

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS  
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS  
NÍVEL MESTRADO

DIETER BRACKMANN GOLDMEYER

**CONSTRUÇÃO DE UMA ESTRUTURA DE GOVERNANÇA PARA O USO  
CONTINUADO DE MODELOS DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL POR  
INTERMÉDIO DO PROCESSO DE PENSAMENTO DA TEORIA DAS  
RESTRICÇÕES**

SÃO LEOPOLDO

2012

DIETER BRACKMANN GOLDMEYER

**CONSTRUÇÃO DE UMA ESTRUTURA DE GOVERNANÇA PARA O USO  
CONTINUADO DE MODELOS DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL POR  
INTERMÉDIO DO PROCESSO DE PENSAMENTO DA TEORIA DAS  
RESTRICÇÕES**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre pelo ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas em 2012 da Universidade do Vale do Rio dos Sinos.  
Área de concentração: Gerência da Produção.

Orientador: Prof. Ph.D. Luis Henrique Rodrigues

SÃO LEOPOLDO

2012

G619c

Goldmeyer, Dieter Brackmann

**Construção de uma estrutura de governança para o uso continuado de modelos de simulação computacional por intermédio do processo de pensamento da teoria das restrições /**

Dieter Brackmann Goldmeyer. – São Leopoldo, 2012.

227 f.

Orientador: Prof. Ph.D. Luis Henrique Rodrigues

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2012.

1. Governança de Modelos de Simulação Computacional. 2. Processo de Pensamento. 3. Teoria das Restrições. I. Rodrigues, Luis Henrique. II. Programa de Pós-graduação em Engenharia da Produção e Sistemas da Universidade do Vale do Rio dos Sinos. III. Título.

CDU 004.94

DIETER BRACKMANN GOLDMEYER

**CONSTRUÇÃO DE UMA ESTRUTURA DE GOVERNANÇA PARA O USO  
CONTINUADO DE MODELOS DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL POR  
INTERMÉDIO DO PROCESSO DE PENSAMENTO DA TEORIA DAS  
RESTRICÇÕES**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS.

Aprovado em 15/06/2012

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Daniel Pacheco Lacerda – Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)

---

Prof. Ph.D. Ricardo Augusto Cassel – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

---

Prof. Dr. Rogério Cerávolo Calia – Universidade de São Paulo (FEA-RP/USP)

Visto e permitida a impressão

São Leopoldo,

---

Orientador: Prof. Ph.D. Luis Henrique  
Rodrigues

Dedico este trabalho ao Grupo de Pesquisa de Modelagem  
para Aprendizagem GMAP | UNISINOS

## AGRADECIMENTOS

Sinto, ao final da dissertação, o equivalente a uma equação de sentimentos. Sinto-me, neste final, tomado, de um lado, por um sentimento de alegria por ter chegado ao fim de um difícil e gratificante processo de formação, e de outro lado como uma pessoa privilegiada por ter interagido enormemente em todo este processo. Enfim, sentimentos que me enchem de orgulho.

Percebo que este processo, não somente, aumentou os conhecimentos e me enriqueceu intelectualmente, mas também meu autoconhecimento, provocado pelos momentos de troca de conhecimentos, em sala de aula sobre o tema da dissertação e em reflexões com familiares, amigos e professores. Faço questão que o leitor conheça os elementos constituintes deste processo que se finaliza com esta dissertação.

Agradeço, a Deus pelas bênçãos e forças na caminhada. Tenho convicção que os valores que carrego são oriundos de pessoas e situações que foram colocadas em minha vida por Deus.

O que falar de minha família? Tentando descrever as características, percebo que minha família, seja de “aço” no que refere à sustentação e à união coletiva, “barro” no que se refere ao respeito às diferenças e admiração entre as partes e “ouro” no que se refere aos valores orientadores. Almejo passar aos meus filhos estas características e valores.

Muito obrigado aos meus pais Ruben e Ilane. Vocês juntos conseguem equilibrar e equacionar a razão e a emoção de tal forma que qualquer dificuldade possa ser superada com naturalidade. Pai, tua sabedoria que me é passada a cada dia, me enche de orgulho. Espero poder “sugá-la” ao máximo, para, no futuro, fazer as escolhas certas. Mãe, obrigado pelo amor e carinho demonstrados. A forma com que amas teus filhos é inigualável. Enfim, obrigado pela educação e os valores que me foram dados, tenho certeza que me auxiliaram e orientaram nesta caminhada.

