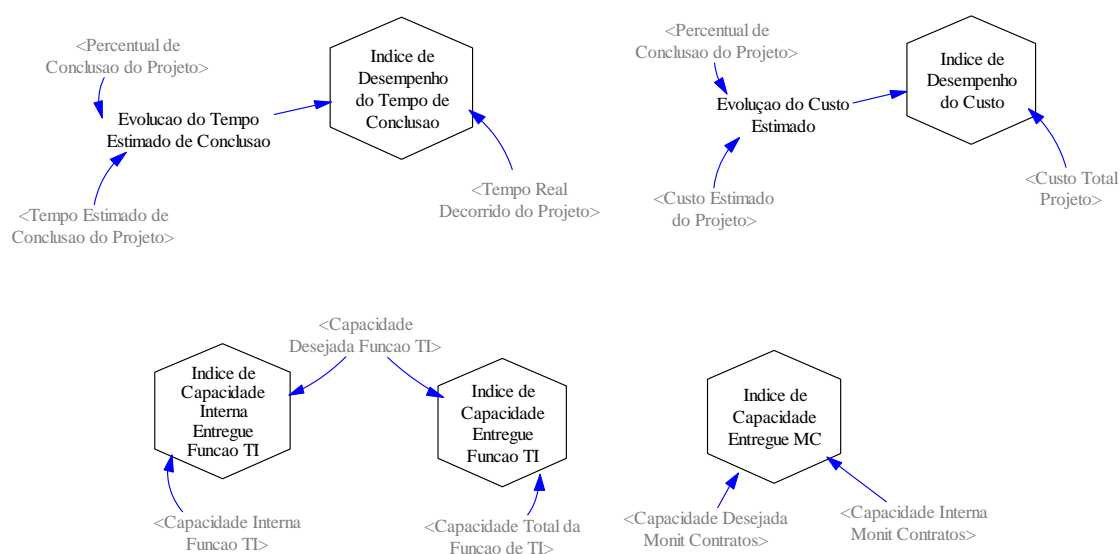


Figura 4.19b – Cálculo dos indicadores de valor agregado de projeto e de capacidade.

IB1.1 rastreia a evolução do custo estimado do projeto confrontada com a evolução do custo total simulado, conforme a equação Eq2 do plano GQM. O indicador IB2.1 rastreia a evolução do tempo de conclusão estimado do projeto comparada com a evolução tempo de execução simulado, conforme a equação Eq1 do plano GQM.

Os índices de capacidade entrega rastreiam o atendimento das capacidades de TI e de monitoramento de contratos frente aos níveis demandados. IB3.1 é calculado conforme a equação Eq5 do plano GQM. IB3.2 é uma variação de IB3.1 que considera a oferta de capacidade própria de TI frente à demanda. IB3.3 é calculada conforme a equação Eq8, contida no plano GQM.

A figura 4.19c mostra os diagramas que calculam os indicadores de valor agregado do custo de propriedade das capacidades de TI ao longo do tempo. Quando

uma organização contrata seus próprios recursos humanos, os salários e demais encargos representam custos fixos mensais. No escopo deste trabalho, é considerado Custo de Propriedade o custo fixo provocado pela retenção das capacidades geradas por recursos humanos dentro da organização.

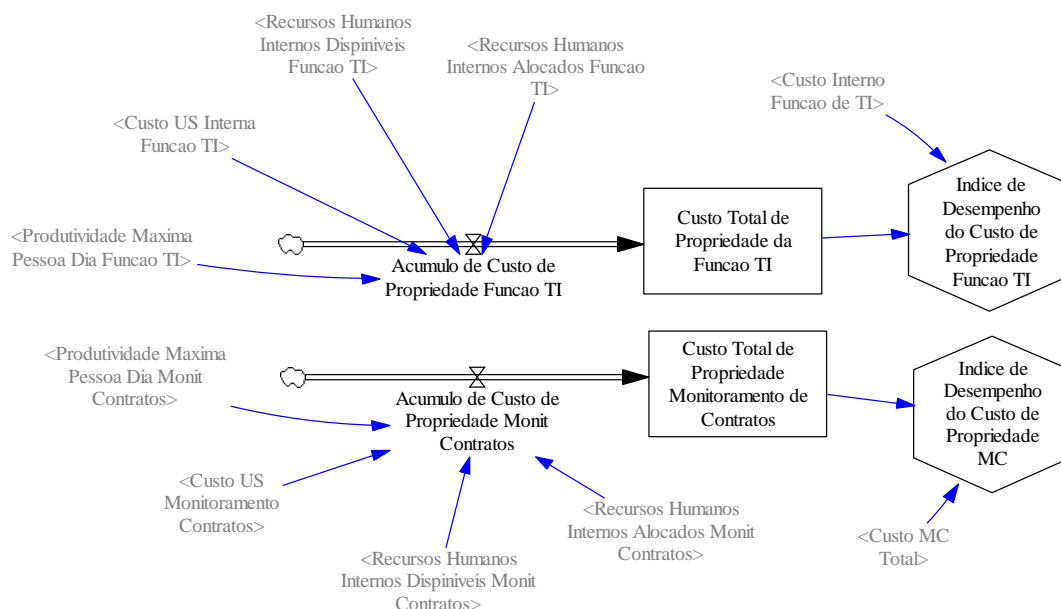


Figura 4.19c – Cálculo dos indicadores de valor agregado do custo de propriedade das capacidades de TI.

Para acumular o custo diário, em R\$, com a equipe própria de TI no estoque *Custo Total de Propriedade da Funcao TI*, é adotada a equação Eq12, a seguir:

$$\text{Acumulo de Custo de Propriedade Funcao TI} = (\text{Recursos Humanos Internos Alocados Funcao TI} + \text{Recursos Humanos Internos Disponiveis Funcao TI}) * \text{Custo US Interna Funcao TI} * \text{Produtividade Maxima Pessoa Dia Funcao TI} \quad (\text{Eq12})$$

Para estimar o custo diário de uma pessoa, foi utilizada a estrutura de cálculo de custos já definida no modelo: o custo da unidade de serviço da função de TI (*Custo US Interna Funcao TI*) e a quantidade diária de unidades de serviço que uma pessoa pode processar (*Produtividade Maxima Pessoa Dia Funcao TI*). São consideradas as pessoas alocadas e disponíveis para a função de TI.

O indicador IB1.2 é então calculado conforme a equação Eq13, a seguir:

$$\text{Indice de Desempenho do Custo de Propriedade Funcao TI} = \frac{\text{Custo Interno Funcao de TI}}{\text{Custo Total de Propriedade da Funcao TI}} \quad (\text{Eq13})$$

Quanto maior o valor absoluto do índice de desempenho do custo de propriedade da função de TI, mais bem utilizada está sendo a capacidade de TI.

O indicador IB1.3, referente à capacidade de monitoramento de contratos, é calculado e interpretado de forma similar.

A tabela 4.6 mostra as principais variáveis da vista Verificação de Benefícios.

Nome	Descrição	Unid	Tipo
Acumulo do Custo Monitoramento Contratos	Fluxo de acúmulo do custo de uso da capacidade de monitoramento de contratos nas atividades pertinentes.	R\$/ Dia	M
Custo Monitoramento Contratos	Estoque dos custos gerados pelas atividades de monitoramento de contratos, individualizados por projeto e função de TI.	R\$	M
Custo MC Total	Totaliza os custos gerados pelas atividades de monitoramento de contratos de todos os projetos e funções de TI.	R\$	S
Custo US Monitoramento Contratos	Valor da unidade de serviço da função de monitoramento de contratos.	R\$/US	C
Acumulo do Custo Uso Cap Interna	Fluxo de acúmulo do custo de uso das capacidades de TI internas nas atividades de execução de serviços.	R\$/ Dia	M
Custo Uso Cap Interna	Estoque dos custos gerados pelo uso das capacidades internas de TI na execução das funções de TI, individualizados por projeto e função de TI.	R\$	M
Custo US Interna Funcao TI	Valor da unidade de serviço da função de TI interna.	R\$/US	C
Custo Interno Funcao de TI	Totaliza os custos gerados pelo uso das capacidades internas de TI, sumarizados por função de TI.	R\$	S
Custo Interno Projeto	Totaliza os custos gerados pelo uso das capacidades internas de TI, sumarizados por projeto.	R\$	S
Acumulo do Custo Uso Cap Terceirizada	Fluxo de acúmulo do custo de uso das capacidades de TI terceirizadas nas atividades de execução de serviços.	R\$/ Dia	M
Custo Uso Cap Terceirizada	Estoque dos custos gerados pelo uso das capacidades terceirizadas de TI na execução das funções de TI, individualizados por projeto e função de TI.	R\$	M
Custo Terceirizacao Funcao TI	Totaliza os custos gerados pelo uso das capacidades terceirizadas de TI, sumarizados por função de TI.	R\$	S
Custo Terceirizacao Projeto	Totaliza os custos gerados pelo uso das capacidades terceirizadas de TI, sumarizados por projeto.	R\$	S
Custo US Terceirizada Funcao TI	Valor da unidade de serviço da função de TI terceirizada.	R\$/US	C
Custo Total Funcao de TI	Totaliza os custos gerados pelo uso das capacidades internas e terceirizadas de TI, sumarizados por projeto.	R\$	S
Continua			

Continuação			
Nome	Descrição	Unid	Tipo
Custo Total Projeto	Totaliza os custos gerados pelo uso das capacidades internas e terceirizadas de TI, sumarizados por função de TI.	R\$	S
Evolucao do Tempo Estimado de Conclusao	Indica a evolução teórica do cronograma do projeto com base no percentual concluído da carga de trabalho.	Dia	M
Indice de Desempenho do Tempo de Conclusao	Indicador de valor agregado do projeto que mostra a eficácia no cumprimento do prazo planejado para a sua conclusão.	-	S
Evolução do Custo Estimado	Indica a evolução teórica do custo do projeto com base no percentual concluído da carga de trabalho.	R\$	M
Indice de Desempenho do Custo	Indicador de valor agregado do projeto que mostra a eficácia no cumprimento do orçamento planejado para a sua conclusão.	-	S
Indice de Capacidade Entregue Funcao TI	Indicador de valor agregado que mostra a proporção do nível de capacidade efetivamente apresentado pela função de TI (própria + terceirizada) frente ao nível necessário para atingir os resultados esperados.	-	S
Indice de Capacidade Interna Entregue Funcao TI	Indicador de valor agregado que mostra a proporção do nível de capacidade efetivamente apresentado pela equipe interna na função de TI frente ao nível necessário para atingir os resultados esperados.	-	S
Indice de Capacidade Entregue MC	Indicador definido para acompanhar a entrega de capacidades de monitoramento de contratos frente aos níveis demandados.	-	S
Acumulo de Custo de Propriedade Funcao TI	Fluxo do custo de retenção de capacidades de TI com base nos recursos humanos utilizados e disponíveis para as funções de TI.	\$/Dia	M
Custo Total de Propriedade da Funcao TI	Custo acumulado com a retenção de capacidades de TI (utilizadas e disponíveis).	\$	M
Indice de Desempenho do Custo de Propriedade Funcao TI	Indicador definido para acompanhar a eficácia da utilização das capacidades internas de TI, confrontando os custos de utilização com os custos de retenção.	-	S
Acumulo de Custo de Propriedade Monit Contratos	Fluxo do custo de retenção da capacidade de monitoramento de contratos com base nos recursos humanos utilizados e disponíveis para esta função.	\$/Dia	M
Custo Total de Propriedade Monitoramento de Contratos	Custo acumulado com a retenção da capacidade de monitoramento de contratos (utilizada e disponível).	\$	M
Indice de Desempenho do Custo de Propriedade MC	Indicador definido para acompanhar a eficácia da utilização da capacidade de monitoramento de contratos, confrontando os custos de utilização com os custos de retenção.	-	S

Tabela 4.6 - Variáveis da vista Verificação de Benefícios.

4.4.6 Calibragem do ITO-CapSim

Conforme já comentado, a função dos parâmetros de calibragem de um modelo de simulação é ajustar seu comportamento à realidade das organizações ou aos ambientes dos cenários de simulação.

Ao longo do processo de verificação e validação do ITO-CapSim, a ser apresentado no próximo capítulo, diferentes calibrações serão utilizadas como parte do *design* dos experimentos, permitindo criar um ambiente ideal, reproduzir ambientes reais e testar ambientes alternativos.

A tabela 4.7 sumariza todos os parâmetros de calibragem usados no ITO-CapSim, indicando os módulos onde estão declarados. Em todas as seções que tratam de verificação e validação, as calibrações utilizadas serão exibidas, bem como a origem dos valores dos parâmetros será referenciada.

Nome do parâmetro	Unidade	Vista
<i>Tempo para ajustar RH</i>	Dia	Gestão de Capacidades
<i>Tempo para ajustar RH Monitoramento de Contratos</i>	Dia	
<i>Produtividade Maxima Pessoa Dia Funcao TI</i>	US/Pessoa*Dia	
<i>Produtividade Maxima Pessoa Dia Monitoramento de Contratos</i>	US/Pessoa*Dia	
<i>Tempo para Ganhar Habilidade Funcao TI</i>	Dia	
<i>Tempo para Ajuste de Capacidade</i>	Dia	Gestão de <i>Sourcing</i>
<i>Custo Unid Servico Interna Funcao TI</i>	\$	Verificação de Benefícios
<i>Custo Unid Servico Terceirizada Funcao TI</i>	\$	
<i>Custo Unid Servico Monitoramento Contratos</i>	\$	

Tabela 4.7 – Sumário dos parâmetros de calibragem usados no ITO-CapSim.

4.4.7 Verificação e Validação do Modelo Formal

Após transformar o diagrama de causalidade em um diagrama formal de fluxo quantitativo, com a inclusão de equações que definem o relacionamento entre variáveis, é necessário verificar a validade deste modelo formal, estabelecer confiança na sua utilidade com respeito ao propósito para ele estabelecido.

O ITO-CapSim foi submetido a três tipos de testes de validade, descritos na seção 3.6: testes de estrutura, de comportamento e de aprendizado. A execução e os resultados obtidos por estes testes serão apresentados em detalhes no capítulo 5.

5 Verificação e Validação do ITO-CapSim

Conforme exposto na seção 3.6, a verificação de modelos de dinâmica de sistemas visa testar a sua corretude interna, ou seja, se o modelo foi construído corretamente. A validação, por outro lado, visa testar a corretude externa do modelo, ou seja, se ele é apropriado para atacar o problema alvo.

Segundo Barlas (1989), a validação de um modelo pode ser definida como "estabelecer confiança na utilidade do modelo com respeito ao seu propósito". Assim, o processo de verificação e validação deve se preocupar com a criação de confiança suficiente em um modelo de simulação para que os seus resultados sejam aceitos pelos usuários e *stakeholders*. Responder às questões de pesquisa, formuladas no item 1.5, envolve validar o uso do modelo de simulação proposto neste trabalho por tomadores de decisão a respeito da terceirização de TI em organizações públicas.

Neste capítulo, serão apresentados os resultados do processo aplicado para verificar e validar o modelo de dinâmica de sistemas ITO-CapSim, proposto por esta pesquisa.

5.1. Verificação Estrutural

Com base nos mecanismos base identificados pelo diagrama de causalidade, nos parâmetros e modelos quantitativos contidos no plano GQM, na estrutura modular definida e no fluxo de execução e verificação de serviços, a versão inicial do diagrama executável de fluxo do ITO-CapSim foi desenvolvida. Esta versão executável, bem como todos os artefatos usados em sua concepção, foi apresentada aos usuários, através de uma nova rodada de *workshops* e reuniões, para a etapa de verificação estrutural, cujos resultados são comentados a seguir.

5.1.1. Adequação de escopo

O foco do modelo aqui proposto é a utilização de recursos humanos e suas habilidades para executar atividades de TI que atendam a demandas geradas pelos negócios das organizações. Foi verificado, desde a construção do diagrama de

causalidade, que tais conceitos são capazes de apresentar comportamentos descritos por enlances de equilíbrio. A identificação destas estruturas causais é suficiente para validar o caráter endógeno dos recursos e das capacidades de TI, quando aplicados no processamento de demandas.

Neste ponto da avaliação, foram evidenciados alguns aspectos que repercutiram na granularidade do modelo, ou seja, na decisão de expandir ou agregar certos componentes. As seguintes suposições e simplificações foram apresentadas, discutidas e homologadas:

- Uma demanda está associada ao uso de apenas uma capacidade de TI;
- O percentual de geração de defeitos em serviços é estático;
- Todos os defeitos presentes em uma demanda são localizados após algum tempo;
- A contratação de recursos é feita manualmente, através de intervenção assíncrona, para refletir a estagnação de aquisição de recursos próprios das organizações pesquisadas;
- A gestão dos recursos humanos do fornecedor está fora do escopo do modelo.

5.1.2. Formulação das Equações

As principais equações utilizadas no ITO-CapSim, listadas na tabela 5.1, tiveram como base o conhecimento teórico, ou seja, foram inspiradas em trabalhos de autores como Abdel-Hamid (1989), Ellram (1994), Morecroft (2007) e Madachy (2007).

Alguns indicadores de valor agregado foram adaptados pelo autor, como *Índice de Capacidade Entregue*, *Índice de Lucratividade do Fornecedor* e *Índice de Desempenho do Custo de Propriedade*.

Equação	Visão	Fonte
Eq1, Eq2	Verificação de Benefícios	Madachy (2007)
Eq3, Eq4, Eq7, Eq10, Eq11	Gestão de Capacidades	Abdel-Hamid (1989), Madachy (2007), Morecroft (2007)
Eq5, Eq8	Gestão de Capacidades	Adaptada pelo autor
Eq9, Eq13	Verificação de Benefícios	Adaptada pelo autor
Eq12	Verificação de Benefícios	ELLRAM (1994)

Tabela 5.1 – Principais equações usadas no ITO-CapSim.

Os modelos quantitativos encontrados nas organizações, principalmente em seus contratos, foram utilizados para estimar parâmetros de entrada (*Tamanho do Projeto*, *Tempo Estimado de Conclusão do Projeto*). Estas equações, portanto, não fazem parte do ITO-CapSim.

Em reuniões de validação com os usuários da Org2 e Org3, as equações do modelo foram apresentadas aos gestores de TI, suas origens comentadas e, após ajustes, homologadas.

5.1.3. Consistência Dimensional

As inconsistências dimensionais existentes nas equações foram detectadas e sanadas com o auxílio das ferramentas disponíveis no ambiente de simulação Vensim DSS.

5.1.4. Parâmetros e Atributos

Os parâmetros e atributos utilizados no modelo foram validados pelos usuários por ocasião da aprovação do plano GQM e durante a análise dos seus resultados.

5.1.5. Condições Extremas

Foi feita uma verificação de condições extremas, que consiste em observar se as equações produzem saídas plausíveis, mesmo recebendo entradas com valores extremos. Esta verificação foi ao longo de todo o processo de modelagem, desde as versões mais preliminares do diagrama de fluxo. Alguns cenários extremos foram construídos para simulação: ausência de demandas, indisponibilidade total de recursos, tempos nulos para realizar demandas, atrasos extremamente altos. Com estas entradas, foi possível identificar e corrigir alguns comportamentos anômalos. Estes cenários são reproduzíveis, bem como outros utilizados em posteriores fases de validação, pois se encontram empacotados em arquivos de entrada (.dat).

Como etapa final dos testes de estrutura do ITO-CapSim, foram rodadas simulações com o objetivo de verificar se o modelo, em uma configuração base de parâmetros de entrada e de calibragem, seria capaz de produzir os indicadores de

desempenho (esforço, custo e prazo de conclusão) estimados para os projetos de desenvolvimento terceirizados da Org2. Estas estimativas foram feitas nos termos contratuais e fornecidas como entrada para o simulador.

A calibragem base para o ambiente de terceirização da função de desenvolvimento de sistemas é mostrada na tabela 5.2.

Nome do parâmetro de calibragem	Valor
<i>Tempo para ajustar RH (Dia)</i>	1
<i>Tempo para ajustar RH Monitoramento de Contratos (Dia)</i>	1
<i>Produtividade Maxima Pessoa Dia Funcao TI (US/Pessoa*Dia)</i>	6
<i>Produtividade Maxima Pessoa Dia Monitoramento de Contratos (US/Pessoa*Dia)</i>	30
<i>Tempo para Ganhar Habilidade Funcao TI (Dia)</i>	1
<i>Tempo para Ajuste de Capacidade (Dia)</i>	1
<i>Custo Unid Servico Interna Funcao TI (\$)</i>	60,60
<i>Custo Unid Servico Terceirizada Funcao TI (\$)</i>	110,78
<i>Custo Unid Servico Monitoramento Contratos (\$)</i>	12,12

Tabela 5.2 – Calibragem base da terceirização de desenvolvimento de sistemas.

Todos os parâmetros com o prefixo “Tempo”, referentes aos atrasos impostos às atividades, recebem o valor mínimo aqui considerado: 1 dia. A produtividade individual máxima de desenvolvimento de sistemas considerada teve como fonte o Manual de Métricas de Software adotado pela Administração Pública Federal do Brasil (BRASIL, 2015_b). A produtividade individual máxima de monitoramento de contratos foi calculada conforme explanado no plano GQM (5 vezes a produtividade individual máxima de desenvolvimento de sistemas). Os valores das unidades de serviço foram calculados com base no salário de um analista de TI da Org2 e no contrato de terceirização estudado.

Para cada projeto a ser simulado, foram fornecidos como parâmetros de entrada o esforço, o custo e a duração previstos. Foi selecionada a terceirização total como modalidade de *sourcing*, disponibilizados os recursos humanos em número suficiente para o monitoramento do contrato, calculado como na equação Eq11. A taxa de geração de defeitos utilizada foi igual a 0.

Para todos os 20 projetos simulados, o ITO-CapSim produziu as saídas *Esforço Total Projeto*, *Tempo Real de Conclusão do Projeto*, *Custo Total Projeto* com valores

idênticos, respectivamente, às entradas *Tamanho do Projeto*, *Tempo Estimado de Conclusão do Projeto* e *Custo Estimado do Projeto*. Isto demonstrou a coerência estrutural do diagrama de fluxo.

5.2. Validação de Comportamento

A validação de comportamento consiste em determinar se os padrões de comportamento gerados pelo modelo estão próximos o suficiente dos principais padrões exibidos pelo sistema real. É importante enfatizar que o foco dos testes está na previsão de padrões (período, frequência, tendência, fase, amplitude, etc.), não na predição de pontos específicos. Foram avaliados os seguintes aspectos: replicação de comportamento, adequação visual e sensibilidade dos atributos de saída às mudanças nos parâmetros de entrada.

5.2.1. Descrição das Simulações

Como etapa preliminar às simulações, o ITO-CapSim foi calibrado com parâmetros que refletem o ambiente da Org2, conforme a tabela 5.3.

Nome do parâmetro de calibragem	Valor
<i>Tempo para ajustar RH (Dia)</i>	2
<i>Tempo para ajustar RH Monitoramento de Contratos (Dia)</i>	2
<i>Produtividade Maxima Pessoa Dia Funcao TI (US/Pessoa*Dia)</i>	6
<i>Produtividade Maxima Pessoa Dia Monitoramento de Contratos (US/Pessoa*Dia)</i>	45,7
<i>Tempo para Ganhar Habilidade Funcao TI (Dia)</i>	60
<i>Tempo para Ganhar Habilidade Funcao Monit Contratos (Dia)</i>	40
<i>Tempo para Ajuste de Capacidade (Dia)</i>	15
<i>Custo Unid Servico Interna Funcao TI (\$)</i>	60,60
<i>Custo Unid Servico Terceirizada Funcao TI (\$)</i>	110,78
<i>Custo Unid Servico Monitoramento Contratos (\$)</i>	12,12

Tabela 5.3 – Calibragem da terceirização de desenvolvimento de sistemas da Org2.

Alguns valores da calibragem base, mostrada na tabela 5.2, permanecem na calibragem Org2. Isto porque a primeira se refere ao ambiente organizacional da Org2

sem restrições de recursos, sem atrasos operacionais e sem inserção de defeitos. Os valores peculiares da segunda calibragem serão agora comentados.

Todos os atrasos foram estimados pelos entrevistados da equipe de TI. Não existem registros formais sobre tempos para aprendizado ou para ajuste de recursos. Com relação aos valores que indicam a produtividade individual máxima alcançada, foi mantido o valor 6 unidades de serviço por pessoa/dia para a função de desenvolvimento de sistemas. Já para a função de monitoramento de contratos, foi atribuído o valor máximo observado nos 20 projetos estudados: 45,7 unidades de serviço por pessoa/dia.

Objetivando construir o conjunto de dados de entrada para as simulações dos testes de comportamento, os seguintes parâmetros foram capturados dos registros históricos dos projetos reais: esforço estimado e real, tempo de conclusão estimado e real, custo estimado e real, tamanho da equipe de monitoramento de contratos e taxa de geração de defeitos. Como já registrado anteriormente nos pressupostos da modelagem, esta taxa não é dinâmica no escopo do ITO-CapSim, permanecendo inalterada durante as simulações.

Para obter tais dados e ilustrar os testes de comportamento, 6 OSs foram selecionadas para acompanhamento e comparação entre os dados reais e simulados. A tabela 5.4 traz indicadores de desempenho estimados e reais das 6 OSs selecionadas.

Id OS	Esforço Previsto (US)	Duração Prevista (Dia)	Custo Previsto (\$)	Esforço Real (US)	Duração Real (Dias)	Custo Real (R\$)
FSC003	644	77	71.342,32	2082,7	275	230.723,68
GRE010-4	770	86	85.300,60	1064,6	146	117.934,17
DEB007	442,68	53,01	49.040,09	1322,9	172	146.551,36
SMT037	434	52	48.078,52	629,7	60	69.758,17
SMT035-1	280	33	31.018,40	767,5	105	85.028,08
SMT036	638	76	70.675,00	783	76	86.800,00

Tabela 5.4 – Indicadores de desempenho estimados e reais das OSs.

Observa-se em todas as OSs a discrepância entre esforço previsto e esforço real despendido nas execuções. Esta diferença tem como consequência discrepâncias entre os valores previstos e reais para duração e custo dos projetos.

Segundo os gestores TI da Org2, isto pode acontecer em duas situações: a) por erro de estimativa de pontos por função na fase de iniciação dos projetos; b) por re-

trabalho em todas as fases do projeto. Na situação a), o projeto é re-avaliado e é feita uma nova estimativa. É feita uma OS complementar, corrigindo as previsões de esforço, prazo e custo. Na situação b), a organização contratante mantém as estimativas originais e atribui o esforço adicional a erros cometidos pelo fornecedor. As discrepâncias registradas nas 6 OSs da tabela 5.4 foram enquadradas na situação de re-trabalho. Com base nisto, foi calculado o percentual de discrepância entre o esforço previsto e o esforço real de cada OS e tal dado utilizado no modelo como *Taxa de Inserção de Defeitos Funcao TI*.

As OSs foram simuladas utilizando a calibragem Org2, a opção de terceirização total selecionada e as entradas apresentadas na tabela 5.5.