Gostaria de agradecer também meus “BROTHERS” Martin e Marcos. Vocês são mais do que irmãos, são amigos e parceiros. A amizade e a confiança mútua é tanta que tenho certeza que, mesmo que os laços genéticos não nos tivessem unido, teríamos nos tornado amigos na mesma intensidade. Meu amigo Guilherme (Guiga) é um outro exemplo. Obrigado, pela parceria: somos irmãos de alma... Enfim, meus irmãos, meu obrigado pelas risadas e pelo auxílio em tempos difíceis, obrigado pelos ensinamentos. Espero que possamos compartilhar estes sentimentos durante todas as nossas vidas.

Muito obrigado Lilian Dietrich, por existir. É impossível mensurar como o teu companheirismo, carinho e apoio incondicional foram importantes para a conclusão deste desafio. É muito prazeroso dividir meus dias do lado de uma pessoa tão amável e doce como você. Espero compartilhar deste sentimento o resto da minha vida. Te amo muito.

Obrigado aos meus tios, avós e primas, em especial, minha avó Hertha (in memoriam), que faleceu durante esta minha caminhada e mesmo quando a comunicação não ajudava, dava um jeito de demonstrar o amor que sentia por todos à sua volta. Obrigado também à tia Marguit pelo auxílio no texto da dissertação e pelos ensinamentos. Tu és uma artista das palavras.

Obrigado aos meus colegas de mestrado, em especial, Charles Von Gilsa, com quem aprendo constantemente. Muito obrigado aos amigos, padrinhos e madrinhas que também foram muito importantes na minha caminhada formativa.

Não estaria terminando este percurso se os caminhos da vida não tivessem me levado ao Grupo de Pesquisa em Modelagem para Aprendizagem, GMAP | UNISINOS. O meu agradecimento a esta família, não é somente pela bolsa pelo qual fui agraciado, mas pelos ensinamentos. Se não tivesse recebido a bolsa de estudos, dificilmente teria condições financeiras para a realização do Mestrado. Insisto, portanto, em agradecer pela mesma.

Acredito que o produto desta interação com o GMAP foi um processo de constante autoconhecimento e desenvolvimento por meio de uma capacidade de aprender. O GMAP não somente me ensinou uma técnica estatística ou os princípios de uma teoria, mas uma nova maneira de pensar. Sintetizaria, simplesmente como “Aprendi a aprender!”

“Talvez não tenhamos conseguido fazer o melhor, mas lutamos para que o melhor fosse feito. Não somos o que deveríamos ser, não somos o que queríamos ser.. mas graças a Deus, não somos o que éramos.” Martin Luther King

Esta frase evidencia o que sinto a cada final de dia, quando deixo a “caverna” (sala do Grupo de pesquisa). Esta rotina de pensar contribui diariamente para a minha formação pessoal, profissional e intelectual. Portanto, Muito Obrigado.

Obrigado Secundino Corcini, Diego Damasio, Gustavo Rocha e Aline Dresch pelo companheirismo e pelo auxílio no período em que escrevi a dissertação. Obrigado por cada conversa, risada e discussão que temos a cada dia na “caverna”. Acredito que estes momentos tornam o ambiente de trabalho mais agradável, prazeroso e produtivo.

*Vielen Dank*, Prof. Ricardo Cassel pelos ensinamentos. Você tem uma participação especial na minha formação. É muito bom conviver e aprender com uma pessoa inteligente e divertida como você. Obrigado também pela compreensão nestas últimas fases da pesquisa.

Muito obrigado, Luis Felipe Camargo pela parceria. Obrigado por toda a confiança e por toda paciência nos ensinamentos. É muito gratificante trabalhar ao seu lado. Enfim, grande parte do conhecimento gerado nesta pesquisa é produto de várias horas de trabalho conjunto.

Muito obrigado Secundino Corcini pelas enriquecedoras conversas e pela energia positiva que me contagia. Muitas questões que se encontram nesta dissertação nasceram de nossas trocas de idéias. Tua história de vida me enche de orgulho. Espero que possamos discutir “assínios” por muito e muito tempo...

Muito Obrigado, Daniel Lacerda pela alegria contagiante com que vives e pelos teus ensinamentos. É muito bom trabalhar contigo. Tens uma capacidade incrível de descomplicar as coisas, por meio de analogias simples e divertidas. Tuas frases vão me acompanhar durante toda a vida (inclusive aquela sobre começar com as feias ... ).

Muito obrigado Maria Isabel Morandi pela confiança que me foi passada, pela paciência, pelo prazer que tens em ensinar e pela capacidade de transformar os problemas complicados e complexos em estruturas simples. Certamente estas habilidades, foram de grande valia para a conclusão desta caminhada.

Finalizando, um Muito obrigado ao meu amigo, orientador, professor e MESTRE Luís Henrique Rodrigues. Obrigado por ter me achado na aula de Pesquisa Operacional no ano de 2008. Obrigado por ter acreditado na minha capacidade. Certamente não teria realizado o Mestrado se não tivesse ouvido suas palavras. Receba minha admiração e consideração especial pela forma como lidas com os problemas que são produtos de um mistura de inteligência, humanismo e bom humor. Agradeço por todos desafios. Sabes, como ninguém, como fazer para conduzir-me em direção aos meus limites. MUITO OBRIGADO!!

Gostaria de agradecer insistentemente aos especialistas da pesquisa. Considerando a carga de trabalho, entendo que a participação da pesquisa não tenha sido uma tarefa fácil. Espero que esta pesquisa possa contribuir para as atividades que envolverem simulação computacional em suas empresas, pesquisas ou trabalhos.

Muito obrigado, também, à Unisinos pelo excelente programa e pela qualidade do seu corpo docente. Obrigado aos professores Junico Antunes e professora Miriam Borchardt pelos ensinamentos durante a realização do curso e pelo carinho e à Antônia de Almeida, Ana Ziles e Cláudia Schuster por toda a assistência durante esta caminhada.

Gostaria de ter, pelo menos hoje, o dom, que infelizmente não desenvolvi o dom das palavras. Poderia, assim, demonstrar minha gratidão e admiração a todos vocês que me



ajudaram a concluir esta etapa. Sinto ainda não ter expressado em poucas linhas todo este sentimento.

Portanto, a todos, o meu sincero **MUITO OBRIGADO!!!!**

“Talvez não tenhamos conseguido fazer o melhor, mas lutamos para que o melhor fosse feito. Não somos o que deveríamos ser, não somos o que queríamos ser... mas graças a Deus, não somos o que éramos.”,

Martin Luther King

## RESUMO

O modelo de simulação computacional por eventos discretos é uma poderosa ferramenta para a solução de problemas complexos na indústria. A tendência, segundo especialistas, é de que esta se transforme em uma importante ferramenta no processo decisório das organizações. Encontram-se, no entanto dificuldades no processo de integração e manutenção da ferramenta em longo prazo nas organizações, fazendo com que tal previsão não seja concretizada. A pesquisa propõe uma forma de integrar, e, principalmente, garantir o uso continuado de modelos de simulação por eventos discretos, por meio de uma estrutura de governança. O desenvolvimento da pesquisa transcorreu, primeiramente, sobre uma pesquisa empírica junto a especialistas do tema e um estudo do referencial teórico nacional e internacional sobre os motivos, pelos quais a longevidade funcional dos modelos de simulação é interrompida. O processo de Pensamento da Teoria das Restrições (TOC) além de auxiliar na análise e prescrição de uma solução para o problema também contribuiu para a o entendimento do processo de implementação da mudança. O resultado da pesquisa foi um framework dividido em três etapas: preparação da empresa, desenvolvimento do sistema e manutenção com desdobramentos em processos, que, juntamente com uma estrutura de contabilidade de ganhos busca explicitar uma nova forma de entender os custos e os possíveis ganhos que o modelo pode proporcionar à organização. A contribuição da pesquisa versa sobre uma proposta de governança que possa garantir o uso continuado de modelos de simulação computacional e gerar ganhos à organização.

**Palavras-chave:** Governança de Modelos de Simulação Computacional. Processo de Pensamento. Teoria das Restrições.

## ABSTRACT

The Discrete Event Simulation is a powerful tool in the solution of complex problems in industry. The tendency, according to experts, is that it will become an important tool in the decision making process of the organizations. There are, however, difficulties in the process of integration and maintenance of the tool in long term in the organizations, so that this prevision does not become concrete. This research proposes a way to integrate and, most importantly, guarantee the continuous suitable usage of Discrete Event Simulation Models, by the means of a governance structure. The development of the research was, firstly, an empirical research with experts in the subject and a national and international theoretical reference about the reasons of the interruption of the functional longevity on the Simulation Models. The Thinking Process of Theory of Constraints (TOC) besides helping the analyses and prescription of a solution to the problem, also contributes to the understanding of the changing implementation process. The result of the research was a framework divided in three steps: preparation of the company, development of the system and maintenance with reflection in processes which, together with the accountant structure of benefits, tries to explain a new way of understanding the costs and possible gains that the model will suggest to the organization. The contribution of the research is about a governance proposal which can guarantee the continuous usage of computational simulation models and generate gains to the organization

.