Id OS	Esforço Previsto (US)	Duração Prevista (Dia)	Custo Previsto (\$)	Taxa de Inserção de Defeitos Funcao TI	RH Interno Monit. Contratos
FSC003	644	77	71.342,32	0,69	1
GRE010-4	770	86	85.300,60	0,28	1
DEB007	442,68	53,01	49.040,09	0,67	1
SMT037	434	52	48.078,52	0,31	1
SMT035-1	280	33	31.018,40	0,64	1
SMT036	638	76	70.675,00	0,19	1

Tabela 5.5 – Dados de entrada para as simulações das OSs.

As saídas obtidas pelas simulações foram comparadas com os dados reais e apresentadas na tabela 5.6.

Id OS	Esforço Real (US)	Duração Real (Dias)	Custo Real (R\$)	Esforço Simulado (US)	Duração Simulado (Dias)	Custo Simulado (R\$)
FSC003	2082,7	275	230.723,68	2071	271	229.530,00
GRE010-4	1064,6	146	117.934,17	1068	125	118.379,00
DEB007	1322,9	172	146.551,36	1335	178	147.936,00
SMT037	629,7	60	69.758,17	628,2	76	69.606,00
SMT035-1	767,5	105	85.028,08	774,8	89	85.837,00
SMT036	783	76	86.800,00	787	97	87.214,00

Tabela 5.6 – Indicadores de desempenho reais e simulados das OSs.

Nos demais 14 projetos analisados, o esforço real de execução reportado pelo fornecedor foi menor que o estimado na fase de iniciação. Conseqüentemente, os custos foram menores. Também houve redução de prazo com relação ao previsto, embora não necessariamente isto deveria acontecer por envolver outros fatores sistêmicos. Nestas situações, está estabelecido no contrato que deve prevalecer o menor esforço, logo o menor custo, beneficiando a organização contratante. A redução de esforço é documentada e o valor condizente faturado.

Para simular estas OSs, foram utilizados como dados de entrada os esforços reais reportados, os novos prazos e custos, calculados com base nestes esforços reais a partir das fórmulas do contrato. Também foram utilizadas as taxas de re-trabalho reais registradas para estas OSs e o RH utilizado para monitorar o contrato.

5.2.2. Análise de Replicação de Comportamento

Os resultados das simulações foram confrontados com os dados reais. Foram selecionados para esta comparação os indicadores Índice de Desempenho do Tempo de Conclusão (IDTC) e Índice de Desempenho do Custo (IDC). Os pontos considerados para comparação se referem a 20 projetos executados ao longo de 16 meses, ordenados cronologicamente.

A figura 5.1 confronta o comportamento real e o simulado descrito pelo IDTC. É possível perceber visualmente que existe coerência entre a dinâmica e a magnitude dos tempos de conclusão apresentados pelos projetos reais e pelos simulados.

A figura 5.2 confronta o comportamento real e o simulado descrito pelo IDC. É possível perceber visualmente que valores dos custos apresentados pelos projetos reais e pelas simulações estão bem próximos.

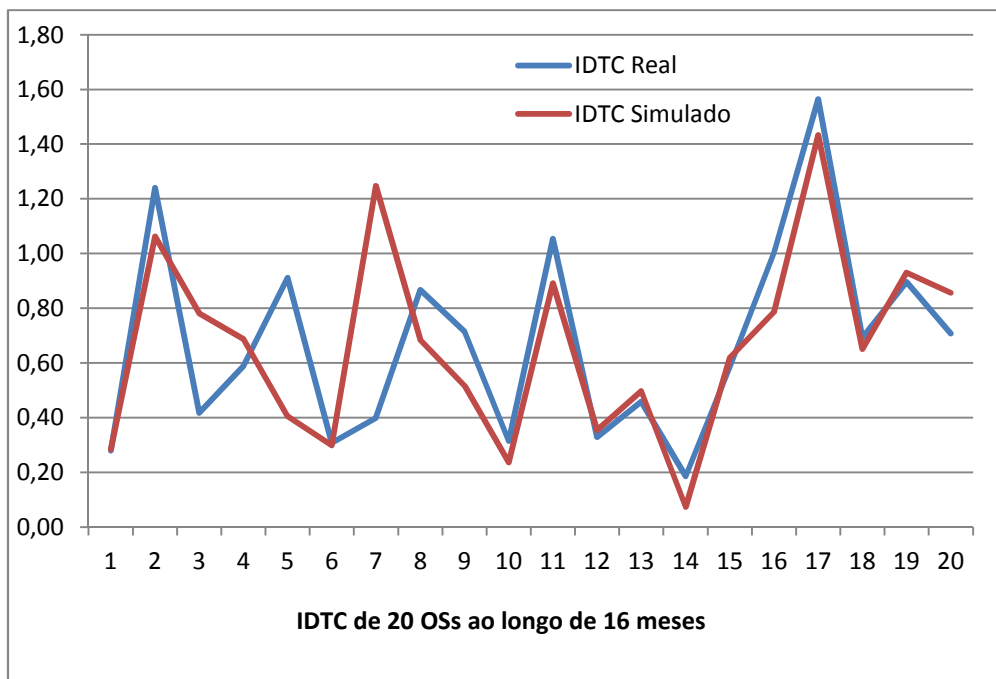


Figura 5.1 – Comparação do comportamento do IDTC real e simulado dos projetos terceirizados ao longo de 1 ano e 4 meses.

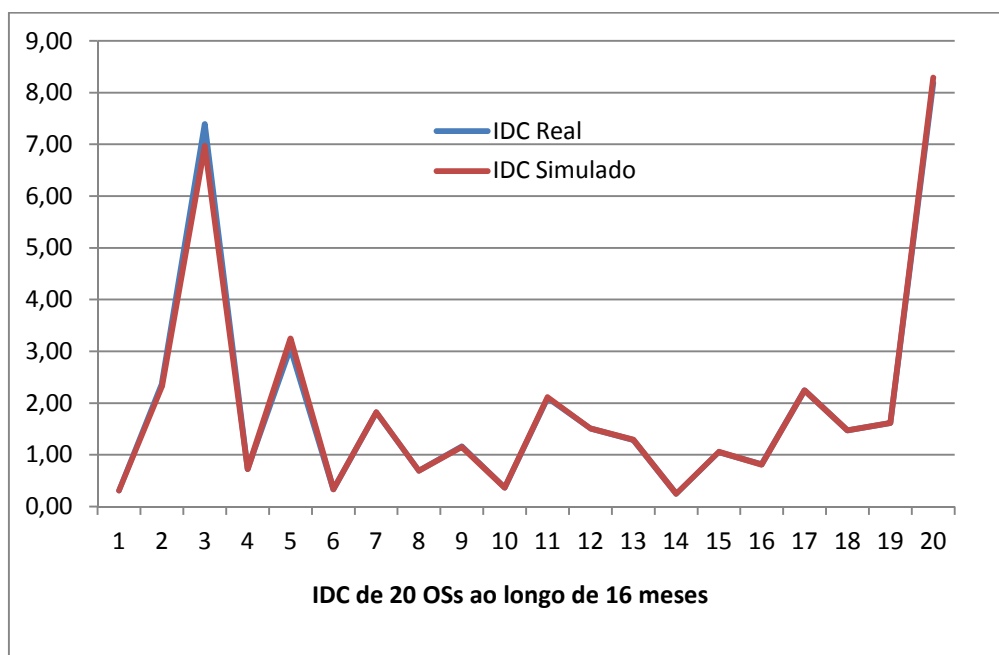


Figura 5.2 – Comparação do comportamento do IDC real e simulado dos projetos terceirizados ao longo de 1 ano e 4 meses.

Para avaliar de maneira mais formal e quantitativa o quão próximo o comportamento simulado dos principais índices de valor agregado dos projetos está do real, foram utilizados três testes estatísticos: Percentual de Erro na Média (E1),

Percentual de Erro no Desvio Padrão (E2) e Índice Global de Discrepância (U). Estes testes, definidos abaixo, são apontados por Barlas (1989, 1994) como apropriados para avaliar comportamentos de modelos de dinâmica de sistemas.

$$\bullet \quad E1 = \frac{|\bar{S} - \bar{A}|}{\bar{A}} \quad \text{onde,} \quad (\text{Eq14})$$

\bar{S} - Média dos valores simulados

\bar{A} - Média dos valores reais

$$\bullet \quad E2 = \frac{|S_S - S_A|}{S_A} \quad \text{onde,} \quad (\text{Eq15})$$

S_S - Desvio padrão dos valores simulados

S_A - Desvio padrão dos valores reais

$$\bullet \quad U = \frac{\sqrt{\sum (S_i - \bar{S} - A_i + \bar{A})^2}}{S_A + S_S} \quad (\text{Eq16})$$

Quando aplicado à série de IDTC, E1 obteve o valor 0,016. Quando aplicado à série de IDC, E1 obteve o valor 0,004. Para este teste, percentuais de erro na média abaixo de 5% indicam que não há erros sistemáticos no modelo, segundo Barlas (1989). Quando aplicado à série de IDTC, E2 obteve o valor 0,037. Quando aplicado à série de IDC, E2 obteve o valor 0,015. Para este teste, percentuais de erro no desvio padrão abaixo de 30% indicam que não há erros sistemáticos no modelo (BARLAS, 1989). O índice de discrepância U encontrado na série de IDTC foi 0,37, enquanto que na série de IDC, U=0,025. Ainda segundo Barlas (1989), índices de discrepância abaixo de 0,4 são considerados satisfatórios.

5.2.3. Análise de Adequação Visual

A comparação visual entre os gráficos dinâmicos gerados por simulação e aqueles descritos pelos dados reais, apesar de ser uma ferramenta informal e qualitativa, é bastante útil na validação de comportamento de modelos de dinâmica de sistemas. Conforme já comentado, observa-se nas figuras 5.1 e 5.2 que os resultados produzidos pelo ITO-CapSim são visualmente coerentes com os dados reais. Também foi observada a dinâmica dos indicadores de valor agregado dentro dos projetos, embora o gráfico dinâmico seja construído com apenas quatro pontos. Como já comentado, a Org2 recebe regularmente do fornecedor apenas quatro medições intermediárias dos

indicadores de desempenho de seus projetos terceirizados, no final de cada uma das fases. Para facilitar a comparação visual, foram selecionados dos resultados das simulações, quatro pontos localizados nos instantes de tempo correspondentes a 7%, 38%, 95% e 100% da execução dos projetos. Gráficos foram gerados e confrontados com os gráficos dos projetos reais.

A figura 5.3 mostra um dos gráficos comparativos, onde se percebe uma adequação visual satisfatória entre os resultados simulados e reais.

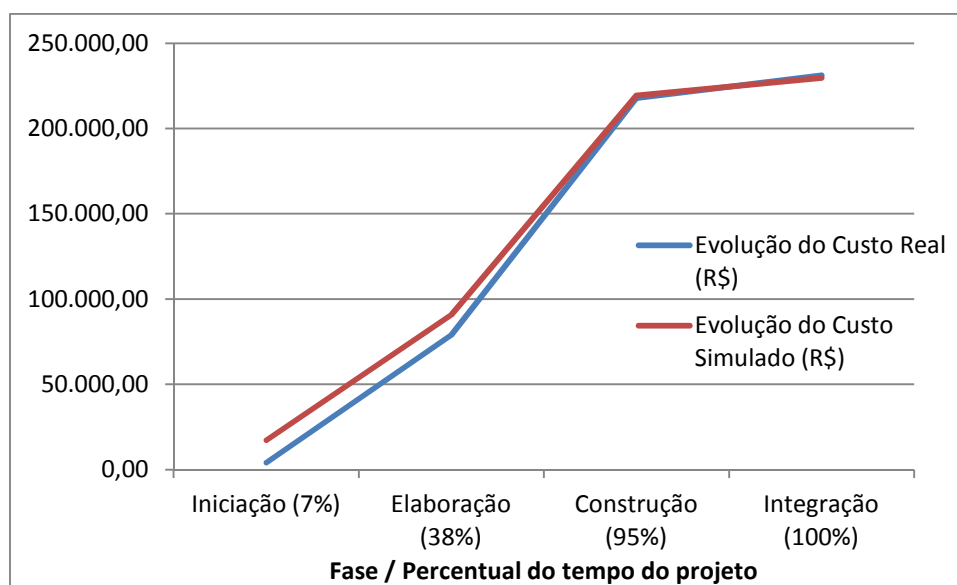


Figura 5.3 – Comparação do comportamento do custo real e simulado ao longo da execução da OS FSC003.

5.2.4. Análise de Sensibilidade dos Parâmetros

Os testes de sensibilidade dos parâmetros de entrada e de calibragem do ITO-CapSim foram executados em três momentos distintos: a) durante a execução dos testes estruturais, com o objetivo de corrigir equações; b) durante os testes de comportamento, com o objetivo de eliminar parâmetros de pouca relevância e calibrar corretamente o modelo e; c) durante a execução de testes de aprendizado, com o objetivo de gerar incerteza nas entradas e analisar riscos.

A análise de sensibilidade conduzida durante o uso do ITO-Capsim como ferramenta de análise de riscos será detalhada na seção 5.3.2.

Os resultados obtidos com os testes de comportamento foram apresentados e discutidos com os usuários. Considerados satisfatórios, os resultados desta etapa

subsidiaram o aprimoramento do modelo para a realização dos testes de aprendizagem, apresentados na próxima seção.

5.3. Testes de Aprendizagem – Casos de uso e análises

Esta etapa do ciclo de validação do ITO-CapSim consiste em avaliar a sua utilidade para provocar a reflexão e a ampliação do entendimento sobre a adoção de terceirização de TI nas organizações públicas. A presente pesquisa quer mostrar que o uso do modelo proposto como laboratório para a simulação de cenários pode levar a melhores decisões em ITO. O resultado do teste desta hipótese será apresentado na seção 5.4.

Dois casos de uso serão explorados para ilustrar o escopo e a aplicabilidade do ITO-CapSim em apoiar a tomada de decisões sobre questões de ITO: a) a análise de políticas de *sourcing* e; b) a análise de riscos de terceirização de TI.

5.3.1. Análise de Políticas de *Sourcing*

Através de cenários, é possível simular e avaliar o efeito que a adoção de diferentes políticas de *sourcing*, bem como de iniciativas de melhoria, poderá ter no alcance dos benefícios estabelecidos com a adoção de ITO. A confiança no modelo aumenta se ele responde de maneira coerente a políticas já implementadas no mundo real.

Os cenários podem ser desenhados para considerar tomada de decisões e implementação de ações de controle em diferentes momentos do ciclo de ITO.

Abaixo são listadas e comentadas as políticas de *sourcing* selecionadas para análise no escopo desta pesquisa. Estas políticas, e os cenários decorrentes, foram desenhadas pelo autor, com o conhecimento adquirido através de revisão na literatura de ITO (capítulo 2) e de entrevistas com os gestores de TI das organizações Org2 e Org3. São elas:

- **Estado Mínimo** – Esta política considera a adoção de terceirização total, com a gestão de contratos realizada pela equipe interna. Existe uma restrição à contratação de mão de obra própria, via concurso público, por motivos políticos (não aumentar a máquina pública, tida com ineficiente pela sociedade) ou técnicos (não violar os limites da lei de responsabilidade fiscal com folha de

pagamento). A retenção de capacidades próprias de TI não é valorizada como capital intelectual organizacional e sim como utilidade.

- **Terceirização por Demanda** – Esta política considera a adoção de terceirização parcial, com gestão de contratos realizada pela equipe própria. Não existe restrição de contratação de mão de obra própria ou terceirizada, contanto que os benefícios pretendidos sejam melhor atingidos. A retenção de capacidades próprias de TI não é a prioridade da organização.
- **Preservação do Capital Intelectual** – Esta política considera que as funções de TI não devem ser terceirizadas. Existe restrição de contratação de terceiros, pois se deseja reter as capacidades de TI como capital intelectual da organização.
- **Parceria Estratégica com Fornecedor** – Esta é uma política transversal àquelas que admitem a adoção de ITO. Ela considera a lucratividade obtida pelo fornecedor durante a execução do contrato como um termômetro de sua satisfação com o relacionamento. Existe uma preocupação de não causar prejuízos ao fornecedor em detrimento de resultados imediatos favoráveis à contratante, considerando que esta atitude poderia gerar um *feedback* negativo para a própria organização.

Um dos projetos da Org2 foi selecionado (FSC003) para ilustrar o uso do ITO-CapSim na análise das políticas acima descritas. Este projeto tem um esforço previsto de 644 unidades de serviço, duração prevista de 77 dias e custo previsto de R\$71.342,32. Estes valores foram calculados nos termos do contrato de ITO através do qual o projeto foi executado e são reconhecidos pela Org2 como corretos.

Embora o exemplo escolhido tenha sido um projeto da Org2, com o simulador calibrado para esta organização, a equipe de TI da Org3 aceitou participar das sessões de utilização do ITO-CapSim. Portanto, os testes de aprendizado descritos nesta seção foram executados com as equipes de TI da Org2 e da Org3, cujos resultados serão discutidos na seção 5.4.

O desenho aqui adotado para os testes de comportamento consiste na execução de três séries de simulações. Na série 1, o modelo é inicializado com a calibragem base (tabela 5.2), que considera condições operacionais favoráveis para a organização cliente e para o fornecedor. Na série 2, a calibragem a ser usada é personalizada para a organização (nestes testes, a calibragem da Org2, constante na tabela 5.3), considerando

condições encontradas nas organizações cliente e fornecedora. Em ambas as séries, a cada nova simulação, os parâmetros de entrada variam conforme as políticas analisadas.

A série 3 de simulações é conduzida de forma distinta. Nela, o modelo também é inicializado com a calibragem personalizada, entretanto os parâmetros de entrada são modificados durante a execução de cada simulação, através do recurso *gaming* do ambiente Vensim DSS. O objetivo desta última série de rodadas é simular intervenções de controle nos projetos, como: contratação de pessoas, treinamento, aprimoramento do fornecedor, etc.

Em todas as simulações, são acompanhados os indicadores dos benefícios possíveis de serem monitorados no ITO-CapSim: B1) redução de custos com TI; B2) melhora da satisfação dos gestores de negócio com o cumprimento de prazos nos serviços de TI; B3) emprego do nível adequado de capacidades essenciais de TI e; B4) manutenção de um bom relacionamento com os fornecedores. Os indicadores destes benefícios foram apresentados na seção 4.4.5, que trata da vista *Verificação de Benefícios* do ITO-CapSim.

É importante ressaltar que, a partir desta etapa das simulações, as despesas com salário dos recursos humanos próprios da organização contratante são consideradas nos custos dos projetos e nas análises de benefícios.

5.3.1.1. Série de Simulações 1 - Condições Ideais

Com o modelo calibrado conforme a calibragem base e com as entradas mostradas na tabela 5.7, foram feitas três simulações. A tabela 5.8 traz um resumo desta série de simulações, registrando as variações nos parâmetros de entrada e os principais indicadores dos benefícios monitorados: Índice de Desempenho do Custo (IDC), Índice de Desempenho do Tempo de Conclusão (IDTC) e Índice de Lucratividade do Fornecedor (ILF).

Na rodada 1, a política aplicada foi a de Preservação do Capital Intelectual. A terceirização foi desabilitada e duas pessoas plenamente capacitadas foram alocadas para a função de desenvolvimento de sistemas (quantidade suficiente calculada pelo modelo para concluir a demanda no prazo previsto). Por não haver terceirização, não há necessidade de equipe de gestão de contratos, portanto, nenhum recurso humano foi destinado a esta função. Com relação aos benefícios monitorados, foi verificado que o custo total de execução da OS (R\$ 55.994,00) foi menor que o valor planejado

(R\$71.342,00). O primeiro valor representa o custo total de propriedade dos recursos humanos durante a execução da OS (77 dias), não o custo da capacidade efetivamente utilizada, que foi de R\$39.026,00. Analisando os indicadores do benefício B1 apresentados no encerramento da execução da OS, observou-se que o IDC igual a 1,27 indica que houve redução de custos. O prazo foi plenamente atingido (benefício B2), conforme mostra o IDTC. O *Indice de Capacidade Entregue Funcao TI* (indicador do benefício B3) é analisado na série 3 de simulações, pois o interesse é acompanhar o seu comportamento dinâmico, não o valor final. O benefício B4, medido através do ILF, não se aplica à política analisada, pois não há fornecedor externo envolvido.

Nome do parâmetro de entrada	Valor
RH Interno Inicial Monit Contratos	0
Habilidade Inicial Monit Contratos	1
RH Interno Inicial Funcao TI	2
Habilidade Inicial Funcao TI	1
Taxa de Insercao de Defeitos Funcao TI	0

Tabela 5.7 - Parâmetros de entrada para a série de simulações 1.

Na rodada 2, a política aplicada foi a de Terceirização Parcial. A terceirização foi habilitada, demandando recursos humanos para a função de monitoramento de contratos. Visando não aumentar o número de funcionários próprios, das duas pessoas alocadas na equipe de desenvolvimento de sistemas, uma permaneceu e a outra foi transferida para a equipe de monitoramento de contratos. A capacidade desejada de desenvolvimento de sistemas para concluir a OS em 77 dias não foi atingida com uma pessoa, sendo necessário contratar capacidade complementar terceirizada. O custo total da OS foi de R\$49.488,00, composto pelo custo com capacidade terceirizada (R\$21.491,00) e pelo custo de propriedade do desenvolvedor interno (R\$27.997,00). Considerando-se o custo de propriedade do gestor de contrato, o custo total da OS sobe para R\$77.485,00. Analisando os benefícios alcançados pela execução da OS na terceirização parcial, verifica-se que não houve redução de custos, o prazo foi plenamente cumprido e o fornecedor foi remunerado pelo esforço que empreendeu, não tendo prejuízos.

Rodada	Configuração	IDTC	IDC	ILF
1	ITO desabilitada; Calibragem base carregada; Entradas da tabela 5.7 carregadas.	1	1,27	-
2	ITO habilitada; RH de desenvolvimento de sistemas = 1; RH de monitoramento de contratos = 1.	1	0,92	1
3	ITO habilitada; RH de desenvolvimento de sistemas = 0; RH de monitoramento de contratos = 2.	1	0,71	1

Tabela 5.8 – Resumo das simulações da série 1.

Na rodada 3, a política aplicada foi a de Estado Mínimo. A equipe interna de desenvolvimento de sistemas foi esvaziada, permanecendo um funcionário próprio para monitorar contratos. O custo da execução totalmente terceirizada da OS foi de R\$71.342,00. Considerando-se o custo de propriedade do gestor de contrato, o custo da OS sobe para R\$99.339,00. Analisando os benefícios proporcionados por esta política de ITO, verifica-se que não houve redução de custos da OS, o seu prazo de conclusão foi plenamente cumprido e o fornecedor foi remunerado pelo esforço empreendido.

A avaliação final desta série de simulações é que a política de *sourcing* Preservação do Capital Intelectual melhor atingiu os benefícios. Além da redução de custos com TI pretendida, a capacidade de desenvolvimento de sistemas foi retida pela organização, através dos seus recursos humanos próprios e de suas habilidades.

5.3.1.2. Série de Simulações 2 – Condições Reais

As simulações desta série foram iniciadas com o modelo calibrado conforme a calibragem Org2 (tabela 5.2) e com as entradas mostradas na tabela 5.9. A tabela 5.10 traz um resumo desta série de simulações, registrando as variações nos parâmetros de entrada e os principais indicadores dos benefícios monitorados.

Nesta série, a primeira política a ser aplicada foi a Estado Mínimo, que corresponde à configuração na qual a OS aqui ilustrada foi realmente executada. Partiu-se de uma situação conhecida, onde foi possível reproduzir as saídas reais do projeto, para os experimentos. A rodada 1 produziu como saída para a OS FSC003 um esforço simulado de 2071 US, duração de 271 dias e custo de R\$431.076,00.

Nome do parâmetro de entrada	Valor
RH Interno Inicial Monit Contratos	2
Habilidade Inicial Monit Contratos	0,7
RH Interno Inicial Funcao TI	0
Habilidade Inicial Funcao TI	0,7
Taxa de Insercao de Defeitos Funcao TI	0,69

Tabela 5.9 - Parâmetros de entrada para as simulações da série 2.

Num contexto de terceirização total dos projetos de desenvolvimento de sistemas, em que o fornecedor vem apresentando um elevado percentual de retrabalho, a capacidade de monitoramento de contratos é fortemente exigida nas atividades de homologação e detecção de defeitos. Para mostrar a sensibilidade dos benefícios monitorados no ITO-CapSim a variações nesta capacidade, foram feitas cinco simulações. Foram variadas a quantidade de pessoas disponíveis e a produtividade máxima individual.

Na rodada 2, reduzir os recursos humanos (RH) para 1 elevou o tempo de conclusão do projeto para 432 dias, causando a redução do Índice de Desempenho do Tempo de Conclusão (IDTC) de 0,28 para 0,18. O custo com a utilização de capacidade terceirizada não foi afetada, pois é baseada no esforço real do projeto, que não foi alterado. Já o custo com o monitoramento de contratos, baseado no tempo de retenção e no custo dos recursos humanos, foi reduzido pelo corte de RH, mesmo com o aumento no tempo de conclusão (de R\$201.434,00 para R\$157.075,00). Com isto, o Índice de Desempenho do Custo (IDC) melhorou, de 0,16 para 0,18. Com o gargalo de produtividade criado para homologar entregas, o fornecedor teve prejuízos com capacidade ociosa, além do prejuízo que já vem enfrentando causado por seu próprio retrabalho. O Índice de Lucratividade do Fornecedor caiu de 0,07 para 0,04.

Na rodada 3, foi feito o contrário: preservação do RH de monitoramento de contratos com 2 pessoas e redução na produtividade individual máxima atingível, de 30 para 15 US por pessoa por dia. Isto representaria, por exemplo, o baixo perfil técnico do RH disponível. O tempo de conclusão permaneceu em 432 dias e o ILF permaneceu em 0,04. O IDC, entretanto, diminuiu tanto em relação à simulação 1 quanto em relação à simulação 2, assumindo o valor 0,13. Isto foi causado pelo aumento no Custo de Propriedade de Monitoramento de Contratos (CPMC) da simulação 3 para a 2.

Na rodada 4, tanto o RH quanto a produtividade máxima individual iniciais foram reduzidos pela metade. Com uma pessoa na equipe de monitoramento de contratos verificando até 15 US/dia, o tempo de conclusão do projeto aumentou para 587 dias (IDTC = 0,13) e o ILF se reduziu para 0,03. O IDC, entretanto, ficou em uma situação intermediária (0,16) com relação às simulações 2 e 3.

A rodada 5 fechou a análise de sensibilidade da capacidade de monitoramento de contratos com relação aos benefícios. O contexto da rodada 1 foi recuperado e o RH de monitoramento de contratos aumentado para 4. Isto reduziu o tempo de conclusão do projeto para 183 dias (IDTC = 0,42), o ILF melhorou para 0,17 e o IDC ficou em 0,14.

Rodada	Configuração	IDTC	IDC	ILF
1	ITO habilitada; Calibragem Org2 carregada; Entradas da tabela 5.9 carregadas.	0,28	0,16	0,07
2	RH de desenvolvimento de sistemas = 0; RH de monitoramento de contratos = 1;	0,18	0,18	0,04
3	RH de monitoramento de contratos = 2; Produtiv. máxima monitoram. contratos = 15US/pessoa/dia	0,18	0,13	0,04
4	RH de monitoramento de contratos = 1; Produtiv. máxima monitoram. contratos = 15 US/pessoa/dia	0,13	0,16	0,03
5	ITO habilitada; Calibragem Org2 carregada; Entradas da tabela 5.9 carregadas; RH de monitoramento de contratos = 4.	0,42	0,14	0,17
6	RH de monitoramento de contratos = 2; Taxa de inserção de defeitos = 0,35.	0,7	0,38	0,5
7	Taxa de inserção de defeitos = 0,15.	0,84	0,47	0,77
8	RH de monitoramento de contratos = 1.	0,82	0,6	0,74
9	ITO habilitada; RH de desenvolvimento de sistemas = 1;	0,82	0,7	0,7
10	RH de desenvolvimento de sistemas = 2;	0,86	0,72	0
11	ITO habilitada; RH de monitoramento de contratos = 0; RH de desenvolvimento de sistemas = 1;	0,53	1,37	-
12	RH de desenvolvimento de sistemas = 1;	0,87	1,1	-

Tabela 5.10 – Resumo das simulações da série 2.

Ao se observar o comportamento dos indicadores de benefícios, constata-se que investir em recursos humanos para monitorar contratos em um cenário de baixa qualidade do fornecedor favoreceu a aceleração do projeto e atenuou os prejuízos do fornecedor, sem gerar um aumento significativo no custo.

Continuando as simulações com a política de Estado Mínimo, foram feitas três simulações para verificar a sensibilidade dos benefícios monitorados a melhorias na qualidade dos serviços. Foram experimentadas sucessivas reduções na taxa de inserção de defeitos.

Na rodada 6, o modelo foi inicializado com as entradas da simulação 1 e a taxa de inserção de defeitos de desenvolvimento de sistemas foi reduzida pela metade (0,35). Com isto, o esforço de execução do projeto foi reduzido para 989 US, o seu tempo de conclusão foi para 109 dias, (IDTC = 0,7), seu custo foi para R\$188.930,00 (IDC = 0,38) e o ILF apresentado foi 0,5.

Na rodada 7, a taxa de inserção de defeitos foi reduzida para 0,15, provocando redução do esforço do projeto para 757 US, redução do tempo de conclusão para 92 dias (IDTC = 0,84), redução de custo para R\$150.807,00 (IDC = 0,47) e ILF de 0,77. Com um aumento significativo na qualidade do serviço de desenvolvimento de sistemas, e consequente redução do retrabalho, a pressão sobre a capacidade de monitoramento de contratos também foi reduzida. Quando verificado, o indicador Índice de Desempenho do Custo de Propriedade de Monitoramento de Contratos (IDCP-MC) deu pistas da eventual sub-utilização desta capacidade no projeto simulado, apresentando o valor 0,13.

Na rodada 8, o RH de monitoramento de contratos foi reduzido para 1 pessoa. Isto causou um aumento de apenas 2 dias no tempo de conclusão (IDTC = 0,82) e uma redução sensível no ILF, que foi para 0,74. O maior ganho foi com a redução do custo do projeto, sendo agora R\$118.083,00 (IDC = 0,6). Também melhorou o nível de utilização da capacidade de monitoramento de contratos (IDCP-MC = 0,27).

Observou-se uma significativa melhoria nos indicadores de benefícios diante das sucessivas reduções na taxa de inserção de defeitos nos serviços. Constatou-se que o esforço extra empregado para corrigir defeitos presentes nos serviços já entregues gera atraso na conclusão do projeto e custos extra pelo uso de mais capacidade tanto na atividade de desenvolvimento de sistemas quanto na de monitoramento de contratos. Apesar das causas de inserção de defeitos serem exógenas ao escopo do ITO-CapSim, através das simulações realizadas é possível investigar os impactos causados por diferentes taxas consolidadas de retrabalho e identificar, com mais propriedade, níveis aceitáveis de qualidade de serviço.

A partir deste ponto, a taxa de inserção de defeitos utilizada nas simulações permaneceu em 0,15 e a política aplicada foi a de ITO parcial. Na rodada 9, com a

terceirização parcial habilitada e uma pessoa adicionada ao RH de desenvolvimento de sistemas, o tempo de conclusão registrado foi de 93 dias ($IDTC = 0,82$) e o ILF foi de 0,7. O custo do projeto foi reduzido, indo para R\$102.695,00 ($IDC = 0,7$). O ILF apresentou uma leve queda, indo para 0,7, como consequência da redução do volume de terceirização. Esta redução de custo se explica porque a unidade de serviço executada por um recurso humano próprio custa menos que a unidade de serviço executada pela empresa terceirizada, embora o custo agregado ao projeto pelas capacidades locais não seja com base nas unidades de serviço processadas, e sim pelo custo de sua retenção.

Na rodada 10, ao alocar duas pessoas para a equipe de desenvolvimento, o projeto não demandou mais capacidade terceirizada. Este cenário será apresentado na análise da próxima política de *sourcing*.

Na 11ª rodada, a política de Retenção de Capital Intelectual foi aplicada. Com a terceirização desabilitada, o recurso humano de monitoramento de contratos foi liberado e, experimentalmente, a equipe de desenvolvimento foi reduzida para 1 pessoa. Com esta configuração, o tempo de conclusão registrado foi de 144 dias ($IDTC = 0,53$) e o custo foi de R\$51.994,00 ($IDC = 1,37$). Na rodada 12, uma pessoa foi adicionada ao RH de desenvolvimento. Com isto, o tempo de conclusão registrado foi de 89 dias ($IDTC = 0,87$) e o custo foi de R\$64.720,00 ($IDC = 1,1$). Outras simulações foram executadas, onde se aumentou progressivamente o RH da equipe de desenvolvimento de sistemas, na tentativa de reduzir o tempo de conclusão do projeto. Não foi possível abreviar a conclusão da OS e o incremento de recursos humanos aumentou o seu custo.

A avaliação final desta série de simulações é que, em um contexto próximo da realidade, a política de *sourcing* Preservação do Capital Intelectual melhor atingiu os benefícios. Além da redução de custos com TI pretendida, a capacidade de desenvolvimento de sistemas foi retida pela organização, através dos seus recursos humanos próprios e de suas habilidades. Caso a organização apresente restrições (técnicas ou políticas) de contratação de recursos humanos próprios, o cenário mais vantajoso em termos de custo e retenção do capital intelectual é a política Terceirização por Demanda. O melhor particionamento dos recursos humanos próprios é alocar pessoas na equipe de monitoramento de contratos até que seja obtido o máximo IDCP-MC, em seguida alocar as pessoas remanescentes na equipe de desenvolvimento de sistemas.

5.3.1.3. Série de Simulações 3 – Intervenções de Controle

Nesta série de simulações, será ilustrado como executar intervenções nos projetos, durante a execução dos mesmos, visando corrigir comportamentos desfavoráveis à realização dos benefícios monitorados pelo ITO-CapSim. Para construir a *baseline* para as próximas simulações, a mesma OS (FSC003) foi submetida ao simulador, calibrado de forma diferente para permitir uma maior variabilidade nas intervenções. A calibragem e o conjunto de parâmetros de entrada utilizados para produzir a *baseline* são mostrados na tabela 5.11.

Nome do Parâmetro	Tipo	Valor
Tempo para ajustar RH (Dia)	Calibr.	7
Tempo para ajustar RH Monitoramento de Contratos (Dia)	Calibr.	7
Produtividade Maxima Pessoa Dia Funcao TI (US/Pessoa*Dia)	Calibr.	6
Produtividade Maxima Pessoa Dia Monitoramento de Contratos (US/Pessoa*Dia)	Calibr.	10
Tempo para Ganhar Habilidade Funcao TI (Dia)	Calibr.	60
Tempo para Ganhar Habilidade Monit Contratos (Dia)	Calibr.	60
Tempo para Ajuste de Capacidade (Dia)	Calibr.	20
Custo Unid Servico Interna Funcao TI (\$)	Calibr.	60,60
Custo Unid Servico Terceirizada Funcao TI (\$)	Calibr.	110,78
Custo Unid Servico Monitoramento Contratos (\$)	Calibr.	12,12
RH Interno Inicial Monit Contratos	Entrada	1
Habilidade Inicial Monit Contratos	Entrada	0,5
RH Interno Inicial Funcao TI	Entrada	0
Habilidade Inicial Funcao TI	Entrada	0,5
Taxa de Insercao de Defeitos Funcao TI	Entrada	0,35

Tabela 5.11 – Calibragem e parâmetros de entrada utilizados nas simulações da série 3.

A simulação *baseline* apresentou como principais resultados: esforço final de 990 US, tempo de conclusão de 269 dias (IDTC = 0,3), custo final de R\$207.811,00 (IDP = 0,34) e ILF de 0,08.

Os benefícios apresentados por este projeto estão seriamente comprometidos. O custo previsto foi violado em 291% e o tempo de conclusão, em 349%. A demanda por capacidade de monitoramento de contratos, medida pelo ICE-MC, foi atendida de forma precária durante toda a execução do projeto, conforme mostrado na figura 5.4, atingindo o valor máximo de 0,17. O pico observado acontece na fase final do projeto, devido à redução na quantidade de US a serem processadas e ao atraso em desmobilizar a capacidade alocada. O fornecedor teve prejuízos com a mobilização de capacidade

ociosa, apresentando um índice final de lucratividade de 0,08, o que é uma ameaça à sua permanência no contrato.

As causas principais para o cenário apresentado nesta linha de base são: i) a alta taxa de inserção de defeitos na atividade de desenvolvimento de sistemas apresentada pelo fornecedor, gerando um grande esforço de retrabalho; ii) a baixa produtividade apresentada pela equipe de monitoramento de contratos, criando um gargalo no fluxo de homologação dos serviços entregues pelo fornecedor.

Índice de Capacidade Entregue - Monitoramento de Contratos (ICE-MC)

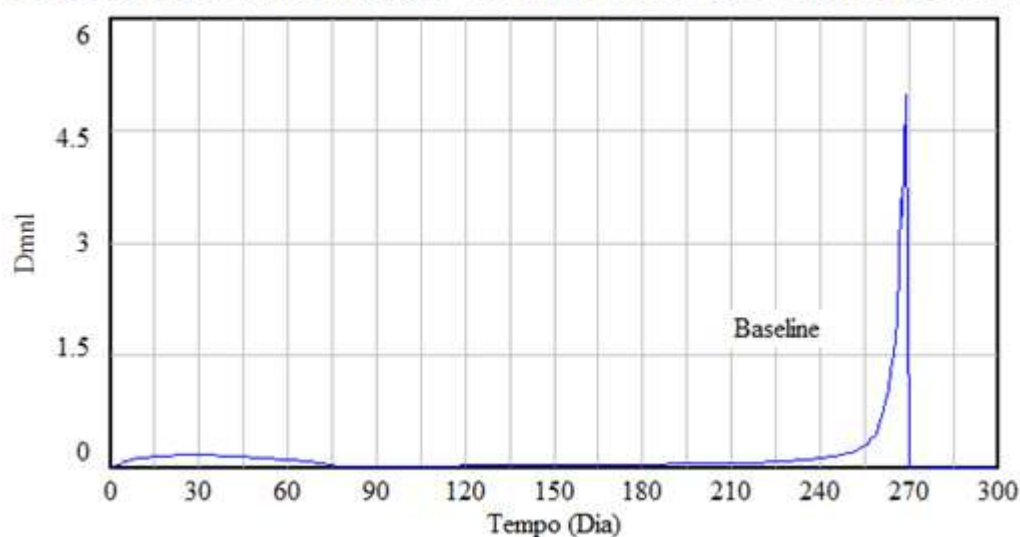


Figura 5.4 – Comportamento do ICE-MC durante a execução da OS FSC003.

As simulações mostradas a seguir ilustram ações de controle possíveis de serem tomadas por gestores de TI para evitar ou reduzir o comprometimento do alcance dos benefícios estabelecidos para a terceirização de TI. As intervenções, que demandaram investimentos em TI, foram organizadas por objetivo: reduzir o tempo de conclusão, melhorando o IDTC; reduzir o custo do projeto, melhorando o IDC e; melhorar o relacionamento com o fornecedor. A decisão sobre quando realizar tais intervenções pode ser tomada com base no comportamento dinâmico observado na linha de base.

Intervenções para reduzir o tempo de conclusão

As ações de controle descritas a seguir foram simuladas visando agilizar a conclusão dos projetos de TI. Cada uma das 3 intervenções aqui simuladas foi experimentada em diferentes momentos da execução da OS para explorar os efeitos

sobre o seu tempo de conclusão. Estes momentos foram selecionados a partir do formato da curva descrita pelo IDP na simulação base (figura 5.5), descendente após a violação do prazo previsto de conclusão da OS.

- **Intervenção 1:** Contratar recursos humanos para o monitoramento de contratos.

Esta contratação implica em aumentar o custo de propriedade com RH. Implica também em reduzir o tempo de homologação de serviços entregues, favorecendo a aceleração da conclusão do projeto e a redução do acúmulo de custos com capacidade ociosa pelo fornecedor.

A tabela 5.12 resume os resultados das simulações da intervenção 1, variando-se o parâmetro de entrada *Recursos Humanos Internos Disponíveis Monit Contratos* em diferentes momentos do projeto.

Rodada	Variações executadas	IDTC	IDC	ILF
1	Contrata 1 pessoas para monit. de contratos no dia 70.	0,38	0,31	0,1
1.1	Contrata 1 pessoas para monit. de contratos no dia 50.	0,41	0,31	0,12
1.2	Contrata 1 pessoas para monit. de contratos no dia 30.	0,40	0,32	0,12

Tabela 5.12 – Contratação para reduzir o tempo de conclusão da OS FSC003.

Analisando o gráfico da figura 5.5 e a tabela 5.12, observa-se que a contratação de uma pessoa antes do prazo de conclusão previsto da OS prolonga a ascensão do IDTC. No final das simulações de contratação de RH, a intervenção 1.1 obteve a maior redução de prazo, abreviando a conclusão do projeto para 188 dias.

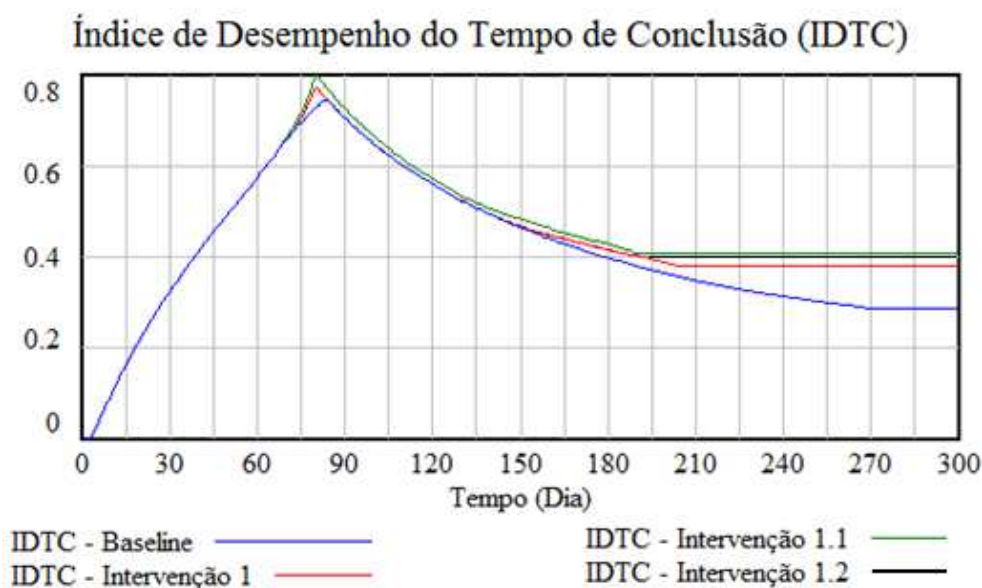


Figura 5.5 – Efeitos da contratação de RH de monitoramento de contratos no IDTC.

Os impactos desta intervenção no custo do projeto serão analisados posteriormente.

- **Intervenção 2** – Capacitar a equipe de monitoramento de contratos.

A capacitação dos recursos humanos implica em aumentar, em pontos diferentes do tempo, a capacidade máxima individual de verificar unidades de serviço. Isto favorece a aceleração da conclusão do projeto e a redução do acúmulo de custos com capacidade ociosa pelo fornecedor. O repasse dos custos com o treinamento para o projeto são simulados com o aumento no custo da US da capacidade sendo treinada.

A tabela 5.13 resume os resultados das simulações da intervenção 2, variando-se os parâmetros *Produtividade Maxima Pessoa Dia Monit Contratos* e *Custo Unidade Servico Monitoramento Contratos* em diferentes momentos do projeto.

Rodada	Variações executadas	IDTC	IDC	ILF
2	Melhora a capacidade máxima individual p/20 US/pessoa/dia no dia 70, adicionando R\$2,00 ao custo da US de MC.	0,4	0,38	0,12
2.1	Efetua as mesmas alterações no dia 50	0,42	0,39	0,13
2.2	Melhora a capacidade máxima individual p/30 US/pessoa/dia no dia 70, adicionando R\$5,00 ao custo da US de MC.	0,52	0,41	0,19

Tabela 5.13 – Capacitação para reduzir o tempo de conclusão da OS FSC003.

Analisando o gráfico da figura 5.6 e a tabela 5.13, observa-se que a capacitação da equipe de monitoramento de contratos antes do prazo de conclusão previsto da OS também prolonga a ascendência do IDTC, indicando um impacto positivo do aumento da capacidade de homologar entregas neste indicador. No final das simulações de capacitação, a intervenção 2.2 obteve a maior redução de prazo, abreviando a conclusão do projeto para 149 dias. Os impactos desta intervenção no custo do projeto serão analisados posteriormente.

As duas intervenções acima mostradas visaram aumentar a oferta de capacidade de monitoramento de contratos como estratégia para reduzir o tempo de conclusão da OS FSC003.

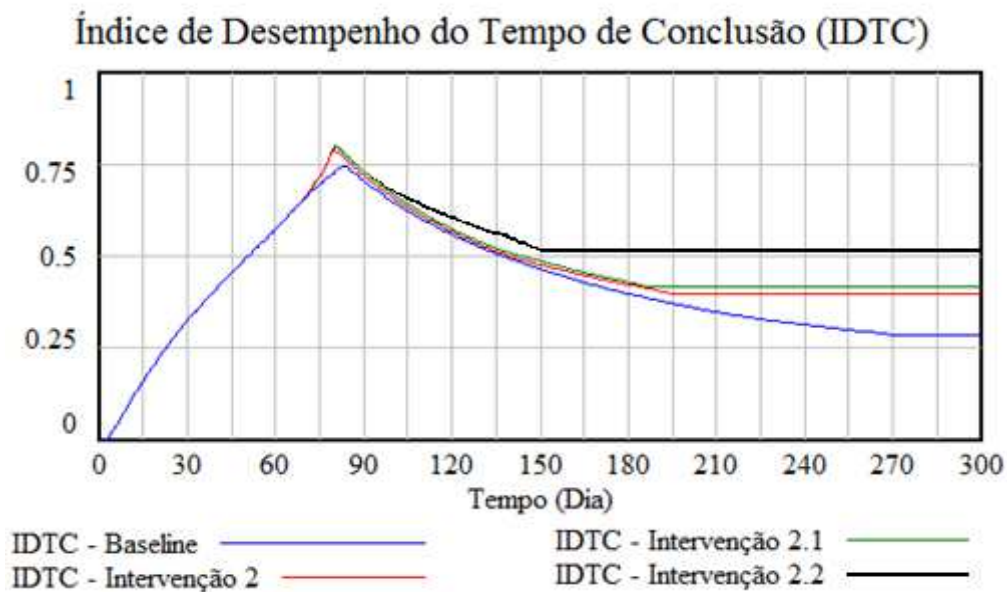


Figura 5.6 – Efeitos da capacitação de RH de monitoramento de contratos no IDTC.

O gráfico da figura 5.7 compara o comportamento do ICE-MC entre as simulações *baseline* e as intervenções 1 e 2, nas respectivas rodadas que obtiveram menor tempo de conclusão. Observa-se que a intervenção mais eficaz foi capacitar a equipe de monitoramento de contratos.

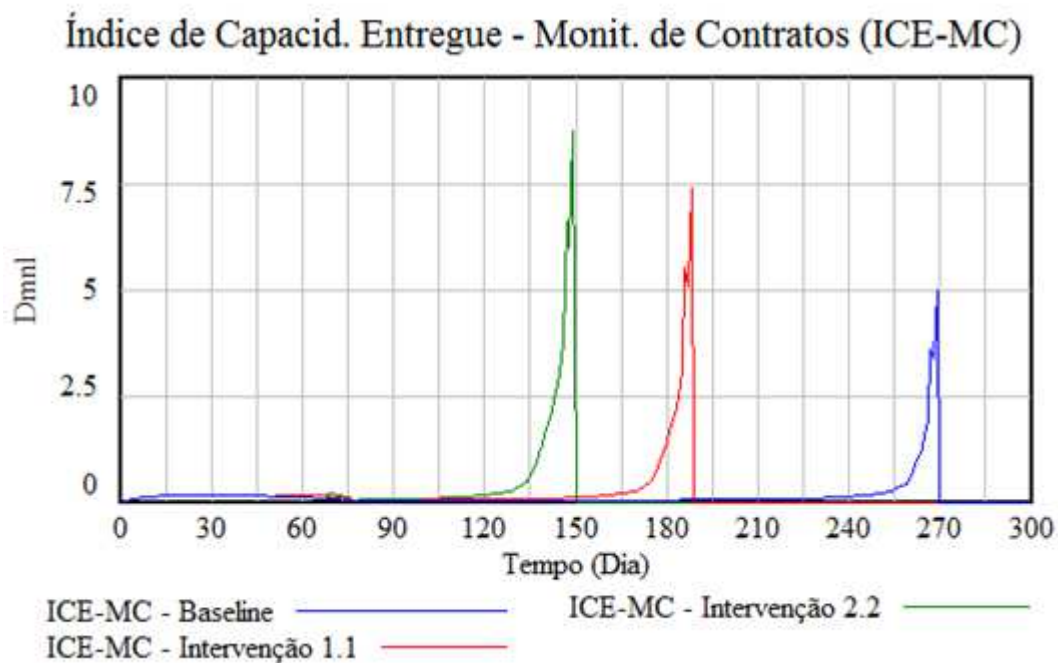


Figura 5.7 – Comparação do comportamento do ICE-MC após as intervenções 1 e 2.

- **Intervenção 3** - Aumentar o nível de qualidade do serviço contratado.

A redução da taxa de inserção de erros atualmente praticada na atividade de desenvolvimento de sistemas pode ser conseguida com a contratação de um nível de qualidade de serviços melhor do que o correntemente contratado, implicando em custos maiores por unidade de serviço. A intervenção 3, cujas simulações se encontram resumidas na tabela 5.14, consistiu em variar os parâmetros *Taxa de Insercao de Defeitos Funcao TI* e *Custo Unid Servico Terceirizada Funcao TI* em diferentes momentos do projeto.

Rodada	Variações executadas	IDTC	IDC	ILF
3	Reduz a taxa de inserção de defeitos p/ 0,15 no dia 70, adicionando R\$20,00 ao custo da US de desenvolvimento.	0,39	0,41	0,13
3.1	Efetua as mesmas alterações no dia 50	0,48	0,47	0,19
3.2	Reduz a taxa de inserção de defeitos p/ 0,05 no dia 70, adicionando R\$30,00 ao custo da US de desenvolvimento.	0,45	0,45	0,16

Tabela 5.14 – Aumento da qualidade de serviços contratada para reduzir o tempo de conclusão da OS FSC003

Analisando o gráfico da figura 5.8 e a tabela 5.14, observa-se que a intervenção 3.1 foi feita com maior antecedência com relação ao dia 77, conclusão prevista do projeto, sendo mais eficaz em abreviar a conclusão do projeto do que reduzir a taxa de inserção de erros mais tardiamente (intervenção 3.2). No final das simulações de melhoria da qualidade dos serviços, a intervenção 3.1 abreviou a conclusão do projeto para 162 dias.

Todas as intervenções feitas para reduzir o tempo de conclusão do projeto demandaram investimentos, seja em contratação e capacitação de recursos humanos, seja na contratação de serviços de qualidade superior à correntemente fornecida. Os impactos destes investimentos no custo final do projeto em estudo serão analisados na próxima seção.

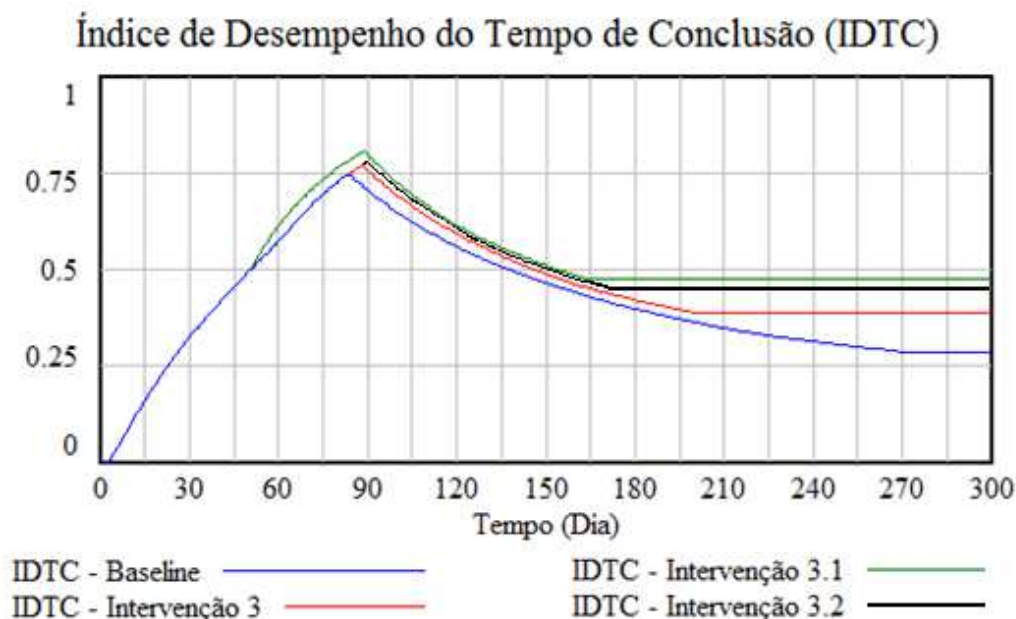


Figura 5.8 – Efeitos da melhoria da qualidade de serviços no IDTC.

Intervenções para reduzir o custo do projeto

De uma forma geral, a redução de custos de serviços pode ser obtida através da redução no nível de exigência com qualidade. Entretanto, visto que no cenário aqui estudado, a qualidade já se encontra bastante comprometida, esta opção não foi considerada.

Ao analisar os resultados das intervenções feitas para diminuir o tempo de conclusão do projeto, observou-se que capacitar a equipe de monitoramento de contratos e melhorar a qualidade dos serviços, mesmo demandando investimentos, foram medidas eficazes para reduzir os custos do projeto, com relação à *baseline*. Especificamente na rodada 2.2, foi possível reduzir o custo para R\$176.037,00 (16,3% de redução) e na rodada 3.1 houve uma redução do custo para R\$151.261,00 (27% de redução).

O gráfico da figura 5.9 compara o comportamento do IDC entre as simulações *baseline*, intervenções 1, 2 e 3, nas respectivas rodadas que obtiveram o melhor resultado para este indicador. Observa-se que a intervenção 3.1 demonstra sua eficácia já no momento de sua aplicação (dia 50). A redução na taxa de inserção de defeitos diminuiu a quantidade de esforço empregada em retrabalho, aproximando o custo com

capacidade terceirizada de desenvolvimento de sistemas do custo estimado para o projeto, mesmo com o aumento no custo da respectiva US.

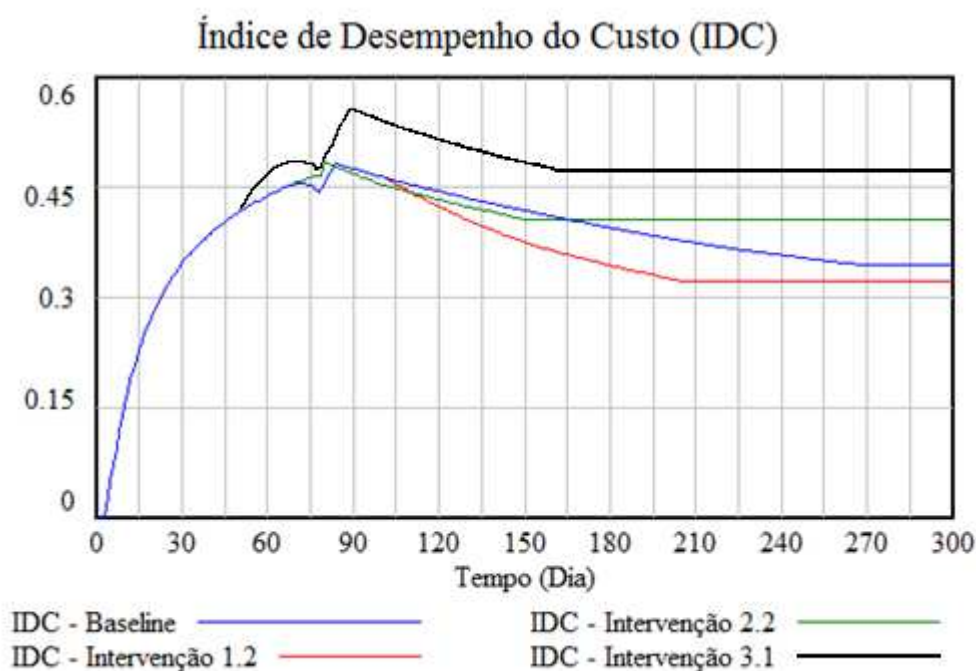


Figura 5.9 – Efeitos das intervenções 1, 2 e 3 no IDC.

Intervenções para melhorar o relacionamento com o fornecedor

Conforme já exposto, a qualidade do relacionamento com o fornecedor é medida, no ITO-CapSim, pelo ILF. Duas medidas podem aumentar este indicador: i) aumentar a capacidade de monitoramento de contratos e; ii) reduzir o esforço com retrabalho.

Analisando os resultados das intervenções realizadas, foi observado que em todas as rodadas o ILF foi melhorado em relação à *baseline*. A intervenção mais eficaz para isto foi a 2.2, obtendo um ILF de 0,2. O gráfico da figura 5.10 compara o comportamento do ILF entre as simulações *baseline*, intervenções 1, 2 e 3, nas respectivas rodadas que obtiveram o melhor resultado para este indicador.

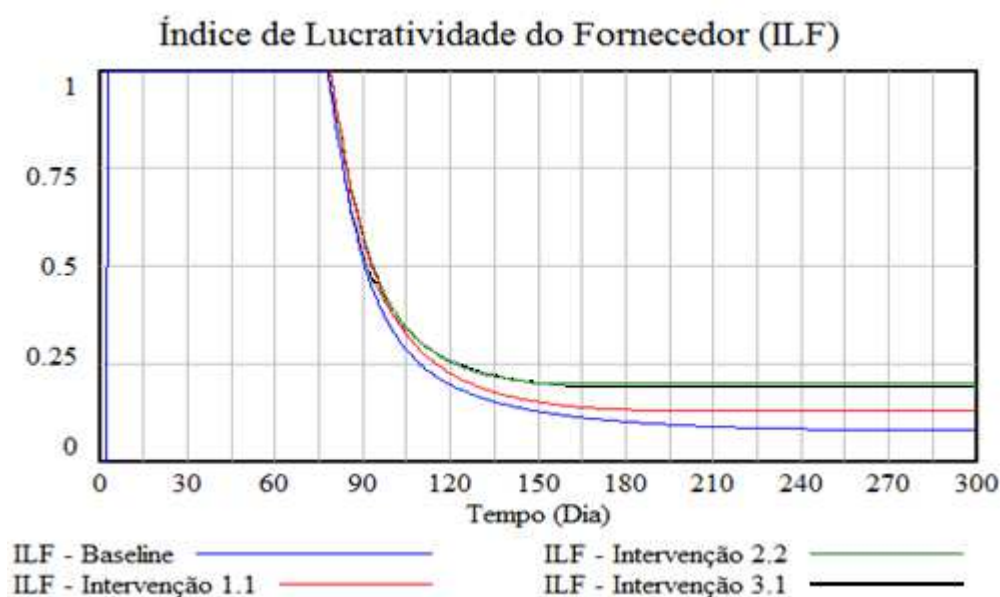


Figura 5.10 – Efeitos das intervenções 1, 2 e 3 no ILF.

Esta seção ilustrou como o ITO-CapSim pode ser utilizado como laboratório para experimentar e analisar diferentes políticas de *sourcing*. A próxima seção é dedicada a ilustrar o uso do simulador com ferramenta de análise de riscos de ITO.

5.3.2. Análise de Riscos de ITO

Nesta seção, será apresentado como o ITO-CapSim pode ser aplicado à gestão de risco de ITO, seguindo um roteiro de 5 etapas, descritas em (PFAHL, 2005): 1) Definir os fatores de risco; 2) Definir os impactos; 3) Definição do relacionamento entre cenários de risco e impactos; 4) Definir a variação dos fatores de risco; 5) Realizar a análise de sensibilidade dos fatores de impacto e; 6) Avaliar os resultados das simulações.

A *baseline* para as simulações de análise de riscos foi construída a partir das entradas da OS FSC003 e da calibragem do modelo mostradas na tabela 5.11. Este projeto tem um esforço previsto de 644 unidades de serviço, duração prevista de 77 dias e custo previsto de R\$71.342,32. A simulação *baseline* apresentou como principais resultados: esforço final de 990 US, tempo de conclusão de 269 dias (IDTC = 0,3), custo com terceirização de R\$109.639,00, custo de propriedade com a equipe de gestão de contratos de R\$98,172,00, resultando em um custo final de R\$207.811,00 (IDP = 0,34) e ILF de 0,08.

5.3.2.1. Definição dos Fatores de Risco

Os fatores de risco considerados no exercício aqui apresentado foram selecionados da tabela 2.1, mostrada na seção 2.6.1, que trata sobre gestão de riscos em ITO. Para relacioná-los com os parâmetros do ITO-CapSim, dois cenários de risco (CR) foram descritos, sendo interpretados como fatores de risco atingindo certas condições. São eles:

CR-1 - Capacidade insuficiente da organização cliente para monitorar os contratos de ITO. A deficiência na capacidade de monitorar o desempenho do fornecedor pode levar ao aumento do custo e do tempo de conclusão dos projetos, à aceitação de serviços com baixo nível de qualidade e ao litígio com o fornecedor.

Os parâmetros do ITO-CapSim associados ao CR1 são: *RH Interno Inicial Monit Contratos* (Pessoa), *Habilidade Inicial Monit Contratos* (sem dimensão), *Tempo para Ajustar RH Monit Contratos (Dia)* e *Produtividade Maxima Pessoa Dia Monit Contratos* (US/Pessoa*Dia).

CR-2 - Capacidade insuficiente do fornecedor para entregar o serviço contratado.

A capacidade de entrega de serviços do fornecedor envolve as seguintes competências: conhecimento da função de TI terceirizada e capacidade de entregar o produto ou serviço de acordo com os parâmetros de desempenho especificados no contrato. Quanto menos conhecimento técnico o fornecedor tem na função de TI terceirizada, mais ele deixa de atender aos requisitos de desempenho acordados, afetando diretamente a qualidade do serviço prestado. Serviços entregues fora de conformidade serão re-enviados para o fornecedor para correções, retardando o tempo de conclusão previsto para o projeto e aumentando os custos operacionais do fornecedor com a atividade de desenvolvimento de sistemas.

Os parâmetros do ITO-CapSim associados ao CR-2 são: *Tempo para Ajuste de Capacidade* (Dia) e *Taxa de Insercao de Defeitos Funcao TI* (sem dimensão).

5.3.2.2. Definição dos Impactos

Os fatores de impacto são atributos das entidades envolvidas na prestação de serviços de TI (cliente, fornecedor, serviço em si), geralmente representando os seus

indicadores de desempenho, tais como: custo, tempo de conclusão, nível de qualidade, nível de satisfação, etc. Estes indicadores são afetados por mudanças nos fatores de risco. Com base no mesmo raciocínio usado na seção anterior, aqui serão descritos cenários de impacto (CI) como sendo conjuntos de fatores de impacto alcançando certas condições.

Conforme já apresentado, cinco indicadores de valor agregado foram propostos por esta pesquisa para acompanhar o desempenho dos projetos de TI terceirizados: o IDC, o IDTC, o ILF, o ICE-MC e o ICE-DSI. É interessante observar as tendências destes indicadores através da análise da inclinação de suas curvas ao longo da execução dos projetos, pois a interpretação de posições estáticas de desempenho pode levar a decisões menos eficazes e até equivocadas.

Os seguintes cenários de impacto foram definidos, tendo em vista que o principal interesse aqui é levantar o risco da não realização dos benefícios esperados pela adoção de ITO:

CI-1 – Aumento do custo com os serviços de TI. Este impacto surge quando o custo previsto para uma ordem de serviço é excedido. Isto representa a não realização do benefício B1. É importante lembrar que os custos de propriedade dos recursos e capacidades próprias de TI envolvidas no projeto durante toda a sua execução são aqui considerados. O parâmetro do modelo associado a este cenário é o indicador de valor agregado Índice de Desempenho do Custo (IDC).

Considera-se aqui que o valor mínimo aceitável para o IDC é 0,9, ou seja, há uma tolerância de 11% à violação do custo do projeto.

CI-2 – Insatisfação dos gestores de negócio com atraso na entrega dos serviços de TI. Este impacto surge quando o tempo de conclusão previsto para a ordem de serviço é excedido. Isto representa a não realização do benefício B2. O parâmetro do modelo associado a este cenário é o indicador de valor agregado Índice de Desempenho do Tempo de Conclusão (IDTC).

Considera-se aqui que o valor mínimo aceitável para o IDC é 0,8, ou seja, há uma tolerância à violação do tempo de conclusão do projeto de 25%.

CI-3 - Rescisão prematura de contrato. Este cenário de impacto é mais subjetivo. Do ponto de vista da organização cliente, é possível monitorar indícios de que o fornecedor está perdendo dinheiro ou não está conseguindo a rentabilidade projetada no início do

contrato. Conforme já apresentado, uma das possíveis causas para que isto aconteça é a manutenção de capacidade ociosa pelo fornecedor por atrasos no fluxo de aprovação de serviços entregues. Nesta situação, o fornecedor tem pouco interesse em continuar no contrato. Assim, num cenário de possível substituição de fornecedor, os serviços podem ser interrompidos ou terem a sua qualidade comprometida pela falta de recursos para o seu funcionamento. O parâmetro do modelo associado a este cenário é o indicador de valor agregado Índice de Lucratividade do Fornecedor (ILF).

Considera-se aqui que o valor mínimo aceitável para o ILF é 0,8, ou seja, há uma tolerância ao prejuízo de 25%. Este limite foi estabelecido com base em entrevista com fornecedores.

Todos os valores limite mencionados na descrição dos cenários de impacto foram estabelecidos através de entrevistas com os usuários.

5.3.2.3. Relacionamento Entre os Cenários de Risco e de Impacto

A Figura 5.11 resume as relações de causa e efeito entre cenários de risco e de impacto dentro do modelo. Estes relacionamentos foram estabelecidos com base em (EARL, 1996; AUBERT et al, 1998; BAHLI e RIVARD, 2003) e em entrevistas realizadas na fase de aquisição de conhecimento.

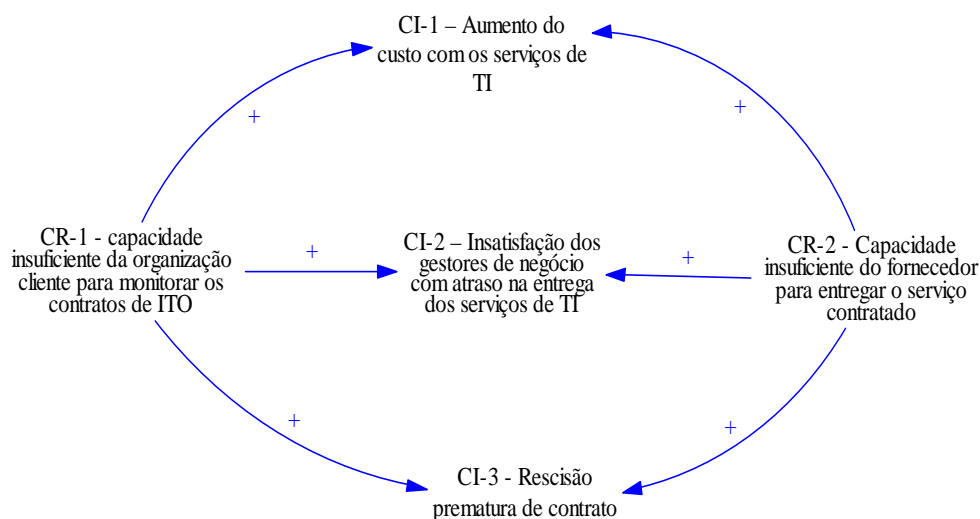


Figura 5.11 – Relacionamentos causais entre os fatores de risco e de impacto.

5.3.2.4. Variação dos Fatores de Risco

A faixa de variação dos valores dos fatores de risco é uma forma aqui adotada para representar o grau de incerteza com o qual os tomadores de decisão se deparam para estimar os benefícios esperados com a adoção de ITO. Tais incertezas são geradas estocasticamente, variando-se os valores dos parâmetros de entrada das simulações (fatores de risco) de acordo com funções de distribuição de probabilidade. Estas funções são selecionadas com base em dados empíricos e testes *goodness-of-fit*. A função de distribuição de probabilidade triangular pode ser usada com parâmetros estimados por membros da equipe de TI da organização em estudo. Esta função é bastante utilizada quando valores mínimo, provável e máximo são conhecidos, mas nenhuma distribuição de probabilidade clássica é identificada nos dados empíricos. Aqui, foram usados a função de distribuição de probabilidade triangular e dados observados na Org2.

É importante ressaltar que a estimativa dos valores numéricos a serem usados na geração estocástica dos parâmetros de entrada é parte da construção do cenário de risco a ser analisado. Por exemplo, ao se atribuir 0,5 como o valor mais provável, ou esperado, para o parâmetro *Taxa de Insercao de Defeitos Funcao TI*, está se desenhando um cenário de risco CR2 desfavorável.

Para entender melhor os impactos causados pela variação nos fatores de risco, estas são divididas em (a) condições do cliente e; (b) condições do fornecedor, como definidos na Tabela 5.15.

Parâmetros	Valores Estimados			Parâmetros	Valores Estimados		
	Min.	Esp.	Máx.		Min.	Esp.	Máx.
Condições do cliente				Condições do fornecedor			
RH Interno Inicial Monit Contratos	1	1	2	Tempo para Ajuste de Capacidade	5	15	60
Habilidade Inicial Monit Contratos	0,3	0,7	0,8				
Tempo para Ajustar RH Monit Contratos	5	7	10	Taxa de Insercao de Defeitos Funcao TI	0,15	0,35	0,5
Produtividade Maxima Pessoa Dia Monit Contratos	5	10	30				

Tabela 5.15 – Variação dos fatores de risco.

A próxima seção apresenta os resultados da análise de sensibilidade conduzida.

5.3.2.5. Análise de Sensibilidade dos Fatores de Impacto

Para realizar a análise de sensibilidade dos fatores de impacto, 200 simulações foram executadas, usando como entrada amostras aleatórias multivariadas dos fatores de risco. Estas amostras foram geradas através da distribuição triangular de probabilidade, usando os valores da tabela 5.15, e da técnica de amostragem Latin Hypercube, assegurando que as faixas de valores para os fatores de risco sejam mais uniformemente exploradas (PFAHL, 2005). Os resultados das simulações foram analisados através de gráficos de sensibilidade e de ferramentas estatísticas.

Os gráficos de sensibilidade gerados pelo ambiente de simulação Vensim DSS (VENTANA, 2015) permitem uma análise visual intuitiva da magnitude dos impactos causados pela materialização das condições de risco. Os atributos de saída (fatores de impacto) são apresentados em diferentes intervalos de confiança. Por exemplo, pode-se observar a densidade de rodadas com a qual um fator de impacto foi numericamente superior a um valor esperado.

A Figura 5.12 mostra como a variação nos fatores de risco influenciou a variação do fator de impacto IDC ao longo do tempo. Nela, a linha vermelha sólida (pico) é o resultado da simulação na qual todos os fatores de risco assumiram simultaneamente os seus valores esperados. É a *baseline* para a análise de risco. As áreas sombreadas representam os intervalos de confiança adotados para a análise de sensibilidade, onde 50% (amarelo), 75% (verde), 95% (azul) e 100% (cinza) dos fatores de impacto simulados estão localizados. Além da inspeção visual dos gráficos de sensibilidade, diferentes análises estatísticas são feitas sobre os fatores de impacto, incluindo a identificação das suas funções de distribuição de probabilidade.

Os impactos negativos são identificados quando os valores esperados (linha de pico) para os fatores de impacto são excedidos. A polaridade da relação entre fatores de risco e fatores de impacto irá definir em que região do gráfico os valores indesejáveis estão localizados. Por exemplo, se x é o custo esperado de uma OS e $F(x)$ é a função de distribuição de probabilidade associada a esse custo, a probabilidade de estouro do orçamento previsto para a OS é $1 - F(x \leq \text{custo esperado})$. F pode ser identificada através da distribuição de frequência das saídas, usando testes como Qui-quadrado, Kolmogoroff-Smirnoff e Anderson-Darling (PFAHL, 2005; MADACHY, 2007). Aqui foram utilizados os testes Qui-quadrado e Anderson-Darling do software estatístico Minitab® 17.1.0 (MINITAB, 2015).

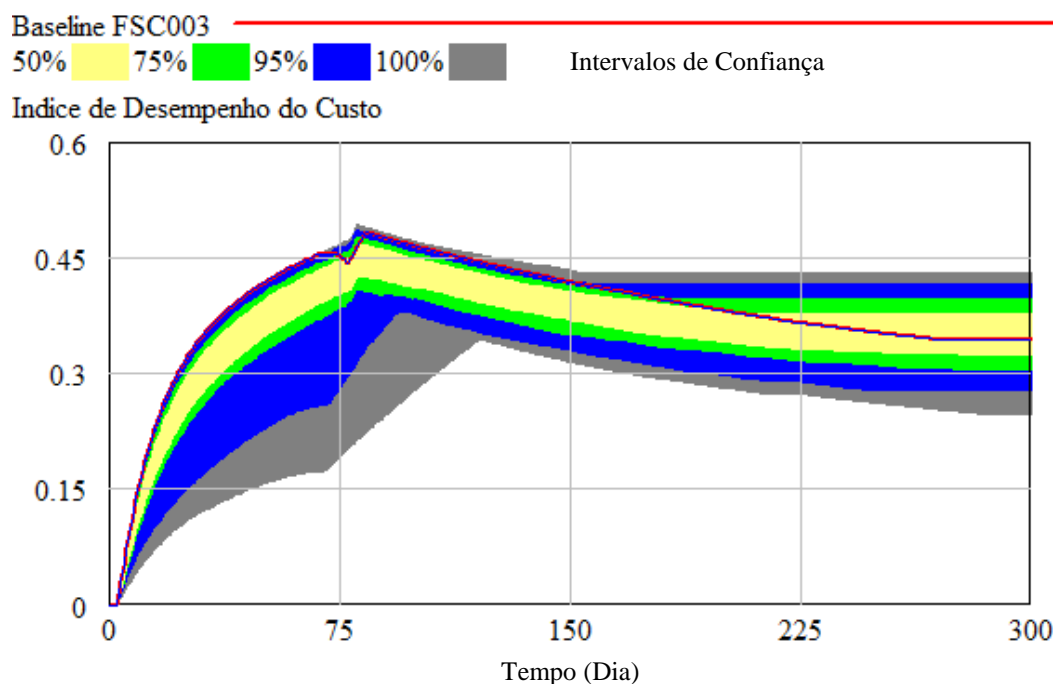


Figura 5.12 – Gráfico de sensibilidade do IDC a alterações de condições de monitoramento de contratos.

A análise de sensibilidade foi dividida em duas subseções. Primeiramente, foram registrados os efeitos da incerteza a respeito das condições da organização contratante sobre os fatores de impacto. Em seguida, foram registrados os impactos causados pela incerteza sobre as condições do fornecedor.

5.3.2.6. Avaliação dos Resultados das Simulações

Seguindo a sequência de atividades do ciclo de gestão do riscos, as informações recolhidas a partir da análise de sensibilidade (análise de risco) podem ser usadas para priorizar o tratamento dos riscos identificados, investindo em ações de prevenção, controle e mitigação. É possível calcular potenciais perdas financeiras e quantificar indicadores que podem ser usados para apoiar as decisões qualitativas ou subjetivas de gestão.

Variando as condições do cliente

Foram realizadas 200 simulações em que todos os parâmetros do modelo relacionados com a capacidade de monitoramento de contrato do cliente de ITO variaram simultaneamente.

Impacto sobre o custo da OS. A Figura 5.12 mostra o gráfico de sensibilidade do IDC. Através da análise visual, é possível perceber que, após todas simulações atingirem a conclusão do projeto, os intervalos de confiança se encontram simetricamente dispostos em relação à linha de pico, indicando que o IDC seguiu uma distribuição próxima da normal após as 200 simulações executadas. A figura 5.13 mostra o histograma da análise de sensibilidade do IDC.

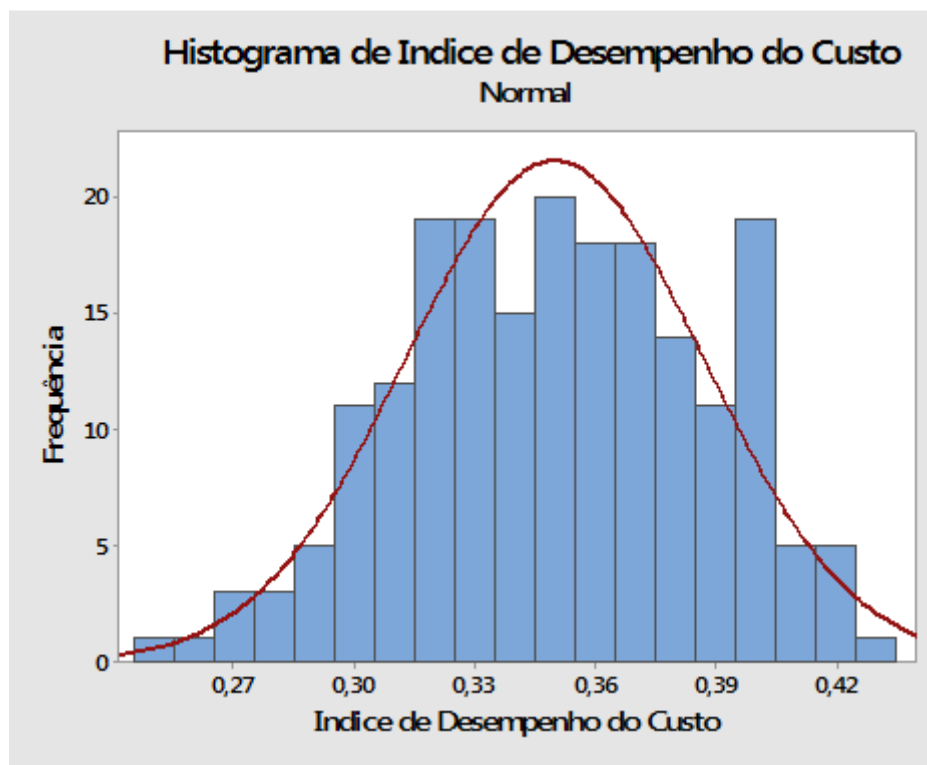


Figura 5.13 – Histograma de Sensibilidade do IDC a alterações de condições de monitoramento de contratos.

Assumindo que o IDC segue uma distribuição de probabilidade normal, com os estimadores estatísticos média=0,35, mediana=0,35 e desvio padrão=0,037 e que $F(x)$ é a função de distribuição de probabilidade normal, a probabilidade acumulada do IDC ser menor que o limite mínimo estabelecido como benefício é $F(x \leq 0,9) = 1$. Visualmente, através da figura 5.12, já era possível constatar que em 100% das simulações o o risco da não realização do benefício B1 se concretizou ($IDC < 0,9$).

Impacto sobre o tempo de conclusão. O gráfico de sensibilidade da figura 5.14 mostra que em, pelo menos, 75% das 200 simulações da análise multivariada de sensibilidade, o desempenho do tempo de conclusão da OS FIS003 foi acima do valor típico (0,28).

Entretanto, conforme reforça a tabela de intervalos de confiança 5.16, em 100% das simulações o risco da não realização do benefício B2 se concretizou ($IDTC < 0,8$).

Intervalo de Confiança	IDTC Mínimo	IDTC Máximo
50%	0,32	0,47
75%	0,3	0,53
95%	0,25	0,6
100%	0,24	0,63
Pico	0,28	

Tabela 5.16. Intervalos de confiança do IDTC após variações nas condições do cliente.

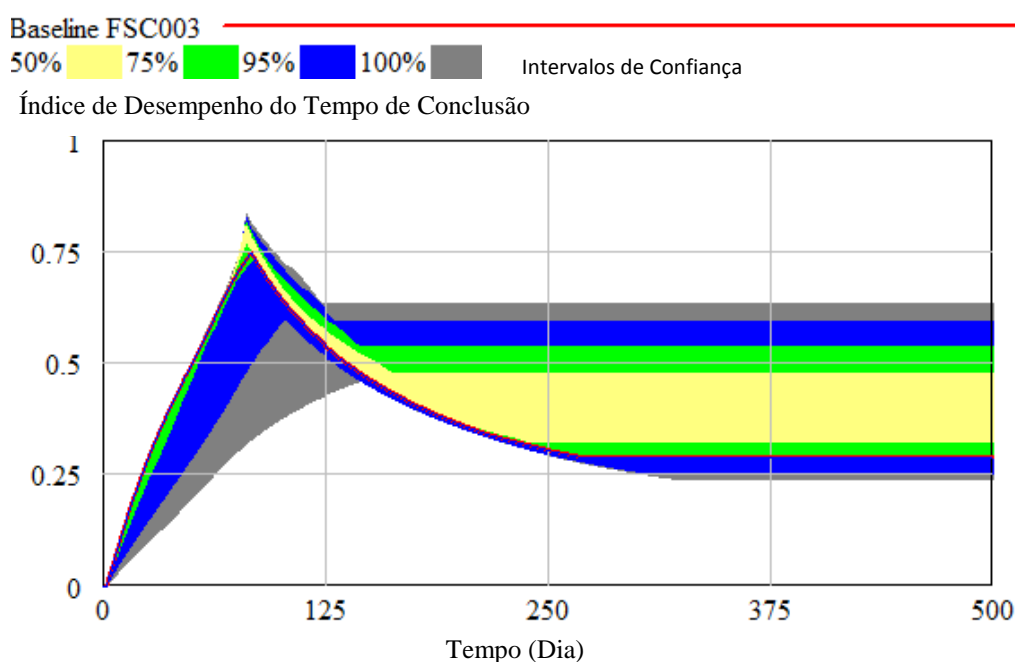


Figura 5.14 – Gráfico de sensibilidade do IDTC a alterações de condições de monitoramento de contratos.

Impacto sobre a lucratividade do fornecedor. Para todos os contratos analisados no âmbito deste modelo, o fornecedor é penalizado financeiramente nas seguintes situações: a) no retrabalho, pois suporta os custos de sanções e os custos de operação de retrabalho; b) em atrasos verificando serviços prestados e no encerramento de faturas para pagamento.

Variações na capacidade de monitoramento contrato não terão impacto sobre a quantidade de defeitos gerados, entretanto irão influenciar o tempo para detectá-los. Os baixos níveis desta capacidade causarão estrangulamentos na aprovação dos serviços prestados. Em tarefas com forte interdependência, o fornecedor não pode ir em frente com o trabalho, mas terão de suportar os custos de capacidade ociosa. Além disso, o

atraso causado pela equipa de gestão do contrato irá aumentar a pressão sobre o cronograma do projeto. O fornecedor pode ter que mobilizar mais capacidade para o projeto em uma tentativa de manter o prazo inicial, aumentando seus custos.

O gráfico de sensibilidade da figura 5.15 mostra que em, pelo menos, 70% das 200 simulações da análise multivariada de sensibilidade, o desempenho do tempo de conclusão da OS FIS003 foi acima do valor típico (0,08). Entretanto, em 100% das simulações o risco da não realização do benefício B4 se concretizou ($ILF < 0,8$). É possível observar o alargamento dos intervalos de confiança, e a maior amplitude dos impactos gerados no prazo, ocorre nas proximidades da violação do tempo de conclusão previsto.

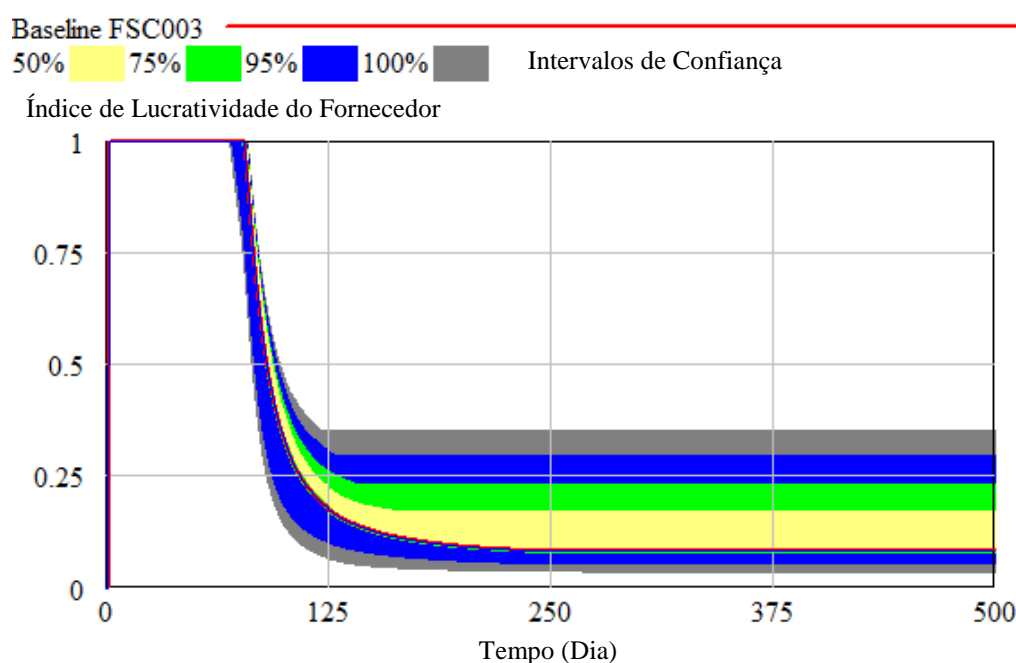


Figura 5.15 – Gráfico de sensibilidade do ILF a alterações de condições de monitoramento de contratos.

Esta seção é concluída destacando que os níveis de incerteza simulados nas condições de monitoramento de contratos do cliente causaram impacto direto no custo e no tempo de conclusão dos projetos, bem como na qualidade do relacionamento com o fornecedor, medida pela sua lucratividade. Simulações univariadas conduzidas em seção anterior mostraram que a contratação de pessoas para monitoramento de contratos impacta mais negativamente no custo que capacitar o RH existente, aumentando a capacidade máxima individual das pessoas. Desta forma, as simulações de aprendizagem com o ITO-CapSim indicam que uma ação efetiva para mitigar os riscos

de não realização dos benefícios B1, B2 e B4 é investir no aumento da capacidade de monitoramento de contratos: primeiramente, com ações de capacitação, seguida da contratação de mais recursos humanos.

Entretanto, é possível observar também que em nenhum cenário simulado, os benefícios planejados foram realizados. Isto dá pistas de que os problemas não estão localizados apenas no cliente, e que ações de controle também devem ser tomadas do lado do fornecedor. Isto será abordado na próxima seção.

Variando as condições do fornecedor

Foram realizadas 200 simulações em que todos os parâmetros do modelo relacionados com a capacidade de entrega de serviços de desenvolvimento de sistemas de informação variaram simultaneamente, a saber: Tempo para Ajustar Capacidade Funcao TI e Taxa de Insercao de Defeitos Funcao TI.

Impacto sobre o custo da OS. A Figura 5.16 mostra o gráfico de sensibilidade do IDC. Através da análise visual, é possível perceber que em, pelo menos, 50% das 200 simulações da análise multivariada de sensibilidade, o desempenho do custo da OS FIS003 foi acima do valor típico (0,34). Entretanto, em 100% das simulações o risco da não realização do benefício B1 se concretizou ($IDC < 0,9$).

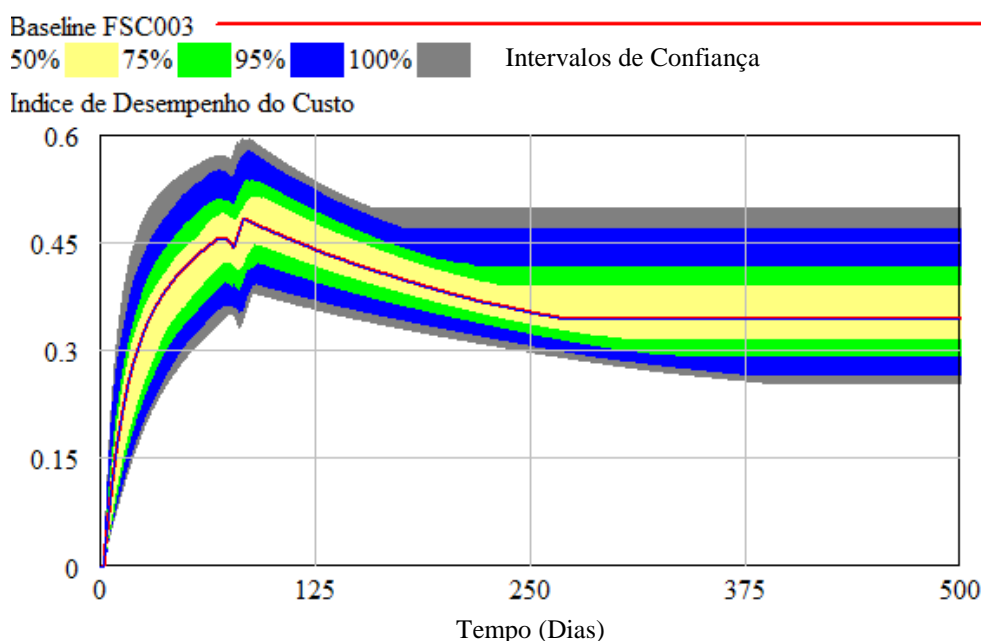


Figura 5.16 – Gráfico de sensibilidade do IDC a alterações de condições do fornecedor.

A figura 5.17 mostra o histograma da análise de sensibilidade do IDC. Usando o teste de Anderson-Darlin, foi observado que os dados apresentam uma boa aderência à distribuição Weibull de 3 parâmetros, com estimadores Forma=2,119, Escala=0,1217 e Limite=0,247.

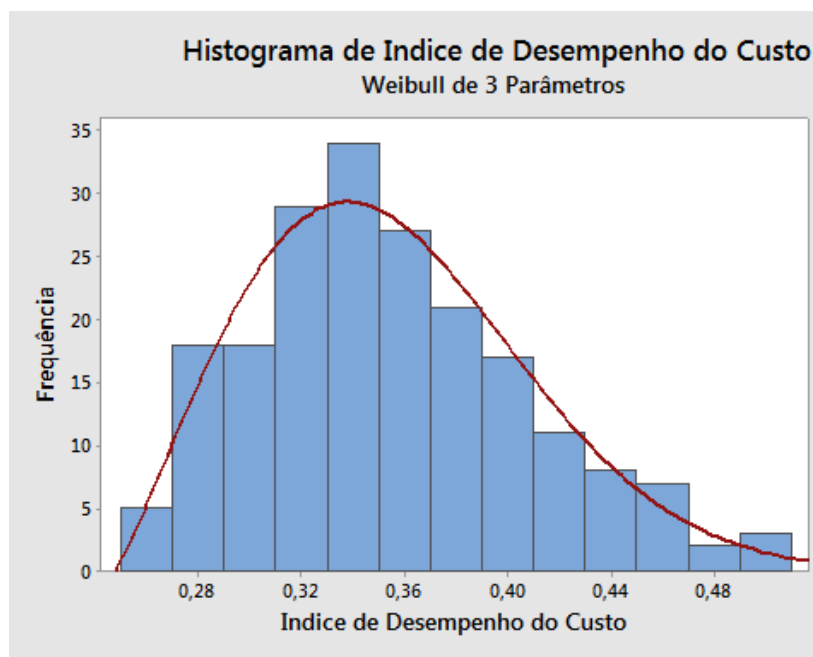


Figura 5.17 – Histograma de Sensibilidade do IDC a alterações de condições do fornecedor.

Assumindo que $F(x)$ é a função de distribuição de probabilidade Weibull de 3 parâmetros, a probabilidade acumulada do IDC ser menor que o limite mínimo estabelecido como benefício é $F(x \leq 0,9) = 1$. Em outro exercício, a probabilidade de se obter um desempenho pior do que o típico é $F(x \leq 0,34) = 0,46$. Existe um risco de 46% de piora no desempenho típico de custo da OS, com os níveis simulados de incerteza associados à capacidade de desenvolvimento do fornecedor.

Impacto sobre o tempo de conclusão da OS. A Figura 5.18 mostra o gráfico de sensibilidade do IDTC. Visualmente, observa-se que em, pelo menos, 50% das 200 simulações da análise de sensibilidade, o desempenho do tempo de conclusão da OS FIS003 foi acima do valor típico (0,28). Entretanto, em 100% das simulações o risco da não realização do benefício B2 se concretizou ($IDTC < 0,8$).

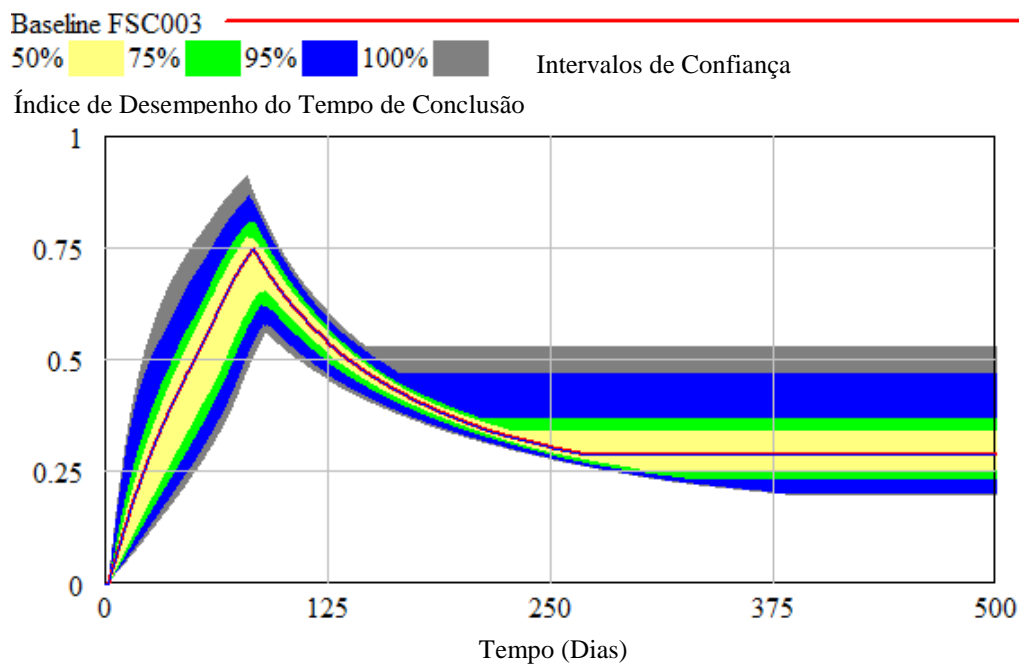


Figura 5.18 – Gráfico de sensibilidade do IDTC a alterações de condições do fornecedor.

A figura 5.19 mostra o histograma da análise de sensibilidade do IDTC. Usando o teste de Anderson-Darlin, observou-se que os dados apresentam uma boa aderência à distribuição Lognormal de 3 parâmetros, com estimadores Locação=-1,93, Escala=0,4 e Limite=0,144.

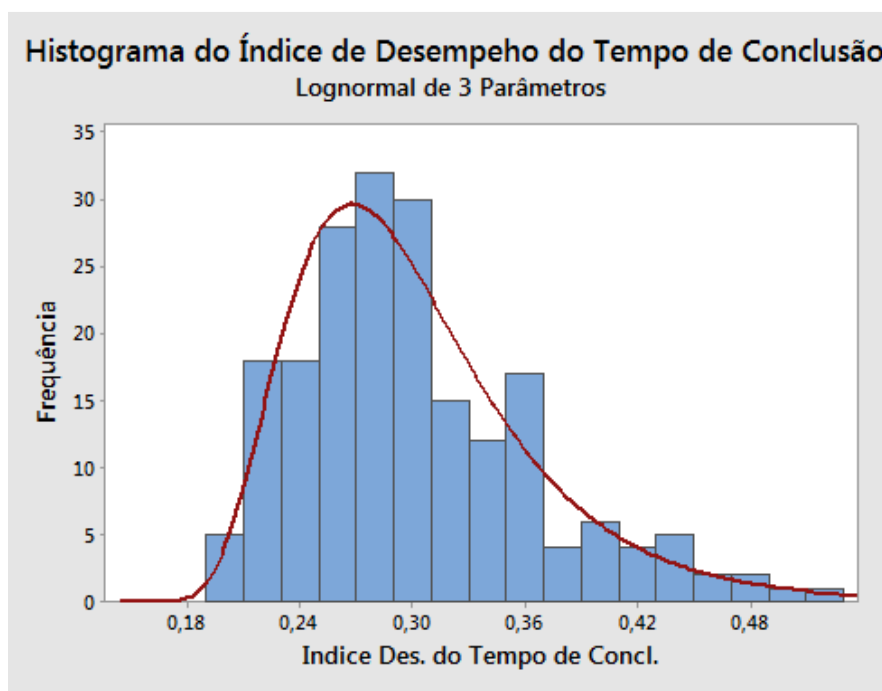


Figura 5.19 – Histograma de Sensibilidade do IDTC a alterações de condições do fornecedor.

Assumindo que $F(x)$ é a função de distribuição de probabilidade Lognormal de 3 parâmetros, a probabilidade acumulada do IDC ser menor que o limite mínimo estabelecido como benefício é $F(x \leq 0,8) = 1$. Em outro exercício, a probabilidade de se obter um desempenho pior do que o típico é $F(x \leq 0,28) = 0,44$. Existe um risco de 44% de piora no desempenho típico de custo da OS, com os níveis simulados de incerteza associados à capacidade de desenvolvimento do fornecedor.

Impacto sobre a lucratividade do fornecedor. O gráfico de sensibilidade da figura 5.20 mostra que em, pelo menos, 35% das 200 simulações da análise multivariada de sensibilidade, o desempenho do tempo de conclusão da OS FIS003 foi acima do valor típico (0,08). Entretanto, em 100% das simulações o risco da não realização do benefício B4 se concretizou ($ILF < 0,8$).

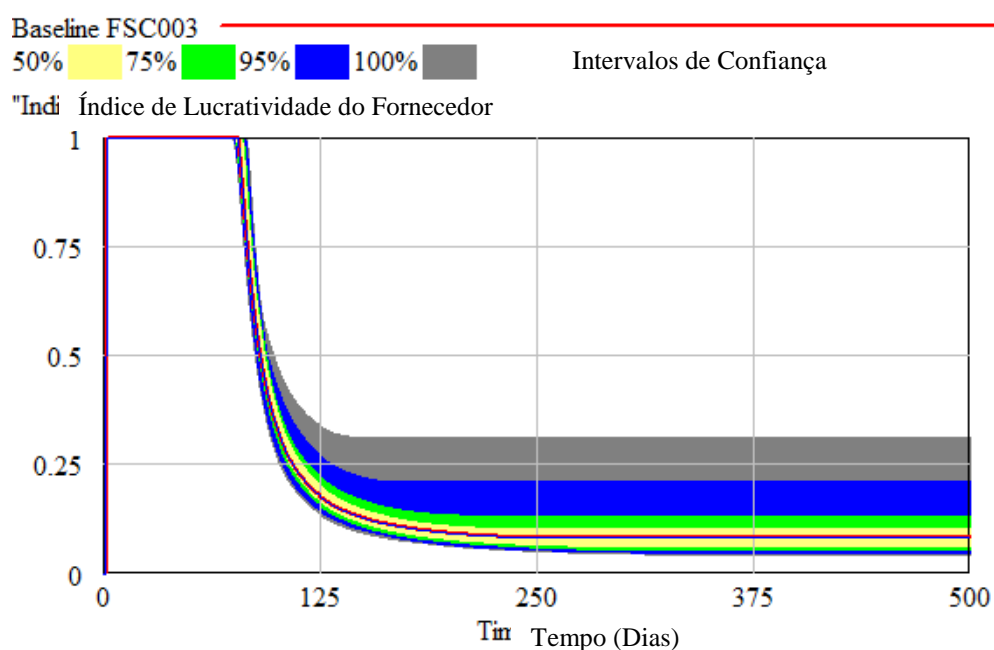


Figura 5.20 – Gráfico de sensibilidade do ILF a alterações de condições do fornecedor.

A figura 5.21 mostra o histograma da análise de sensibilidade do IDC. Usando o teste de Anderson-Darlin, foi observado que os dados apresentam uma boa aderência à distribuição Weibull de 3 parâmetros, com estimadores Forma=1,238, Escala=0,052 e Limite=0,04.

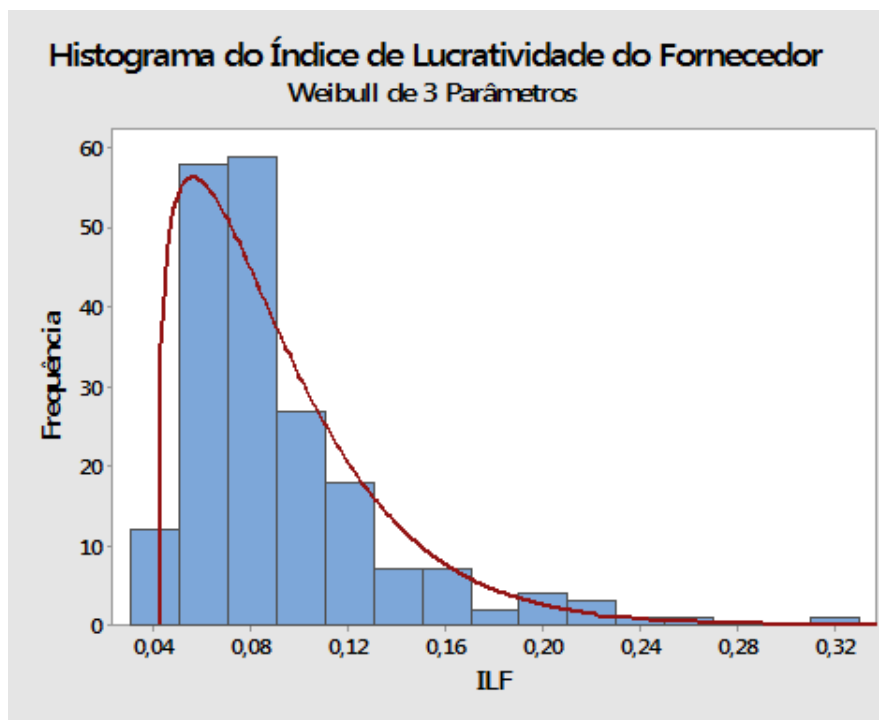


Figura 5.21 – Histograma de Sensibilidade do ILF a alterações de condições do fornecedor.

Assumindo que $F(x)$ é a função de distribuição de probabilidade Weibull de 3 parâmetros, a probabilidade acumulada do ILF ser menor que o limite mínimo estabelecido como benefício é $F(x \leq 0,8) = 1$. Em outro exercício, a probabilidade de se obter um desempenho pior do que o típico é $F(x \leq 0,08) = 0,51$. Existe um risco de 51% de piora na lucratividade, com os níveis simulados de incerteza associados à capacidade de desenvolvimento do fornecedor.

Este experimento é concluído, destacando-se que os níveis de incerteza simulados na capacidade de desenvolvimento de sistemas do fornecedor causaram impacto direto no alcance dos benefícios monitorados pelo ITO-CapSim.

As simulações indicaram que há uma probabilidade de 46% de queda no desempenho do custo da OS com relação à situação típica estabelecida. Com relação ao desempenho do tempo de conclusão dos projetos, foi calculada uma probabilidade de 44% de redução deste indicador. A própria lucratividade do fornecedor apresentou 51% de probabilidade de piora com relação à situação típica.

Nos cenários de incerteza simulados, também foram apresentadas probabilidades de melhora nos indicadores de benefícios. Embora não seja possível atingir as metas estabelecidas para tais benefícios, é possível perceber a magnitude das respostas às ações de mitigação dos riscos aqui avaliados.

As simulações realizadas podem provocar vários *insights* aos tomadores de decisão em matéria de prevenção e controle do risco de uma rescisão prematura de contrato de ITO, situação esta que pode comprometer a qualidade dos serviços e a realização dos benefícios planejados. Os efeitos da baixa capacidade de entrega de serviços de um fornecedor vão além do óbvio e imediato atraso dos projetos. Eles podem comprometer a qualidade do relacionamento e da rentabilidade do contrato, afetando o próprio fornecedor, que não poderia suportar tais impactos por muito tempo. O objetivo desta seção foi ilustrar como tomadores de decisão envolvidos no processo de terceirização de TI em organizações públicas podem usar o ITO-CapSim como laboratório para avaliar políticas de *sourcing* e analisar quantitativamente riscos na adoção de ITO.

Como última etapa do processo de validação do modelo aqui proposto, a próxima seção irá apresentar os resultados do processo aplicado para levantar o nível de utilidade percebida e de confiança dos usuários e *stakeholders* no uso do ITO-CapSim para o seu propósito.

5.4. Avaliação da Eficácia do ITO-CapSim

O processo de verificação e validação deve se preocupar com a criação de confiança suficiente em um modelo de simulação para que os seus resultados sejam aceitos pelos usuários e *stakeholders*. Responder às questões de pesquisa, formuladas no item 1.5, envolve validar o uso do modelo de simulação proposto neste trabalho por tomadores de decisão a respeito da terceirização de TI em organizações públicas.

Esta etapa do ciclo de validação do ITO-CapSim consiste em avaliar a sua eficácia para provocar a reflexão e para ampliar o entendimento sobre a adoção de terceirização de TI nas organizações públicas. O conceito de eficácia aqui usado está relacionado ao grau com que o modelo desenvolvido cumpre o seu propósito do ponto de vista do seu usuário.

A hipótese de pesquisa formulada na seção 1.6 foi:

- **HP:** O uso do modelo ITO-CapSim para a tomada de decisões em Gestão de Capacidades Essenciais de TI e em Gestão Estratégica de Terceirização de TI favorece a redução do risco de não alcance dos objetivos estratégicos na adoção de ITO.

A hipótese HP foi avaliada aferindo-se o julgamento dos usuários sobre se a tomada de decisão a respeito de ITO com o auxílio do ITO-CapSim pode favorecer o alcance dos objetivos da terceirização mais eficazmente. Isso está relacionado com o alcance dos objetivos estabelecidos para o modelo, abaixo transcritos no formato GQM para uma identificação mais precisa dos aspectos aferidos dos usuários:

- **O1:**

Analisar a dinâmica do emprego e da interação das Capacidades de TI das organizações durante os relacionamentos de terceirização de TI

Com o propósito de entender a realidade e avaliar alternativas

Com respeito aos resultados pretendidos com a terceirização de TI (redução de custos, aceleração de projetos)

Do ponto de vista dos gestores de nível estratégico (TI, contratos de ITO, Projetos)

No contexto dos departamentos de TI de organizações públicas do estado de Alagoas.

- **O2:**

Analisar a capacidade de Monitoramento de Contratos de ITO

Com o propósito de entender a sua influência e avaliar alternativas

Com respeito à conformidade de prazo e custo da entrega de serviços terceirizados e à qualidade do relacionamento como o fornecedor

Do ponto de vista dos gestores de nível estratégico (TI, contratos de ITO, Projetos)

No contexto dos departamentos de TI de organizações públicas do estado de Alagoas.

A hipótese HP também foi avaliada aferindo-se o julgamento dos usuários sobre se a gestão de riscos de ITO com o auxílio do ITO-CapSim leva a melhores decisões no controle dos fatores de risco que ameacem a não realização dos benefícios esperados com a adoção de ITO.

Foram realizados *workshops* e sessões coletivas de utilização do ITO-CapSim com 11 usuários/*stakeholders* das organizações participantes da pesquisa. Em seguida, foram coletados dados qualitativos, através da aplicação de um questionário (Apêndice C) para cada usuário. Cada *workshop*, mostrando os resultados dos testes de comportamento apresentados na seção 5.2, teve a duração aproximada de 50 minutos e

um público máximo de 6 pessoas. Cada seção coletiva de utilização do modelo, assistida pelo autor e seguindo o roteiro dos casos de uso apresentados na seção 5.3, teve a duração aproximada de 1 hora e um público máximo de 6 pessoas. Foi esclarecido que, na execução dos testes de comportamento, o modelo estava calibrado com parâmetros da Secrearia1, e perguntado aos usuários das demais organizações se realizar os testes de aprendizado desta forma seria satisfatório. Os usuários consultados responderam positivamente.

O intervalo entre os *workshops* e as seções de uso foi de, no máximo, uma semana. O mesmo intervalo se aplicou entre as seções de uso e a aplicação dos formulários, visando obter as percepções ainda recentes dos usuários e, portanto, mais claras.

No formulário de avaliação do ITO-CapSim, os aspectos relacionados à eficácia do modelo foram divididos em dois blocos:

- ❖ Eficácia do modelo para a análise de políticas de *sourcing* de capacidades essenciais de TI.
 - Aumento do entendimento sobre a dinâmica da aplicação dos recursos e capacidades de TI, próprios e de terceiros;
 - Aumento do entendimento sobre a dinâmica da execução dos projetos de TI num fluxo formal de entrega de serviços;
 - Aumento do entendimento sobre a dinâmica da interação entre as tarefas de monitoramento de contratos e de entrega de serviços de TI;
 - Aumento do entendimento sobre a dinâmica da realização de benefícios de ITO;
 - Preferência pelo modelo proposto, com relação ao método atualmente utilizado para a avaliação de políticas de suprimento de capacidades de TI.
- ❖ Eficácia do modelo para a gestão de riscos de ITO.
 - Aumento do entendimento sobre os impactos quantitativos das incertezas a respeito dos fatores de risco nos benefícios esperados pela adoção de ITO;
 - Aumento do entendimento sobre a efetividade das ações de mitigação dos riscos à realização dos benefícios esperados pela adoção de ITO.
 - Preferência pelo modelo proposto, com relação ao método atualmente utilizado para a gestão riscos de ITO.

5.4.1. Levantamento da Opinião dos Usuários

A tabela 5.17 mostra a codificação das questões, organizadas por bloco, utilizadas para capturar o julgamento dos usuários do ITO-CapSim a respeito dos aspectos relacionados com a avaliação da hipótese HP.

Questão	Aspecto aferido
Efic1	Eficácia para a avaliação de políticas de <i>sourcing</i> de capacidades de TI
Efic1-1	Entendimento sobre a dinâmica da aplicação dos recursos e capacidades de TI, próprios e de terceiros
Efic1-2	Entendimento sobre a dinâmica da execução dos projetos de TI num fluxo formal de entrega de serviços.
Efic1-3	Entendimento sobre a dinâmica da interação entre as tarefas de monitoramento de contratos e de entrega de serviços de TI
Efic1-4	Entendimento sobre a dinâmica da realização de benefícios de ITO
Efic1-5	Preferência pelo modelo proposto, com relação ao método atualmente utilizado para a gestão de capacidades de TI e de ITO
Efic2	Eficácia para a gestão de riscos de ITO
Efic2-1	Entendimento sobre os impactos quantitativos das incertezas a respeito dos fatores de risco nos benefícios de ITO
Efic2-2	Entendimento sobre a efetividade das ações de mitigação dos riscos à realização dos benefícios de ITO
Efic2-3	Preferência pelo modelo proposto, com relação ao método atualmente utilizado para a avaliação de políticas de suprimento de capacidades de TI.

Tabela 5.17 – Codificação das questões do formulário nos aspectos aferidos.

A percepção subjetiva dos usuários sobre o modelo foi capturada através da avaliação de afirmações a respeito dos aspectos listados, usando uma escala tipo Likert de cinco valores: (DP) Discordo Plenamente; (D) Discordo; (I) Indeciso; (C) Concordo; (CP) Concordo Plenamente.

No processo de análise dos resultados, esta escala de cinco valores foi transposta para uma escala de dois valores. As respostas DP, D e I foram mapeadas para a resposta (D) Discordo. As respostas C e CP foram mapeadas para a resposta (C) Concordo. A escala de cinco pontos foi utilizada para melhor capturar a imprecisão das opiniões dos respondentes. A escala de dois pontos é mais conveniente para a estratégia de teste de hipóteses aqui adotada.

5.4.2. Avaliação dos Resultados

A tabela 5.18 mostra o sumário dos dados coletados dos 11 usuários do ITO-CapSim. A primeira coluna mostra os códigos das questões do formulário, divididas nos blocos Efic1 e Efic2 e consolidadas em Efic. As demais colunas sumarizam os escores das respostas, por ponto da escala Likert de cinco pontos. As linhas mostram os escores das respostas em cada questão. A linha em amarelo consolida os escores das respostas obtidas em cada bloco.

Questão	Escore				
	DP	D	I	C	CP
Efic1	0	0	1	15	39
Efic1-1	0	0	0	5	6
Efic1-2	0	0	1	5	5
Efic1-3	0	0	0	3	8
Efic1-4	0	0	0	2	9
Efic1-5	0	0	0	0	11
Efic2	0	0	2	10	21
Efic2-1	0	0	0	3	8
Efic2-2	0	0	0	3	8
Efic2-3	0	0	2	4	5
Efic	0	0	3	25	60

Tabela 5.18 – Escores das avaliações dos usuários, na escala Likert de cinco pontos.

A tabela 5.19 mostra os escores das respostas dos usuários, transpostos para a escala de dois pontos.

Questão	Escore	
	D	C
Efic1	1	54
Efic1-1	0	11
Efic1-2	1	10
Efic1-3	0	11
Efic1-4	0	11
Efic1-5	0	11
Efic2	2	31
Efic2-1	0	11
Efic2-2	0	11
Efic2-3	2	9
Efic	3	85

Tabela 5.19 – Escores das avaliações dos usuários, na escala de dois pontos.

Dos 11 gestores da área de TI que avaliaram o ITO-CapSim, 11 concordaram que o uso do modelo aumentou o entendimento sobre a dinâmica da aplicação dos recursos e capacidades de TI. 10 respondentes concordaram que houve aumento no entendimento sobre a dinâmica da execução dos projetos de TI, enquanto que 1 respondente ficou indeciso. Todos os respondentes concordaram que o entendimento sobre a interação entre as tarefas de monitoramento de contratos e de entrega de serviços de TI ao longo do tempo aumentou. O entendimento sobre a dinâmica da realização de benefícios de ITO aumentou na opinião de todos os respondentes. Todos os usuários demonstraram preferência pelo ITO-CapSim, com relação ao método atualmente utilizado para a gestão de capacidades de TI e de ITO.

A partir dos dados da tabela 5.19, HP foi avaliada através do teste estatístico de proporção. Para cada bloco de respostas, foi calculada a proporção dos usuários que concordaram com a eficácia do ITO-CapSim, aqui nomeada de proporção da amostra (P_A). Usando o teste de 1 proporção do software estatístico Minitab, para cada bloco de respostas, foi inferida a proporção de interesse da população de gestores de TI (P), com significância estatística de 5% (intervalo de confiança de 95%) e testada a respectiva hipótese. É considerado nesta pesquisa que a hipótese HP será confirmada se a proporção populacional (P_{Efic}) seja de, pelo menos, 0,8. O resultado do teste de hipótese de proporção realizado é mostrado na tabela 5.20.

Bloco	P_A	P	Teste de Hipótese	P-valor
Efic	0,97	0,91	HP ($P_{Efic} \geq 0,8$) confirmada	0,0008

Tabela 5.20 – Resultados dos testes de 1 proporção e da hipótese da pesquisa.

As proporções populacionais listadas na tabela 5.20 são os limites inferiores dos intervalos de confiança das proporções populacionais calculadas.

Há 95% de probabilidade de que, pelo menos 80% da população de gestores de TI concorde com a eficácia do ITO-CapSim para avaliar políticas e alternativas de *sourcing* de capacidades essenciais de TI, como também para analisar riscos da não realização dos benefícios planejados para a adoção de ITO. Observa-se que o P-valor obtido com os testes de HP é inferior ao nível de significância escolhido para o teste (5%).

No intervalo de tempo máximo de uma semana após a aplicação do formulário de aferição da opinião dos usuários, entrevistas não estruturadas complementares foram

conduzidas com seis usuários que participaram dos eventos de validação aqui descritos sobre a preferência em usar o ITO-CapSim.

No que diz respeito à tomada de decisão sobre políticas de ITO e de gestão de recursos capacidades essenciais de TI, os entrevistados responderam preferir o ITO-CapSim porque este oferece a oportunidade de entender a complexa rede de causalidade envolvida neste escopo. Segundo eles, o modelo permite a condensação do conhecimento individual e fragmentado dos gestores mais experientes em matéria de terceirização de TI em conhecimento organizacional, portanto, compartilhável. Gestores entrevistados ainda relataram que o simulador supre a falta de um processo bem definido para a gestão de recursos humanos de TI nas organizações públicas, sobretudo para subsidiar decisões a respeito da terceirização de capacidades de TI. Conforme apontado no capítulo 3 desta tese, nenhuma das organizações pesquisadas possui tal processo bem definido. Também foi apontado pelos entrevistados como diferencial do uso do ITO-CapSim, o foco na gestão de contratos. Segundo eles, não existe a cultura organizacional de “monitorar o monitoramento de contratos”, tampouco de quantificar o desempenho desta função e de entender os seus impactos no processo de entrega dos serviços terceirizados.

Com relação ao uso do simulador no processo de gestão de riscos, as opiniões dos usuários seguem duas vertentes distintas. Os respondentes pertencentes ao quadro de TI da Org3, por não possuírem este processo implantado, não poderiam fazer uma análise comparativa da abordagem adotada pelo ITO-CapSim. Entretanto, estes foram favoráveis ao uso do simulador. Na Org2, um processo qualitativo de gestão de riscos é adotado e os respondentes pertencentes a esta organização afirmaram ter familiaridade com esta abordagem. Para alguns destes respondentes, o ITO-CapSim seria utilizado como complemento do processo já em uso. A maioria dos respondentes, entretanto, demonstrou preferência pelo simulador, argumentando que a comunicação do risco de forma estatística e os impactos de forma monetizável seria mais eficaz para sensibilizar gestores de negócios.

Com base na análise destas entrevistas e com o resultado obtido pela avaliação estatística que dão suporte à hipótese HP, concluí-se que existem evidências suficientes para responder afirmativamente à pergunta de pesquisa formulada por esta tese:

No âmbito das organizações públicas da esfera estadual em Alagoas, compreender a complexidade dinâmica do emprego das capacidades essenciais de TI e da interação destas com as capacidades dos fornecedores durante relacionamentos de

terceirização favorece a redução do risco de não alcance dos objetivos estratégicos na adoção de ITO.

5.5. Ameaças à Validade do Modelo

Esta seção discute as ameaças à validade deste estudo.

5.5.1. Validade de Construto

Este aspecto da validade reflete em que extensão as métricas utilizadas no estudo realmente representam os conceitos que o pesquisador tem em mente e que são investigados nas questões de pesquisa. Se, por exemplo, os construtos discutidos nas perguntas das entrevistas não são interpretados da mesma maneira pelo pesquisador e pelas pessoas entrevistadas, existe uma ameaça para a validade de construto.

Os seguintes problemas associados com a validade de construto foram identificados:

- O conceito de capacidade utilizado nesta pesquisa foca essencialmente medir a produtividade das pessoas e de suas habilidades. Mensurar o aprendizado das pessoas e como este pode contribuir para a realização de uma tarefa é sempre desafiador. Há o risco de que tratar capacidade como uma taxa de produtividade, em função de três parâmetros, seja muito simplista. Uma análise de *trade-off* conduzida periodicamente, considerando o nível de detalhes do construto *Capacidade*, a dificuldade de operacionalização deste construto em um modelo numérico de fluxo e a disponibilidade de dados empíricos para o cálculo da capacidade foi a forma com a qual se buscou reduzir esta ameaça ao longo da pesquisa.
- Os conceitos de dinâmica de sistemas são complexos. A construção de um conhecimento pré-operacional adequado para a condução da pesquisa requer a manutenção de um grupo estável de usuários e *stakeholders*. Por questões de disponibilidade dos gestores das organizações participantes desta pesquisa, a rotatividade de membros no grupo de usuários comprometeu a homogeneidade do conhecimento desejável para a avaliação do modelo proposto.

5.5.2. Validade Interna

Validade interna é o grau com o qual é possível tirar conclusões sobre o efeito causal das variáveis independente sobre as variáveis dependentes. Por depender fortemente de pessoas para a aquisição de conhecimento específico sobre as organizações pesquisadas e para a avaliação da eficácia do ITO-CapSim, as seguintes ameaças potenciais a esta pesquisa foram identificadas:

- Com relação ao efeito de seleção, as organizações participantes desta pesquisa foram selecionadas levando-se em conta a representatividade destas na população de organizações públicas de Alagoas que adotam ITO. Entretanto, ter acesso a informações, fatos e conhecimento sensíveis, bem como obter o tempo dos gestores de TI para a condução do desenvolvimento e validação do modelo aqui proposto dependeu consideravelmente da rede de relacionamentos do pesquisador. Buscou-se mitigar a influência deste fato nas respostas dos participantes através da preservação do anonimato dos respondentes nos formulários.
- A falta de disponibilidade das pessoas da Org1 causou o abandono desta organização da participação na pesquisa. Buscou-se mitigar uma possível perda de representatividade da amostra das organizações públicas, agora reduzida, substituindo-se os gestores da Org1 por novos gestores de TI pertencentes às organizações remanescentes.
- Procurou-se mitigar ameaças de instrumentação escolhendo-se questões de entrevistas já validadas em outros estudos e através da realização de pré-testes nos roteiros de entrevistas e formulários de avaliação.
- A produtividade das pessoas é um dos principais focos desta pesquisa. No funcionalismo público brasileiro, tido como ineficiente, este tema pode ser um tabu. Esta ameaça social foi considerada na elaboração e condução da entrevistas de aquisição de conhecimento, visando reduzir o viés político das respostas.

5.5.3. Validade Externa

Validade externa diz respeito ao grau com o qual é possível generalizar as conclusões, e em que medida os resultados são relevantes para outras pessoas fora do caso investigado. Duas possíveis ameaças foram identificadas:

- O modelo de simulação aqui proposto foi projetado visando contemplar a representação de qualquer capacidade de TI em um cenário de terceirização e intermediada pela gestão de contratos. Entretanto, só a capacidade de desenvolvimento de sistemas de informação foi efetivamente testada. A simulação do uso de outras capacidades precisa ser melhor investigada.
- Na prática, o processo de gestão de contratos nas organizações públicas de Alagoas ainda não é uniforme. Visando dar mais representatividade à forma como a capacidade de monitoramento de contratos foi modelada no escopo do ITO-CapSim, a IN-04, do Governo Federal do Brasil foi adotada como referencial de comportamento pelo ITO-CapSim. A tendência é que esta normativa seja cada vez mais adotada pelas esferas Estadual e Municipal, aumentando assim a aplicabilidade do simulador a outras organizações públicas.

5.5.4. Validade de Conclusão

Validade de conclusão diz respeito ao grau com o qual o que o que foi concluído tem representatividade estatística. Dentre outras coisas, é verificado se o tamanho da amostra foi suficiente para dar poder estatístico à constatação. Uma possível ameaça foi identificada:

- A efetividade do modelo de dinâmica de sistemas aqui desenvolvido foi avaliada por um grupo de 11 usuários, composto por gestores de TI, de projetos de software e de contratos de ITO, pertencentes aos quadros efetivos de funcionários de duas organizações públicas estaduais. Embora o número de indivíduos que se disponibilizaram a participar da pesquisa tenha sido pequeno, ele foi suficiente para confirmar a hipótese alternativa desta pesquisa através do teste estatístico de proporção, realizado com significância de 5%. Considerando-se que a população/escopo deste estudo está restrita à esfera estadual do Estado de Alagoas, o número de respondentes ganha mais representatividade.

O próximo capítulo apresenta uma análise geral dos resultados obtidos neste trabalho, assim como alguns pontos considerados promissores em termos de novas contribuições a serem alcançadas em trabalhos futuros.

6. Conclusão

No contexto das organizações públicas brasileiras, foi constatado por órgãos de controle da esfera federal e estadual um alto grau de terceirização de tecnologia da informação, sem a devida análise dos benefícios e dos riscos envolvidos ou sem o alinhamento desta iniciativa com os objetivos organizacionais. Dentre as causas percebidas, destacam-se a deficiência no processo de planejamento estratégico organizacional e de TI, a carência de quadro de pessoal próprio na área de TI e deficiências no processo de contratação e gestão contratual de soluções de TI.

A Terceirização de Tecnologia da Informação (*Information Technology Outsourcing* – ITO) é uma disciplina complexa, que envolve a interação entre a gestão de capacidades organizacionais, a gestão de suprimento (*sourcing*) de serviços de TI e a gestão de benefícios. Esta complexidade aumenta no contexto da gestão pública, devido à já mencionada falta de alinhamento estratégico entre as áreas de negócio e de TI e à morosidade da máquina pública, dificultando a tomada de decisões que favoreçam o alcance dos benefícios planejados.

Ainda há lacunas no conhecimento organizacional da administração pública para lidar com esta complexidade, conhecimento este que possa ser usado pelos gestores para decidirem: que capacidades desenvolver e/ou manter internas às organizações e em que quantidade; como tais capacidades se comportam numa complexa rede de interações entre as equipes interna e do fornecedor, dentre vários outros fatores envolvidos no processo de terceirização.

Em resposta ao problema identificado, o objetivo geral desta pesquisa foi analisar a dinâmica complexa do emprego de capacidades essenciais de TI e da interação destas capacidades com as de fornecedores durante a execução de contratos de terceirização, com o propósito de subsidiar decisões que favoreçam o alcance dos resultados pretendidos pela adoção de ITO, no contexto das organizações públicas estaduais de Alagoas. Um modelo de simulação baseado em dinâmicas de sistemas foi proposto como solução para lidar com a complexidade inerente ao processo de terceirização, visando aperfeiçoar o entendimento dos problemas envolvidos e gerar *insights* que possam aumentar a eficácia da gestão estratégica de *sourcing* de capacidades essenciais de TI.

O foco desta tese de doutorado é, portanto, no aprendizado organizacional baseado em simulação com dinâmica de sistemas.

O restante deste capítulo sintetiza todas as fases da presente pesquisa e destaca os resultados alcançados, confrontando-os com os objetivos estabelecidos para esta tese. Em seguida, são apresentadas algumas limitações da pesquisa e sugestões para trabalhos futuros.

6.1. Sumário da Pesquisa

A escolha do tema ITO foi feita por interesse do pesquisador, que se encontra inserido no ambiente de TI de uma organização pública da esfera estadual, e vivencia os problemas causados por políticas de terceirização de TI desalinhadas dos objetivos organizacionais e governamentais. As organizações públicas da esfera estadual do Estado de Alagoas constituíram o campo empírico desta pesquisa.

No curso desta pesquisa, os seguintes métodos foram utilizados: revisão da literatura e Integrated Measurement, Modeling and Simulation (IMMoS), uma metodologia que integra a modelagem e a simulação com Dinâmica de Sistemas – de caráter quantitativo, a Mensuração Orientada a Métricas (GQM) – de caráter quantitativo – e Estudo de Casos – de caráter qualitativo e quantitativo.

Na primeira fase da pesquisa (Pré-estudo), de caráter exploratório, foram identificadas as organizações públicas da esfera estadual com maior relevância na adoção de terceirização de TI, a partir de uma pesquisa previamente realizada sobre ITO em Alagoas (CUNHA, 2011). Destas, foram selecionadas para participar da pesquisa três organizações cujos gestores demonstraram interesse e disponibilidade para colaborar, definindo-se assim, os usuários do modelo proposto.

Foram realizadas entrevistas e pesquisa documental visando aquisição de conhecimento sobre a adoção de ITO nas organizações pesquisadas. Gestores de TI (corporativos, de projetos, de contratos) foram entrevistados sobre os temas: alinhamento estratégico TI/negócios, tomada de decisão sobre ITO e verificação de benefícios das contratações de TI. Observou-se nas organizações entrevistadas um alto grau de terceirização de tecnologia da informação, sem a devida análise dos benefícios e dos riscos envolvidos, bem como sem o alinhamento desta iniciativa com os objetivos organizacionais.

Paralelamente, uma extensa revisão bibliográfica na literatura sobre os temas ITO, gestão de TI, gestão de riscos de ITO, gestão de capacidades de TI e gestão de benefícios foi realizada, para um aprofundamento teórico sobre o problema identificado.

Definiu-se que o simulador a ser desenvolvido teria o seguinte foco de análise: a dinâmica da utilização de recursos humanos e suas habilidades pelas funções de desenvolvimento de sistemas de informação e de monitoramento de contratos de ITO, ao longo da fase de gerenciamento do contrato e do relacionamento de terceirização e; a influência da função de monitoramento de contratos no desempenho dos projetos de TI terceirizados e no relacionamento com o fornecedor. Dentre as várias capacidades essenciais de TI, a função Desenvolvimento de Sistemas de Informação foi selecionada por apresentar contratos bastante detalhados, reflexo da adoção de metodologias e *frameworks* maduros, e por ser um foco identificado de problemas de desempenho contratual. Já a atividade Monitoramento de Contratos foi selecionada por intermediar todas as interações entre as capacidades dos clientes e dos fornecedores e por ser um gargalo identificado no fluxo de entrega de serviços terceirizados.

A fase de pré-estudo foi concluída com a definição de um plano de levantamento de dados empíricos (GQM), fundamental para a construção do modelo de simulação pretendido.

Para possibilitar a implementação da versão inicial do modelo de dinâmica de sistemas proposto, batizado de ITO-CapSim, foi necessário o estabelecimento de uma hipótese dinâmica e a construção de um diagrama de causalidade envolvendo as entidades identificadas no contexto do problema a ser atacado.

A partir das entrevistas realizadas na fase de pré-estudo e da análise dos dados empíricos levantados com o plano GQM em uma das organizações pesquisadas, foi possível a identificação de padrões de comportamento conhecidos, comportamentos problemáticos, relações causais e equações de interesse. O arquétipo de dinâmica de sistemas predominantemente observado foi o de “busca por objetivo”. Foram identificados padrões de comportamento típicos de mecanismos de referência usados na gestão de projetos e de seus recursos humanos, no aprendizado organizacional e em alguns processos de TI. Houve a constatação de comportamentos problemáticos, como erros de estimativa de esforço e atrasos na conclusão de projetos, nível insuficiente de capacidade de monitoramento de contratos, perda de produtividade a cada 6 meses devido a mudança de fornecedor. Equações foram capturadas dos contratos, das

metodologias adotadas, dos dados históricos e dos modelos mentais dos atores envolvidos no contexto modelado.

O diagrama de causalidade foi construído, conectando-se todos os mecanismos base identificados, e modularizado de acordo com as diferentes áreas de tomada de decisão envolvidas: i) Gestão de Benefícios; ii) Gestão de Demandas; iii) Gestão de Capacidades e; iv) Gestão de Sourcing.

Todos esses resultados e constatações subsidiaram a produção de um modelo formal inicial, que foi submetido a um processo iterativo e cíclico de verificação, validação e refinamento, descrito na seção 3.6. Neste processo, foram usadas informações históricas de 20 projetos de desenvolvimento de sistemas de informação, coletadas e analisadas quando da execução do plano GQM.

O modelo formal inicial, bem como todos os artefatos usados em sua concepção, foi apresentado aos usuários e stakeholders, através de workshops e reuniões, para a etapa de verificação estrutural. Os aspectos verificados foram: adequação de escopo, formulação das equações, consistência dimensional, parâmetros e condições extremas. A avaliação dos usuários foi a de que o modelo apresentou resultados coerentes para os indicadores de custo e tempo de conclusão dos 20 projetos simulados nesta etapa.

Na validação de comportamento, foi avaliado se os padrões de comportamento gerados pelo modelo foram próximos o suficiente dos principais padrões exibidos pelo sistema real. Os seguintes aspectos foram avaliados: replicação de comportamento, adequação visual e sensibilidade dos atributos de saída às mudanças nos parâmetros de entrada.

Para avaliar de maneira mais formal e quantitativa o quão próximo o comportamento simulado dos principais índices de valor agregado dos projetos está do real, foram utilizados três testes estatísticos apontados pela literatura como apropriados para avaliar comportamentos de modelos de dinâmica de sistemas: Percentual de Erro na Média (E1), Percentual de Erro no Desvio Padrão (E2) e Índice Global de Discrepância (U). Os resultados obtidos pelos testes sobre os índices de valor agregado Índice de Desempenho do Custo (IDC) e Índice de Desempenho do Tempo de Conclusão (IDTC) foram considerados satisfatórios ($E1 < 0,05$; $E2 < 0,3$; $U < 0,025$). Além disso, gráficos foram gerados, confrontando-se as curvas descritas pelos indicadores reais e simulados, onde se percebeu uma adequação visual satisfatória entre os resultados.

Os testes de sensibilidade dos parâmetros de entrada e de calibragem do ITO-CapSim foram executados em três momentos distintos: a) durante a execução dos testes estruturais, com o objetivo de corrigir equações; b) durante os testes de comportamento, com o objetivo de eliminar parâmetros de pouca relevância e calibrar corretamente o modelo e; c) durante a execução de testes de aprendizado, com o objetivo de gerar incerteza nas entradas e analisar riscos.

Os resultados obtidos com os testes de comportamento foram apresentados aos usuários e subsidiaram o refinamento do modelo, foco da Fase 2.

A fase final desta pesquisa consistiu na utilização, manutenção e avaliação da eficácia do modelo aprimorado para a análise de políticas. Sessões de utilização do ITI-CapSim foram realizadas com as equipes de TI de duas das organizações pesquisadas. Foram explorados dois casos de uso para ilustrar a aplicabilidade do ITO-CapSim em apoiar a tomada de decisões sobre questões de ITO: a) a avaliação de políticas de sourcing, dividida em simulação de políticas e testes de ações de controle e; b) a análise de riscos de ITO.

Através de cenários, foi possível simular e avaliar o efeito que a adoção de diferentes políticas de sourcing, bem como de iniciativas de melhoria, poderiam ter no alcance dos benefícios estabelecidos com a adoção de ITO. Os benefícios considerados no escopo do ITO-CapSim são: B1) redução de custos com TI, observando-se o indicador IDC; B2) melhora da satisfação dos gestores de negócio com o cumprimento de prazos nos serviços de TI, observando-se o indicador IDTC; B3) emprego do nível adequado de capacidades essenciais de TI, observando-se o indicador ICE, e; B4) manutenção de um bom relacionamento com os fornecedores, observando-se o indicador ILF.

As políticas de sourcing selecionadas para análise no escopo desta pesquisa foram: a) Estado Mínimo (terceirização total); b) Terceirização por Demanda e; c) Preservação do Capital Intelectual (sem terceirização). Transversalmente, foi observada a política de Parceria Estratégica com Fornecedor nos cenários simulados que admitiram a terceirização. A avaliação final de uma série de 12 simulações foi que, em um contexto próximo da realidade, a política de sourcing Preservação do Capital Intelectual melhor atingiu os benefícios. Além da redução de custos com TI pretendida, a capacidade de desenvolvimento de sistemas foi retida pela organização, através dos seus recursos humanos próprios e de suas habilidades. Na presença de restrições (técnicas ou políticas) de contratação de recursos humanos próprios, o cenário mais

vantajoso em termos de custo e retenção do capital intelectual foi a política Terceirização por Demanda.

Também foi ilustrado como simular ações de controle possíveis de serem tomadas por gestores de TI visando evitar ou reduzir o comprometimento do alcance dos benefícios estabelecidos para a terceirização de TI. As intervenções foram organizadas por objetivo: reduzir o tempo de conclusão, melhorando o IDTC; reduzir o custo do projeto, melhorando o IDC e; melhorar o relacionamento com o fornecedor, mantendo o ILF em patamares aceitáveis.

Como último caso de uso dos testes de aprendizagem, foi apresentado como o ITO-CapSim pode ser aplicado à gestão de risco de ITO, conforme o seguinte roteiro: 1) Definir os fatores de risco; 2) Definir os impactos; 3) Definir estocasticamente a variação dos fatores de risco, simulando a incerteza; 4) Realizar a análise de sensibilidade dos fatores de impacto e; 5) Avaliar os resultados das simulações, encontrando as probabilidades acumuladas dos impactos atingirem valores indesejáveis.

Os seguintes cenários de risco (fatores de risco compostos) foram definidos para o exercício: CR-1) Capacidade insuficiente da organização cliente para monitorar os contratos de ITO e; CR-2) Capacidade insuficiente do fornecedor para entregar o serviço contratado. Os impactos definidos foram: CI-1) Aumento do custo com os serviços de TI ($IDC < 0,9$); CI-2) Insatisfação dos gestores de negócio com atraso na entrega dos serviços de TI ($IDTC < 0,8$); CI-3) Rescisão prematura de contrato ($ILF < 0,8$). A rede de causalidade entre os cenários de risco e de impacto foi construída conforme a literatura de ITO. As incertezas sobre os fatores de risco foram representadas através de variação estocástica, onde a função de distribuição de probabilidade triangular foi usada com parâmetros estimados por membros das equipes de TI das organizações em estudo.

A análise de sensibilidade foi dividida em duas etapas. Primeiramente, foram registrados os efeitos da incerteza a respeito das condições da organização contratante sobre os fatores de impacto. Em seguida, foram registrados os impactos causados pela incerteza sobre as condições do fornecedor. Em cada etapa, 200 simulações foram executadas, usando como entrada amostras aleatórias multivariadas dos fatores de risco pertinentes, respectivamente, ao cliente e ao fornecedor. Os resultados das simulações foram analisados através de gráficos de sensibilidade e de ferramentas estatísticas.

Os níveis de incerteza simulados nas condições de monitoramento de contratos do cliente causaram impacto direto no custo e no tempo de conclusão dos projetos, bem

como na qualidade do relacionamento com o fornecedor, medida pela sua lucratividade. As simulações de aprendizagem com o ITO-CapSim indicaram que uma ação efetiva para mitigar os riscos de não realização dos benefícios B1, B2 e B4 seria investir no aumento da capacidade de monitoramento de contratos: primeiramente, com ações de capacitação, seguida da contratação de mais recursos humanos.

Os níveis de incerteza simulados na capacidade de desenvolvimento de sistemas do fornecedor indicaram uma probabilidade de 46% de queda no desempenho do custo da OS com relação à situação típica estabelecida, 44% de redução no desempenho do tempo de conclusão dos projetos, e que a própria lucratividade do fornecedor apresentou 51% de probabilidade de piora com relação à situação típica.

Embora nenhuma das metas estabelecidas para os benefícios tenha sido atingida, com a abordagem de análise de riscos usada pelo ITO-CapSim, foi possível perceber a magnitude das respostas às ações de mitigação dos riscos aqui avaliados.

A atividade final de validação de aprendizagem foi obter a avaliação dos usuários a respeito da eficácia do ITO-CapSim como ferramenta de apoio a decisão sobre *sourcing* de capacidades essenciais de TI e de análise de riscos de ITO. Foram usados formulários e entrevistas para este fim.

As questões do formulário exploraram se houve aumento no entendimento sobre: a dinâmica da aplicação de capacidades essenciais de TI nos projetos; a dinâmica da interação entre as capacidades de monitoramento de contratos e de entrega de serviços; a dinâmica da realização dos benefícios de ITO; os impactos das incertezas nos benefícios de ITO e; a efetividade das ações de mitigação dos riscos aos benefícios de ITO. Também foi perguntado aos usuários, tanto no formulário quanto em entrevista, sobre a preferência em usar o ITO-CapSim para as duas finalidades mencionadas.

Os resultados da análise quantitativa (formulários) e qualitativa (entrevistas) apontaram para a aceitação da hipótese de pesquisa. Diante dos resultados obtidos, há indicativos de que o uso do ITO-CapSim como ferramenta de aprendizado organizacional e apoio à decisão sobre *sourcing* estratégico de capacidades essenciais de TI pode resultar em um processo mais bem sucedido de terceirização de TI. Isto sustenta a tese aqui defendida, partindo do pressuposto que os objetivos de ITO estão alinhados com benefícios pretendidos para os negócios.

6.2. Confronto com os Objetivos

A seguir, cada um dos objetivos específicos desta pesquisa será pontuado e relacionado com os resultados atingidos.

O objetivo específico de avaliar a dinâmica das capacidades organizacionais de TI *Monitoramento de Contratos e Entrega de Serviços* durante relacionamentos de terceirização foi atingido com o desenvolvimento de um modelo de dinâmica de sistemas que representou a mobilização de recursos humanos e de suas habilidades em produtividade aplicada a um fluxo de entrega de serviços. O modelo construído permite compreender não só o emprego dos recursos humanos nas funções de TI desenvolvimento de sistemas de informação e monitoramento de contratos de ITO ao longo do tempo, como também entender o comportamento emergente da interação entre estas duas funções em um fluxo de entrega de serviços. Esta compreensão permite avaliar alternativas para solucionar problemas ou potencializar resultados.

O objetivo de quantificar os resultados potencialmente gerados, em termos de custo, qualidade e tempo, pela aplicação dos recursos e das capacidades internas e terceirizadas na execução de processos de TI foi atingido, uma vez que o modelo desenvolvido nesta pesquisa tem natureza essencialmente quantitativa. O ITO-CapSim simula o processo de entrega de serviços de TI, dados os recursos humanos internos à organização e uma fonte de capacidade externa disponíveis. Este processo, ao ser executado para atender a demandas por serviços, consome recursos e gera resultados. As demandas por serviços são representadas no modelo por unidades de esforço, aqui chamadas unidades de serviço. O emprego dos recursos e capacidades de TI no processo é representado por uma taxa de transferência aplicada ao fluxo, aqui chamada de produtividade. O custo do processamento de uma demanda é calculado com base no esforço acumulado para concluir a demanda, incluindo re-trabalho, e no custo da unidade de serviço. A evolução do processamento das demandas no tempo é naturalmente registrada pelo ambiente de simulação com dinâmica de sistemas, o que permite capturar o momento da conclusão destas demandas. A qualidade dos serviços é quantificada através da inicialização de uma taxa de geração de defeitos pelos usuários. Tudo isto capacita o ITO-CapSim a cumprir o objetivo estabelecido.

O objetivo específico de analisar riscos envolvidos na adoção de ITO foi plenamente atingido na fase de testes de aprendizado com o ITO-CapSim. Um dos

casos de uso utilizados para ilustrar a utilidade do modelo desenvolvido para aumentar o conhecimento organizacional sobre *sourcing* estratégico de TI foi na análise de riscos.

O objetivo de validar a utilidade do modelo como ferramenta de apoio a decisão em gestão estratégica de terceirização de TI, em gestão de capacidades essenciais de TI e em análise de riscos de ITO, através de estudos de casos em organizações públicas da esfera estadual em Alagoas foi atingido, conforme a avaliação feita por onze gestores de TI de duas organizações públicas pesquisadas. Através do teste estatístico binomial de proporção, realizado com significância de 5%, pelo menos 80% da população de potenciais usuários acredita na eficácia do ITO-CapSim em atingir seu propósito.

Tendo em vista o alcance dos objetivos específicos, evidencia-se que o objetivo geral estabelecido por esta pesquisa, que é apoiar a tomada de decisão sobre a gestão estratégica de *sourcing* de capacidades essenciais de TI em organizações públicas, através do aprendizado organizacional sobre a complexidade dinâmica da aplicação e da interação entre capacidades essenciais de TI durante relacionamentos de ITO, foi satisfatoriamente atingido.

6.3. Contribuições

As contribuições geradas por esta pesquisa são de nível prático (desenho e implementação de um modelo quantitativo de apoio ao aprendizado organizacional) e empírico (validação do modelo). Tais contribuições são sumarizadas abaixo.

6.3.1. Contribuições Práticas

Objetivando preencher as lacunas apontadas na seção 1.7, como justificativas para esta pesquisa, e explorar o potencial de contribuição dos modelos de simulação com dinâmica de sistemas para o aprendizado organizacional e para o processo decisório sobre *sourcing* de capacidades essenciais de TI, o ITO-CapSim foi projetado e implantado.

Por si só, o desenvolvimento de um modelo de dinâmica de sistemas pode ser considerado um catalisador da aprendizagem organizacional, sobretudo para os atores envolvidos nas atividades de modelagem (modelador/pesquisador e usuários/*stakeholders*). O desenvolvimento do ITO-CapSim proporcionou vários

insights nos gestores de TI, sobretudo provocados pela concatenação de conhecimentos e pontos de vista fragmentados a respeito de ITO em uma perspectiva holística.

Esta pesquisa também contribui com a prática da área de BDIM ao desenvolver um modelo formal que atende aos seguintes requisitos básicos:

- Mapear métricas de TI em métricas de negócio – O ITO-CapSim mapeia as métricas de desempenho de recursos humanos e capacidades de TI, empregados no processamento de demandas, para indicadores de benefícios da adoção de terceirização de TI. Vale esclarecer que os benefícios monitorados podem potencialmente ser para qualquer processo de negócio que possua indicadores claros de custo, qualidade ou prazo;
- Prover meios para que os resultados de negócio possam ter as suas métricas causais antecedentes rastreadas, até atingir a camada de infraestrutura de TI – O uso da modelagem e simulação com dinâmica de sistemas como técnica construtiva, integrada com a mensuração orientada a objetivos (GQM), conferiu ao ITO-CapSim a capacidade de rastreamento causal entre métricas de TI e de negócios;
- Apresentar baixa intrusão no ambiente organizacional - O ITO-CapSim é de fácil calibragem e inserção de parâmetros de entrada, uma vez que os valores para estes parâmetros já tenham sido obtidos. A complexidade para a obtenção destes dados está em função da granularidade do modelo, definida no início do processo de modelagem, e do nível de acesso a dados concedido pelos *skateholders* ao modelador.
- Permitir adicionar ou remover entidades para tornar o modelo mais simples ou mais acurado – Este requisito é atendido pela técnica usada para construir o modelo aqui proposto;
- Permitir análises *what-if*, através da simulação de cenários – O ITO-CapSim atende amplamente a este requisito, conforme resultados dos testes de aprendizagem apresentados na seção 5.3;

Observa-se, entretanto, que a contribuição prática mais relevante dada por este trabalho para os estudos em BDIM foi explorar o potencial que a modelagem com dinâmica de sistemas tem para colaborar com esta área.

6.3.2. Contribuições Empíricas

O processo de validação do ITO-CapSim foi baseado na percepção de sua utilidade por gestores de TI de organizações públicas de Alagoas em seções de aprendizagem, usando dados empíricos coletados em uma das organizações pesquisadas. O uso do simulador aqui proposto possibilita:

- A melhora das estratégias de *sourcing* de TI, alinhando-as à entrega de benefícios para os negócios da organização ao longo do tempo;
- O suporte à produção de Planos de Capacidade de TI, auxiliando as organizações a dimensionar corretamente o “tamanho” de sua TI para atender às demandas do negócio, e, simultaneamente, controlar custos por reduzir a super-capacidade;
- A mensuração quantitativa do nível de exposição e o controle do risco de problemas de desempenho ou disponibilidade relacionados a questões de capacidade, de dependência de fornecedores externos ao prever a futura escassez de recursos próprios e de perda de capacidades essenciais de TI.

6.4. Limitações da Pesquisa

Como primeira limitação à realização desta pesquisa, aponta-se para restrições do ponto de vista orçamentário, de logística e, principalmente, de acesso a organizações e pessoas dispostas a viabilizar um processo mais rigoroso de validação. A metodologia aqui adotada para a modelagem com dinâmica de sistemas é um processo bastante interativo, que demanda tempo e dedicação de todos os envolvidos. O esforço de modelagem, verificação e validação também demandou o acesso a dados históricos sobre projetos terceirizados. Este acesso foi bastante restrito, tanto pelo caráter estratégico das informações quanto pela falta da cultura do registro. Isto pode ser atribuído, em parte, à cultura organizacional do funcionário público, que traz certa aversão à mensuração e registro da produtividade individual das pessoas. Apenas uma das organizações pesquisadas disponibilizou seus dados, tendo que contar com a ajuda do seu fornecedor, em alguns momentos, para um maior detalhamento dos dados.

A falta de alinhamento estratégico entre os objetivos do negócio, de TI e, conseqüentemente, de ITO existente nas organizações pesquisadas fez com que os benefícios explorados no modelo ficassem restritos aos escopos dos projetos. As áreas de TI não têm uma visão pós-implantação dos produtos entregues pelos projetos que elas executam. Desta forma, não há um acompanhamento registrado sistematicamente dos resultados gerados por estes produtos nos processos de negócio, não sendo possível o monitoramento da realização dos benefícios.

Não foi possível realizar um estudo longitudinal, envolvendo o histórico de vários contratos de ITO nas organizações pesquisadas. O horizonte de tempo máximo considerado foi de 1 ano e quatro meses.

Finalmente, a impossibilidade de generalização dos resultados também é uma limitação desta pesquisa. A escolha de uma amostra por conveniência, bem como o uso de dados empíricos de poucas organizações sinalizam para resultados que não podem ser generalizados em sua plenitude, embora haja indicações de que as dificuldades na gestão de *sourcing* de capacidades de TI em organizações públicas ocorram em todo o país.

6.5. Sugestões para Trabalhos Futuros

Esta pesquisa, bem como uma vasta literatura especializada, aponta para o caráter complexo da terceirização de tecnologia da informação no setor público. Investigar problemas complexos e testar diferentes políticas é a vocação da Dinâmica de Sistemas. Esta pesquisa pretende estimular a aplicação deste arcabouço como um laboratório eletrônico para a gestão estratégica de *sourcing* nas organizações públicas, pois há um vasto território a ser explorado. Desta forma, são feitas as seguintes sugestões para futuros trabalhos:

- Replicar este estudo em outras organizações públicas, em diferentes estados da federação e diversas esferas da administração, considerando a terceirização de outras capacidades essenciais de TI aqui não exploradas;
- Executar estudos longitudinais em organizações públicas para avaliar os efeitos da adoção da IN-04 na qualidade das contratações de serviços de TI, comparando-os com efeitos obtidos usando simulação;

- Integrar modelos de dinâmica de sistemas com frameworks de capacidade em ITO, como por exemplo o eSCM, de forma a considerar o nível de maturidade das organizações clientes e fornecedoras nas simulações;
- Expandir o foco de estudo para os recursos humanos dos fornecedores.
- Explorar o potencial de modelos de simulação para a formação de gestores públicos no gerenciamento de ITO.

6.6. Considerações Finais

Apesar das limitações citadas na seção 6.4, acredita-se que os objetivos propostos por esta pesquisa foram atingidos e que contribuições foram dadas para a melhoria das decisões tomadas sobre terceirização de TI no setor público. Este é um tema ainda bastante polêmico, alvo de restrições de legislação, de litígio entre servidores públicos e governo e de interesses políticos e econômicos.

Os resultados aqui obtidos indicam que um passo adiante foi dado neste desafio de se prover o conhecimento necessário para que as organizações públicas tenham uma estrutura de TI totalmente dedicada aos resultados dos processos de negócio que apóia.

Referências Bibliográficas

- ABDEL-HAMID, T.K. The dynamics of software project staffing: a system dynamics based simulation approach. *IEEE Transactions on Software Engineering*, v. 15, n. 2, p. 109-119, 1989.
- ABDEL-HAMID, T. K. E MADNICK, S. E. *Software Project Dynamics: An Integrated Approach*, Prentice-Hall, 1991.
- ALEXANDER, C. Outsourcing information systems: an alternative for local government. In *proceedings of: Americas Conference on Information Systems - AMCIS 8*, 2002. Dallas, EUA. 2002.
- ANDRADE, A. de L. Pensamento Sistêmico: Um roteiro básico para perceber as estruturas da realidade organizacional. *Revista Eletrônica de Administração*, Vol. 3 No. 1, mai-jun, 1997.
- AUBERT, B. A.; PATRY, M. e RIVARD, S. Assessing the risk of IT outsourcing. In: *System Sciences, 1998., Proceedings of the Thirty-First Hawaii International Conference on. IEEE, 1998. p. 685-692.*
- AUBERT, B. A.; DUSSAULT, S.; PATRY, M. e RIVARD, S. Managing the risk of IT outsourcing. In: *Systems Sciences, 1999. HICSS-32. Proceedings of the 32nd Annual Hawaii International Conference on. IEEE, 1999. p. 10 pp.*
- AUDY, J. L. N. e BRODBECK, A. F. *Sistemas de Informação – Planejamento e Alinhamento Estratégico nas Organizações*. Porto Alegre: Bookman, 2003.
- BAHLI, B. e RIVARD, S. The information technology outsourcing risk: A transaction cost and agency theory-based perspective. *Journal of Information Technology*, 18, 211-221, 2003.
- BAHLI, B. e RIVARD, S. Validating measures of information technology outsourcing risk factors. *Omega*, 332, 175-187, 2005.
- BARLAS, Y. Multiple tests for validation of system dynamics type of simulation models. *European Journal of Operational Research*, v. 42, n. 1, p. 59-87, 1989.
- BARLAS, Y. Model validation in system dynamics. *Proceedings of the 1994 International System Dynamics Conference*. Sterling, Scotland, 1994.
- BASIL, V.R., CALDIERA, G, ROMBACH HD, VAN SOLINGEN, R. Goal Question Metric Paradigm, in: Marciniak JJ (ed.), *Encyclopedia of Software Engineering*, Vol. 1, pp. 528-532, John Wiley & Sons, 1994.
- BERRIEN, F. K. *General and social systems*. New Brunswick: Rutgers University Press, 1968.

BERTALANFFY, L. V. Teoria Geral dos Sistemas. Petrópolis: Vozes, 1975.

BERTALANFFY, L. V. Teoria dos Sistemas. Rio de Janeiro: FGV, 1976.

BERGAMASCHI, S. Modelos de gestão da terceirização de tecnologia da informação: um estudo exploratório. 2004. 197f. Tese (Doutorado em Administração). Universidade de São Paulo. São Paulo: 2004.

BEZERRA, T. R.; MEDEIROS, V. R. e MOURA, J. A. Managing customers' IT capabilities in IT outsourcing over time: A system dynamic approach. In: Proceedings of the 8th IFIP/IEEE International Workshop on Business-driven IT Management – BDIM, 2013.

BEZERRA, T. R.; MOURA, J. A. e LIMA, A. S. A system dynamics model to support strategic decision making on IT Outsourcing: A case study at a state revenue agency in Brazil. In: Network Operations and Management Symposium (NOMS), 2014 IEEE. IEEE, 2014. p. 1-4.

BEZERRA, T.R.; BULLOCK, S. G. e MOURA, J. A. A Simulation Model for Risk Management Support in IT Outsourcing. In: Proceedings of the 4th International Conference on Simulation and Modeling Methodologies, Technologies and Applications SIMULTECH 2014 – Vienna, Austria, 28-30 August, pp. 339-351, ISBN 978-989-758-038-3, 2014.

BHARADWAJ, A. A resource-based perspective on IT capability and firm performance: an empirical investigation. MIS Quarterly, vol.24, pp.169-196, 2000.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. Levantamento acerca da Governança de Tecnologia da Informação na Administração Pública Federal/ Tribunal de Contas da União; Relator Ministro Guilherme Palmeira – Brasília : TCU, Secretaria de Fiscalização de Tecnologia da Informação, 2008.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. Levantamento acerca da Governança de Tecnologia da Informação na Administração Pública Federal/ Tribunal de Contas da União; Relator Augusto Sherman Cavalcanti – Brasília : TCU, Secretaria de Fiscalização de Tecnologia da Informação, 2014.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instrução Normativa MPOG nº 4, de 19 de março de 2015. Disponível em: http://www.planejamento.gov.br/secretarias/upload/Legislacao/Instrucao_Normativa/150319_IN_4.pdf. Acessado em 11/05/2015.

BRASIL_B. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação. Roteiro de Métricas de Software do SISP: versão 2.0 / Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação. Brasília: MP, 2012. Disponível em: http://sisp.gov.br/ct-gcie/download/file/Roteiro_de_Metricas_de_Software_do_SISP_-_v2.0.pdf. Acessado em 07/06/2015.

BROOKS, F. P. The mythical man-month (Vol. 1995). Reading, MA: Addison-Wesley, 1975.

CARCARY, M. Developing a Framework for Maturing IT Risk Management Capabilities. 6th European Conference on Information Management and Evaluation. Academic Conferences Limited, 2012.

CARVALHO, S. S. de. Um processo para Gestão de Contratos de Aquisição de Serviços de Desenvolvimento de Software na Administração Pública. Dissertação (Mestrado em Informática). Recife, Universidade Federal de Pernambuco, setembro de 2009.

CEARÁ. Tribunal de Contas. Levantamento acerca da situação da Governança de Tecnologia da Informação da Administração Pública Estadual/ Tribunal de Contas do Estado do Ceará – Fortaleza: TCE, 2011.

CHIAVEGATTO, M. V. e SILVA JUNIOR, I. M. O desafio de desenvolver e subcontratar sistemas de informação com qualidade nas instituições públicas. In: CONGRESSO DE INFORMÁTICA E INOVAÇÃO NA GESTÃO PÚBLICA – CONIP, 9, 2003, São Paulo. Anais... São Paulo: 2003.

CHEN, Y.H.; WANG, T.C.; WU, C.Y. Strategic decision using the fuzzy PROMETHEE for IS outsourcing, Expert Systems with Applications, 38: 13216-13222, 2011.

CHURCHMAN, CN. Introdução à teoria de sistemas. Rio de Janeiro: Ed. Vozes, 1971.

COSTA, S. D.; BRAGA, J. L.; ABRANTES, L. A. e AMBRÓSIO, B. G. Apoio à tomada de decisão na gestão de pessoas em projetos de *software* com base em modelos de simulação. Revista Eletrônica de Sistemas de Informação ISSN 1677-3071 doi: 10.5329/RESI, v. 12, n. 1, 2013.

COYLE, R. G. System Dynamics Modelling – A Practical Approach. Chapman & Hall, 1996.

CRUZ, C. S. da. Governança de TI e conformidade legal no setor público: um quadro referencial normativo para a contratação de serviços de TI. Dissertação (Mestrado em Gestão do Conhecimento e da Tecnologia da Informação). Brasília, Universidade Católica de Brasília, agosto de 2008.

CULLEN, S., LACITY, M. C., WILLCOCKS, L. P. Outsourcing: All you need to know. White Plume Publishing, 1st. Edition, 2014.

CUNHA, M.C. Aspectos e Fatores da Terceirização de Sistemas de Informação no Setor Público: Um Estudo em Instituições Públicas de Alagoas. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Pernambuco, 2011.

DAFT, R. L. Organizações: teoria e projetos. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

DIAS, R. Sociologia das Organizações. São Paulo: Atlas, 2008.

DIBBERN, J., WIRTSCHAFTSINFORMATIK, L., GOLES, T., HIRSCHHEIM, R. Information Systems Outsourcing : A Survey and Analysis of the Literature. Data Base for Advances in Information Systems, Vol. 35, no. 4, 2004.

DIMAGGIO, P. J. e POWELL, W. W. A gaiola de ferro revisitada: isomorfismo institucional e racionalidade coletiva nos campos organizacionais. Revista de Administração de Empresas (RAE), v. 45, n. 2, 2005.

DIROMUALDO, J., GURBAXANI, V. Strategic Intent for IT Outsourcing. Sloan Management Review, Cambridge, v. 39, n. 4, p. 67-80, Summer, 1998.

DUTTA, A. e ROY, R. Offshore Outsourcig: Counteracting Forces and Their Dynamic Effect. in Proceedings of the 38th Hawaii International Conference on Systems Science, 2005.

EARL, M.J. The risk of outsourcing IT. Sloan Management Review. Spring, 1996.

ELLRAM, L. M. A taxonomy of total cost of ownership models. Journal of Business Logistics, 15 (1), p. 171-192, 1994.

eSCM-CL. eSourcing Capability Management for Client Organizations. Carnegie Mellon University, 2006.

eSCM-SP. eSourcing Capability Management for Service Providers. Carnegie Mellon University, 2006.

FEENY, D. e WILLCOCKS, L. Core IS capabilities for exploiting information technology. Sloan Management Review, vol. 39, pp. 9-20, 1998.

FERREIRA, A. M. D. Estudo dos aspectos avaliados em decisões de terceirização de tecnologia da informação. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2008.

FERREIRA, A. A.; REIS, A. C. F.; PEREIRA, M. I. Gestão Empresarial: de Taylor aos Nossos Dias: Evolução e Tendências da Moderna Administração de Empresas. São Paulo: Pioneira, 1997.

FORRESTER, J.W. e SENGE, P.M., Tests for building confidence in System Dynamics models. In: Legasto, A.A. Jr.; Forrester, J.W. and Lyneis, T.M. eds. System Dynamics. New York: Elsevier North-Holland, 1980. pp. 209-228.

GRANT, R. M. The outsourced-based theory of competitive advantage: implications for strategy formulation. California Management Review, vol. 33, 3, p. 114-135, 1991.

GUARDA, G. F. Análise de contratos de Terceirização de TI na Administração Pública Federal sob a ótica da Instrução Normativa nº 4. Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica. Universidade de Brasília, 2011.

GUI-SEM, W., XIANG-YANG, L. The risk analysis on IT service outsourcing of enterprise with system dynamics. International Conference on Service Sciences, DOI 10.1109/ICSS.2010.47, 2010.

IVI. Innovation Value Institute. Disponível em <http://ivi.nuim.ie/it-cmf>. Acessado 29/07/2015.

JENSEN M. e MECKLING, W. Theory of the firm: Managerial behavior, agency cost, and ownership structure. In: Journal os Financial Economics. 1976. p. 305-360.

JOHNSTON, R. e LAWRENCE, P. R. Beyond vertical integration: the rise of the value-adding partnership. Harvard Business Review, July-August, p. 94-101, 1988.

LACITY, M. C. e HIRSCHHEIM, R. A. Beyond the information systems outsourcing bandwagon: the insourcing response. New York: Wiley, 1995.

LACITY, M. C.; WILLCOCKS, L. P.; FEENY, D. F. IT Outsourcing: maximize flexibility and control. Harvard Business Review, May-June, pp. 84-93, 1995.

LACITY, M. C.; WILLCOCKS, L. P.; FEENY, D. F. The value of selective IT sourcing. Sloan Management Review, 37, 3, p. 13-25, 1996.

LACITY, M. C., KHAN, S. A., WILLCOCKS, L. P. A review of the IT outsourcing literature: Insights for practice. The Journal of Strategic Information Systems, 18(3), 130-146. Elsevier B.V., 2009.

LACITY, M. C., KHAN, S., YAN, A., WILLCOCKS, L. P. A Review of the IT outsourcing empirical literature and future research directions. Journal of Information Technology, 395-433, 2010.

LACITY, M. e WILLCOCKS, L. P. An empirical investigation of information techonogy sourcing practices: Lessons from experience, MIS Quarterly. Vol. 22, 3, 363-408, 1998.

LACITY, M. e WILLCOCKS, L. P. Global information technology outsourcing. England: Johs Wiley & Sons, 2001.

LACITY, M. e WILLCOCKS, L. P. Outsourcing research: towards more informed pracice. In: LACITY, M. C.; WILCOCKS, L. P (Eds.). Information systems and outsourcing: studies in theory and practice. Chapter 1. England: Palgrave MacMillan, 2009.

LANE, D.C. E OLIVER, R. The greater whole: towards a Synthesis of System dynamics and Soft Systems Methodology. European Journal of Operational Research 107(1) pp. 214- 235, 1998.

LEITE, J. C. Terceirização em Informática. São Paulo: Makron Books, 1995.

LIN, C.Y., ABDEL-HAMID, T.K., SHERIF, J.S. Software-Engineering Process Simulation Model (SEPS). *Journal of Systems and Software* 38, 263-277, 1997.

GAROUSI, V., KHOSROVIAN, K. AND PFAHL, D. A customizable pattern-based software process simulation model: design, calibration and application. *Software Process: Improvement and Practice*, 14(3): 165–180, 2009.

GUI-SEM, W. e XIANG-YANG, L. The risk analysis on IT service outsourcing of enter-prise with system dynamics. *International Conference on Service Sciences*, DOI 10.1109/ICSS.2010.47, 2010.

HALL, R. *Organizações: estrutura, processos e resultados*. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

HOUSTON, D. X.; MACKULAK, G. T. e COLLOFELLO, J. S. Stochastic simulation of risk factor potential effects for software development risk management. *Journal of Systems and Software* 59(3), 247-257, 2001.

LIN, C., PERVAN, G., MCDERMID, D. Issues and recommendations in evaluating and managing the benefits of public sector IS/IT outsourcing. *Information Technology; People*, 20(2), 161-183, 2007.

MARTENS, B. e TEUTEBERG, F. Why risk management matters in IT outsourcing - A systematic literature review and elements of a research agenda. 2009. 17th European Conference on Information Systems, 1-13, 2009.

MADACHY, R. J. *Software Process Dynamics*. John Wiley & Sons, 2007.

McGRAY, G. E., CLARK JR., T. D. Using system dynamics to anticipate the organizational impacts of outsourcing. *System Dynamics Review*, Vol. 15, No. 4 (345-373), 1999.

McFARLAN, F. W. e NOLAN, R. L. How to manage on IT outsourcing alliance. *Sloan Management Review*, Winter, p. 9-23, 1995.

MENDES, A. P. S. *Teoria da Agência Aplicada à Análise de Relações entre os Participantes dos Processos de Cooperação Tecnológica Universidade-Empresa*. Tese (Doutorado em Administração) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, São Paulo, 2001.

MINITAB. *Minitab for Windows* [Minitab-Inc, USA] Versão 17.1.0, 2015.

MÓDULO. *Gerenciamento de Riscos com o Módulo Risk Manager*. Módulo Security Training Center, 2006.

MORECROFT, J. D. W. *Strategic modeling and business dynamics: a feedback system approach*, John Wley & Sons, 2007.

MORESI, E. A. D. Delineando o valor do sistema de informação de uma organização. *Ciência da Informação*, Brasília, Vol. 29, No. 1, pp. 14-24, 2000.

MORGAN, G. *Imagens da Organização: edição executiva*. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

MÜLLER, M. e PFAHL, D. *Simulation Methods*. Em: Shull F, Singer J, Sjøberg Dag I.K. (eds) *Guide to Advanced Software Engineering*, Springer-Verlang, London, 117-154, 2008.

NGWENYAMA, O. K. e SULLIVAN, W. E. Secrets of a successful outsourcing contract: a risk analysis. In: ECIS. 2006. p. 248-259.

NGWENYAMA, O. K., SULLIVAN, W. E. Outsourcing contracts as instruments of risk management: Insights from two successful public contracts. *Journal of Enterprise Information Management*, 20(6), 615-640, 2007.

NONAKA I. e TAKEUCHI, H. *The knowledge-creating company*. New York, Oxford University Press, 1995.

OGC. Office of Government Commerce, *ITIL Core Books*, Service Strategy, TSO, UK, 2007.

OLIVEIRA, F. C. e dos SANTOS FILHO, J. L. Tecnologia da informação nas administrações tributárias estaduais do Brasil: Caminhos que conduzem à terceirização. *Revista Eletrônica de Administração*, 14(3), 594-621. 2008.

PEI, Z.; ZHEN-XIANG, Z. E CHUN-PING, H. *A Framework for IT Outsourcing Decision Process*. Information Systems, 2008.

PERNAMBUCO. Tribunal de Contas. Levantamento acerca da situação da Governança de Tecnologia da Informação da Administração Pública Estadual/ Tribunal de Contas do Estado de Pernambuco – Recife: TCE, 2014.

PFAHL, D. *An Integrated Approach to Simulation-Based Learning in Support of Strategic and Project Management in Software Organizations*. PhD Thesis. Universität Kaiserslautern, Alemanha, 2001.

PFAHL, D. ProSim/RA – Software Process Simulation in Support of Risk Assessment. In: Biffel S, Aurum A, Boehm B, Erdogmus H, Grünbacher P (eds.) *Value-based Software Engineering*, Springer Press, Berlin, 263–286, 2005.

PFAHL, D. e RUHE, G. IMMoS: A Methodology for Integrated Measurement, Modelling and Simulation. *Software Process Improvement and Practice*, Vol. 7, pp. 189-210, 2002.

PFAHL, D. e RUHE, G., Goal-Oriented Measurement plus System Dynamics - A Hybrid and Evolutionary Approach. Proceedings of 4th International Workshop on Process Simulation Modeling (ProSim'2003), Portland, USA, 2003.

PRADO, E. P. V. Tecnologia da informação e sistemas: uma avaliação da terceirização de serviços em organizações do setor privado. Tese (Doutorado em Administração). Universidade de São Paulo. São Paulo: 2005.

POLETO, T. Abordagem Multicritério Para Decisão de Terceirização de Serviços de TI. 2012. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Pernambuco.

QUIMM, J. B. e DOORLEY, T. R. Technology in services: rethinking strategic focus. Sloan Management Review, Summer, p. 43-55, 1994.

RESENDE, D. A. Aplicação prática de um modelo de alinhamento estratégico da tecnologia da informação ao planejamento privado e público e de seus respectivos estágios. Produto e Produção. Vol. 7, n. 2, p. 39 -52, jun. 2004.

REZENDE, D. A. Sistemas de informações organizacionais: guia prático para projetos em cursos de administração, contabilidade e informática. São Paulo: Atlas, 2005.

REINHARD, N. e ZWICKER, R. Informatização no governo federal. Revista de Administração da Universidade de São Paulo, 28.2, 1993.

ROCHELEAU, B. Prescriptions for public-sector information management: a review, analysis, and critique. The American Review of Public Administration, v. 30, n. 4, 2000, pp. 414-435.

ROEHLING, S. T.; COLLOFELLO, J. S.; HERMANN, B. G. e SMITH-DANIELS, D. E. System dynamics modeling applied to software outsourcing decision support. Softw. Process: Improve. Pract., 5: 169–182. doi: 10.1002/1099-1670, 2000.

RUNESON, P. e HÖST, M. Guidelines for conducting and reporting case study research in software engineering. Empirical software engineering, v. 14, n. 2, p. 131-164, 2009.

SAAD, A. C. Terceirização de serviços de tecnologia da informação. Rio de Janeiro: Brasport, 2006.

SAUVÉ, J. P.; MOURA, A.; SAMPAIO, M.; JORNADA, J.; RADZIUK, E. An Introductory Overview and Survey of Business-Driven IT Management. Business-Driven IT Management, 2006. BDIM '06. The First IEEE/IFIP International Workshop on, vol., no., pp.1,10, 07-07, April, 2006.

SENGE, P. M. A Quinta Disciplina - Arte, Teoria e Prática da Organização de Aprendizagem. São Paulo, Best Seller, 1990.

- SENGE, P. M., Systems Thinking. Executive Excellence. 15-16, Jan 15, 1996.
- SHREKENGOST, R. C. Dynamic Simulation Models: How valid are they? Self-Report Methods of Estimating Drugs Use. National Institute of Drugs Abuse, 1985.
- SINGH, S. Big Bang. Rio de Janeiro; São Paulo: Editora Record, 2006.
- STERMAN, J. D. Learning in and about Complex Systems. System Dynamics Review, 10 (2-3), pp. 291-330, 1994.
- STERMAN, J. Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World. Irvin-McGraw-Hill, Chicago, IL, 2000.
- TAN, B.; ANDERSON Jr.; E.G.; DYER, J. S. e PARKER, G. G. Evaluating system dynamics models of risky projects using decision trees: alternative energy projects as an illustrative example. System Dynamics Review, 26, (1), 1–17, January–March, 2010.
- TEECE, D., PISANO, G., SHIREN, A. Dynamic capabilities and strategic management, Strategic Management Journal, vol. 18, pp. 509-533, 1997.
- TU, Y. M.; WANT, Y. S.; LIAO, Y. W. e CHANG, L. C. Impacts of Corporate IT Investment Strategies on Operational Performance Based on Intellectual Capital Framework. in Proceedings of the 28th International Conference of the System Dynamics Society, July 25 – 29, 2010 - Seoul, Korea, 2010.
- ULRICH, D. e BARNEY, J. B. Perspectives in organizations: resource dependence, efficiency, and population. The Academy of Management Review, v. 9, n. 3, pp. 471-481, 1984.
- VAN SOLINGEN, R. e BERGHOUT, E., Goal/Question/Metric Method: A Practical Guide for Quality Improvement of Software Development. McGraw Hill, 1999.
- VENKATESAN, R. Strategic sourcing: to make or not to make. Harvard Business Review, November-December, p. 98-107, 1992.
- VENTANA. The Ventana Simulation Environment - Vensim DSS, <http://www.vensim.com>, acessado em julho de 2015.
- WILLCOCKS, L. P., LACITY, M. C., KERN, T. Risk mitigation in IT outsourcing strategy revisited : Longitudinal case research at LISA. Information Systems, 8(1999), 285-314, 2000.
- WILLIAMS, D. Dynamic synthesis: A theoretical framework for research in requirements engineering process management. Operational Research Society, 2000.
- WING, P. e MALONEY, M. Managing Information Technology Investments-The Application of a Dynamic Systems Approach. International System Dynamics Conference, Sydney, Australia, Vol. 9. 1994.

YANG, C. e HUANG, J.B. A decision model for IS outsourcing, *International Journal of Information Management*, 20: 225-239, 2000.

APÊNDICE A – Carta de Apresentação da Pesquisa

Prezado Gestor,

Você está sendo convidado a fazer parte de uma pesquisa de doutorado vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de Campina Grande-PB. Seu objetivo é o desenvolvimento de um modelo de simulação capaz de avaliar quantitativamente capacidades internas de Tecnologia da Informação (TI) de organizações públicas com respeito aos resultados gerados por tais capacidades para as atividades-fim das organizações ao longo do tempo (retorno do investimento, retenção do capital intelectual de TI, reputação, eficiência nos processos de negócio), com o propósito de dar suporte à tomada de decisão em gestão de capacidades de TI e em gestão estratégica de terceirização de TI.

Propósito da sua participação

A construção do modelo de simulação por nós proposto envolve a aquisição de conhecimento sobre as organizações estudadas (processos decisórios, identificação e validação de comportamentos problemáticos envolvendo a terceirização de TI, relações de causalidade entre entidades envolvidas, modelos quantitativos utilizados, etc.). Isto se dará através das seguintes atividades:

- a) Apresentação da motivação e dos conceitos utilizados na pesquisa;
- b) Aplicação de questionários e entrevistas;
- c) Coleta de dados históricos;
- d) Workshops para apresentação da análise de dados históricos e dos resultados das simulações;
- e) Sessões de utilização do modelo para aprendizado e tomada de decisões.

Utilização e confidencialidade das informações coletadas

Todas as informações e resultados obtidos por esta pesquisa serão divulgados apenas de forma agregada, exclusivamente em documentos, periódicos e conferências acadêmicas. O sigilo total das informações será garantido, conforme exige o Código Internacional de Ética em Pesquisas. Não é necessária qualquer identificação pessoal durante as entrevistas, apenas o registro do perfil funcional dos entrevistados.

Obrigado por participar de nossa pesquisa!

Tárcio Rodrigues Bezerra

Aluno de Doutorado em Ciência da Computação - COPIN/UFCG

APÊNDICE B – Roteiros das entrevistas com gestores de TI de instituições públicas estaduais

ENTREVISTA 1

Fase: Pré-estudo

Saída: Aquisição de conhecimento sobre a organização, identificação inicial do problema

Seção 1 - Sobre os Projetos e as Demandas para a TI

Exploratório: Como as demandas por serviços de TI são geradas?

- 1) Os projetos e investimentos em TI são gerados alinhados aos objetivos de negócio / planejamento estratégico organizacional?
- 2) Os projetos e investimentos em TI são motivados por resolução de problemas ou inovação / vantagem competitiva?
- 3) Que intervenção é feita ao ser detectado que um projeto de TI não irá ser concluído com sucesso? (usando a sua métrica de desempenho)
- 4) O orçamento para a execução de projetos de TI é por projeto ou global?
- 5) As demandas por serviços de TI são geradas de maneira ordenada, oriundas de projetos ou de uma estrutura de atendimento, tipo “service desk”?
- 6) Existe uma definição clara de prioridades e dependências entre demandas, permitindo seu escalonamento ao longo do tempo?
- 7) Existe um processo definido para a gestão de demandas (GD)? Métricas são registradas?
- 8) O processo de GD considera a Gestão de Capacidades para a tomada de decisão a respeito da distribuição das demandas de Tecnologia da Informação?
- 9) O processo de GD considera a Gestão de Terceirização para a tomada de decisão a respeito da distribuição das demandas de Tecnologia da Informação?
- 10) Que políticas externas influenciam este processo? De que forma?

Seção 2 - Sobre a Gestão de Capacidades

- 1) Existe algum procedimento formal (processo definido) para a Gestão de Capacidades (GC) de TI em sua organização? É suportado por ferramentas?
 - a. Quais as informações utilizadas no processo?
 - b. As capacidades são mensuradas? Qualitativa ou quantitativamente?
 - c. As capacidades são classificadas em essenciais ou não?
 - d. Que medidas de requalificação são tomadas para adequar as capacidades atuais aos patamares desejados? (treinamento, ferramentas, conhecimento, contratações)
 - i. A efetividade de cada uma destas medidas é mensurada?
- 2) O processo de GC considera o planejamento de demandas (Gestão de Demandas) para a tomada de decisão a respeito da aquisição de recursos de Tecnologia da Informação?

- 3) O processo de GC considera o planejamento de investimentos em TI para a tomada de decisão a respeito da aquisição de Tecnologia da Informação?
- 4) O processo de GC considera a Gestão de Terceirização para a tomada de decisão a respeito da aquisição de recursos de Tecnologia da Informação?
- 5) Que políticas externas influenciam este processo? De que forma?

Seção 3 - Sobre a Tomada de Decisão em ITO

- 1) A organização terceiriza TI? Quais os fatores motivadores?
- 2) Existe algum procedimento formal (processo definido) para a gestão da terceirização de TI (GT)? Citar por fase.
- 3) Como identificar o sucesso do processo de ITO?
- 4) Quais os principais desafios para a gestão da terceirização de TI em sua organização? Por estágio: 1) O que; 2) Quem vai fornecer; 3) Contrato; 4) Transferência da operação; 5) Gestão da execução; 6) Avaliação dos resultados.
- 5) Gerencia riscos na terceirização? Quais?
- 6) O processo de GT considera a Gestão de Capacidades para a tomada de decisão a respeito da aquisição de capacidades externas de Tecnologia da Informação?
- 7) O processo de GT considera a Gestão de Benefícios (ou de Análise de Investimentos) para a tomada de decisão a respeito da aquisição de capacidades externas de Tecnologia da Informação?
- 8) Que políticas externas influenciam este processo? De que forma?

Seção 4 - Sobre Homologação de Entregas

- 1) As tarefas executadas por recursos humanos próprios também são submetidas à homologação? Quem homologa?
- 2) Existe um processo bem definido para a homologação das entregas (passos, prazo, nível de qualidade)?
- 3) Que métricas / indicadores são utilizados para avaliar a qualidade do produto?
- 4) Existe algum recurso material (ferramenta) ou intangível (metodologia) que suporte esta atividade, melhorando seu desempenho?
- 5) Existe registro do percentual (ou taxa) de re-trabalho (erros detectados)?
- 6) Foi identificado que, em alguma modalidade em particular de terceirização, há geração de mais erros?

Seção 5 - Sobre a Verificação de Benefícios

- 1) Existe algum procedimento formal (processo definido) para a verificação de benefícios ou análise de investimentos (GBI) em TI?
- 2) Como identifica o sucesso dos projetos de TI para o negócio?
- 3) Existe algum processo de validação do benefício esperado por um projeto de TI? Se o benefício previsto realmente se concretizou?
- 4) Qual a relação entre o desempenho dos projetos de TI e os investimentos em TI?

- 5) O processo de GBI considera a Gestão de Capacidades para a tomada de decisão a respeito dos investimentos em Tecnologia da Informação?
- 6) Que políticas externas influenciam este processo? De que forma?

ENTREVISTA 2 - ROTEIRO DE ENTREVISTA GQM

Fase: Definição do problema

Objetivo: Revisar e validar o objetivo do modelo e o plano GQM

Saída: Plano GQM validado

1) Definir as metas de mensuração (definidas - validar)

Entregas: Metas de mensuração validadas

Goal 1:

Analisar a dinâmica das Capacidades de TI (próprias?) das organizações durante os relacionamentos de terceirização de TI

Com o propósito de entender e planejar

Com respeito à produtividade, consumo de recursos, efetividade no alcance dos objetivos dos projetos de TI (custo, tempo de conclusão, qualidade) e retorno do investimento feito em TI (ROI) para os negócios.

Do ponto de vista dos gestores de nível estratégico (TI, contratos de ITO, Projetos)

No contexto dos departamentos de TI das organizações públicas estaduais e Capacidade de Monitoramento de Contratos m Alagoas.

Goal 2:

Analisar a dinâmica da Capacidade de Monitoramento de Contratos

Com o propósito de entender a sua influência

Com respeito à conformidade de prazo e qualidade do relacionamento com os fornecedores

Do ponto de vista dos Gestores de TI e de contratos

No contexto de: Do departamento de TI de organizações públicas estaduais em Alagoas.

2) Revisar ou produzir processo de: gestão de capacidades, gestão de sourcing (vários estágios), análise de investimentos em TI (ou gestão de benefícios)

Entrega: Modelos de processos de gestão de capacidade, de tomada de decisão em sourcing e de análise de investimentos em TI (ou gestão de benefícios).

3) Entrevistar a equipe de projetos / gestão de contratos

Entregas: Conjunto de relatórios de entrevista e de Folhas de Abstração

- Quality Focus: quais são as possíveis métricas para medir o objeto de uma meta?
- Baseline Hypothesis: qual o atual conhecimento do entrevistado a respeito destas métricas? Quais suas expectativas?
- Variation Factors: que fatores ambientais o entrevistado espera que influenciem as métricas?
- Impact on B.H.: como estes fatores de variação poderiam influenciar as medições? Que tipo de dependência/ influência entre as métricas e os fatores são pressupostas?

a. Definir as questões e hipóteses:

Entrega: Lista de questões de mensuração e hipóteses relativas às questões de mensuração.

b. Definir as métricas e os indicadores:

Entrega: Lista de métricas capazes de responder às questões.

c. Definir o acesso à coleta de indicadores:

Entrega: Indicação de pessoal interno autorizado a supervisionar o acesso aos dados para a coleta de indicadores.

d. Verificar a consistência e completez das métricas:

Entrega: Definição consistente e completa das questões e métricas relativas às metas de medição.

ENTREVISTA 3 - ROTEIRO DE ENTREVISTA MODELAGEM

Fase: Construção do modelo inicial – Revisão do Diagrama de Causalidade

Objetivo: Revisar e verificar o Diagrama de Causalidade

Saída: Diagrama de Causalidade verificado e relatório de verificação 1.

Seção 1 - Sobre os Projetos e as Demandas para a TI

- 1) Validar a representação e o comportamento das ações de controle sobre projetos em não conformidade.
 - a) Uma capacitação na equipe interna;
 - b) Uma injeção de WF na equipe interna (não tem sido a realidade das instituições pesquisadas);
 - c) Expansão da WF do fornecedor inicialmente contratada (body-shop) ou solicitação de aumento da capacidade oferecida (cloud), tendo em mente que tais expansões poderão acarretar uma redução inicial do SL no *body-shop* ou em um *delay* para ajustar a capacidade cloud;
 - d) Redução de objetivos?
 - e) Trabalhar mais ou mais intensivamente (hora extra)?

Seção 2 - Sobre a Gestão de Capacidades

- 1) Qual a taxa de abandono, demissão e aposentadoria? O que é mais impactante para a TI?
- 2) Existe dúvidas sobre a alocação de recursos locais? O que esta decisão influencia? Custo, qualidade, decisão do que terceirizar, manutenção do conhecimento org.? **Insight:** Poderia haver uma métrica de **proporção WFLocal / WFOut**.
- 3) Como a organização percebe o ganho de experiência? Existe como quantificá-la atualmente? Qual a importância do treinamento? E o tempo de absorção até virar produtividade?
- 4) Como se dá a troca de conhecimentos entre cliente e fornecedor?
- 5) Quando capacidade interna é liberada de algum projeto / demanda, ela é redistribuída para os demais projetos em andamento?
 - a. Se isto acontece, é liberada capacidade terceirizada ou esta fica alocada no projeto até o seu final?

Seção 3 - Sobre a Tomada de Decisão em ITO

- 1) Que fatores são considerados na seleção da modalidade: custo, qualidade, agilidade? É sugerido/exigido pela legislação (conformidade)?
- 2) Foi identificado que em alguma modalidade em particular há geração de mais erros?
- 3) A natureza da atividade (projeto ou serviços contínuos) influencia a maneira de financiar / investir? Estas duas opções podem conviver no mesmo contrato ou tem que haver contratos diferentes para cada situação?

Seção 4 - Sobre a Verificação de Benefícios e Investimentos em TI

- 1) Se os projetos apresentam menor custo quando terceirizado, isto reduz o orçamento de TI para a próxima rodada de projetos? (Feedback do resultado de projeto terceirizado nas capacidades internas).
- 2) As saídas "Custo dos Projetos" e "Índice de Pontualidade" interferem nas métricas de resultados de que forma? Como estes benefícios podem retroalimentar o sistema? Gerar mais investimentos?

APÊNDICE C – Questionário de avaliação da eficácia do ITO-CapSim

Pesquisa sobre a eficácia do simulador ITO-CapSim

A EFICÁCIA do modelo significa o grau com que o seu propósito foi atingido. Isto será mensurado através de sua opinião subjetiva sobre as afirmativas formuladas, usando a seguinte escala: (1) Discordo plenamente; (2) Discordo; (3) Indeciso; (4) Concordo; (5) Concordo plenamente.

As questões do bloco **Efic1**, de 1 a 5, são relativas à eficácia do modelo para a avaliação de políticas de suprimento de capacidades essenciais de TI.

As questões do bloco **Efic2**, de 1 a 3, são relativas à eficácia do modelo para a gestão de riscos envolvidos na terceirização de capacidades essenciais de TI.

Efic1.1) O uso do ITO-CapSim aumentou o meu entendimento sobre a dinâmica da aplicação dos recursos e das capacidades de TI durante a execução de projetos e demandas de TI.

1 2 3 4 5

Discordo plenamente ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Concordo plenamente

Efic1.2) O uso do ITO-CapSim aumentou o meu entendimento sobre a dinâmica da execução dos projetos e demandas de TI, num fluxo de entrega de serviços. *

1 2 3 4 5

Discordo plenamente ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Concordo plenamente

Efic1.3) O uso do ITO-CapSim aumentou o meu entendimento sobre a dinâmica da interação entre as tarefas de monitoramento de contratos e de entrega de serviços de TI.

1 2 3 4 5

Discordo plenamente ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Concordo plenamente

Efic1.4) O uso do ITO-CapSim aumentou o meu entendimento sobre a dinâmica da realização de benefícios de ITO, ao observar o desempenho dos

projetos de TI ao longo do tempo frente aos objetivos estratégicos estabelecidos para a adoção de terceirização de TI.

1 2 3 4 5

Discordo plenamente ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Concordo plenamente

Efic1.5) Prefiro o modelo proposto, com relação ao método atualmente utilizado para a avaliação de políticas de suprimento de capacidades de TI.

1 2 3 4 5

Discordo plenamente ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Concordo plenamente

Efic2.1) O uso do ITO-CapSim aumentou o meu entendimento sobre os impactos quantitativos das incertezas a respeito dos fatores de risco nos benefícios de ITO.

1 2 3 4 5

Discordo plenamente ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Concordo plenamente

Efic2.2) O uso do ITO-CapSim aumentou o meu entendimento sobre a efetividade das ações de mitigação dos riscos à realização dos benefícios de ITO.

1 2 3 4 5

Discordo plenamente ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Concordo plenamente

Efic2.3) Prefiro o modelo proposto, com relação ao método atualmente utilizado em minha organização para a gestão riscos de ITO.

1 2 3 4 5

Discordo plenamente ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Concordo plenamente