**Keywords:** Governance of Simulation Models. Thinking Process. Theory of Constraints.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Desenho de pesquisa.....	25
Figura 2 - Procedimentos adotados para a pesquisa de trabalhos similares .....	27
Figura 3 - Mudanças de palavras chave.....	30
Figura 4 - Dinâmica do Google Acadêmico .....	31
Figura 5 - Modelo de Simulação .....	40
Figura 6 - Evaporação das nuvens.....	58
Figura 7 - Inter-relações entre estes indicadores locais e globais da empresa .....	67
Figura 8 - Indução .....	70
Figura 9 – Unidades de apoio para a pesquisa .....	72
Figura 10 - Método de trabalho .....	74
Figura 11 - Acompanhamento da pesquisa: o que mudar?.....	80
Figura 12 - Processo de construção da ARA.....	82
Figura 13 - ARA preliminar .....	85
Figura 14 - Exemplo de adições de efeitos indesejados .....	87
Figura 15 - Exemplo de divisão de efeito indesejado.....	88
Figura 16 - Exemplo de exclusão de relação.....	88
Figura 17 - ARA final.....	89
Figura 18 - Acompanhamento da pesquisa: mudar para o que?.....	102
Figura 19 - Processo de construção das nuvens .....	104
Figura 20 - Nuvem referente à liberação dos funcionários .....	105
Figura 21 - Nuvem referente ao desenvolvimento do sistema .....	106
Figura 22 - Nuvem referente ao desenvolvimento do sistema .....	107
Figura 23 - Nuvem referente à manutenção do sistema .....	109
Figura 24 - Nuvem referente à documentação dos processos de simulação .....	110
Figura 25 - Processo de construção das injeções.....	111
Figura 26 - Pressupostos referentes à liberação dos funcionários .....	112
Figura 27 - Injeção referente à liberação dos funcionários .....	113
Figura 28 - Pressupostos referentes ao desenvolvimento do sistema.....	114
Figura 29 - Injeção referente ao desenvolvimento do sistema .....	115
Figura 30 - Pressupostos referentes à estruturação do banco de dados.....	116
Figura 31 - Injeção referente à estruturação do banco de dados .....	117
Figura 32 - Pressupostos referentes à manutenção do sistema.....	118

Figura 33 - Injeção referente à manutenção do sistema .....	119
Figura 34 - Pressupostos referentes à documentação dos processos de simulação .....	120
Figura 35 - Injeção referente à documentação dos processos de simulação .....	121
Figura 36 - Processo de construção da ARF .....	124
Figura 37 – ARF Final.....	125
Figura 38 - Aplicação da Injeção 1 na ARF .....	126
Figura 39 - Aplicação da Injeção 2 na ARF .....	127
Figura 40 - Aplicação da Injeção 3 na ARF .....	128
Figura 41 - Aplicação da Injeção 4 na ARF .....	129
Figura 42 - Aplicação da Injeção 5 na ARF .....	130
Figura 43 - Ramificações negativas .....	131
Figura 44 - Injeções adicionais.....	132
Figura 45 - Injeções adicionais na ARF .....	133
Figura 46 - Acompanhamento da pesquisa: como causar a mudança? .....	135
Figura 47 - Processo de construção da APR .....	136
Figura 48 - APR referente à liberação dos funcionários .....	138
Figura 49 - APR referente à liberação dos funcionários .....	139
Figura 50 - APR referente ao desenvolvimento do sistema (Injeção adicional) .....	140
Figura 51 - APR referente à estruturação do banco de dados .....	142
Figura 52 - APR referente à manutenção do sistema .....	144
Figura 53 - APR referente à documentação dos processos de simulação .....	146
Figura 54 - APR referente à documentação dos processos de simulação (Injeção adicional) .....	147
Figura 55 - Processo de construção da AT.....	148
Figura 56 - AT referente à liberação dos funcionários.....	149
Figura 57 - AT referente ao desenvolvimento do sistema.....	151
Figura 58 - AT referente ao desenvolvimento do sistema (Injeção adicional).....	153
Figura 59 - AT referente à estruturação do banco de dados.....	155
Figura 60 - AT referente à manutenção do sistema.....	157
Figura 61 - AT referente à documentação dos processos de simulação.....	160
Figura 62 - AT referente à documentação dos processos de simulação (Injeção adicional)..	161
Figura 63 - Processo de Pensamento na pesquisa.....	163
Figura 64 - Acompanhamento da pesquisa: governança de modelos de simulação computacional.....	167
Figura 65 - Framework da governança de modelos de simulação .....	170

Figura 66 – Preparação do ambiente .....	172
Figura 67 – Processos da fase de preparação da empresa .....	174
Figura 68 – Desenvolvimento do modelo.....	178
Figura 69 - Processos da fase de desenvolvimento do modelo .....	183
Figura 70 – Manutenção dos modelos de simulação.....	185
Figura 71 - Processos da fase de manutenção dos modelos de simulação .....	187
Figura 72 – Contabilidade de ganhos .....	193
Figura 73 – Exemplo da contabilidade de ganhos.....	195
Figura 74 – Resumo da governança de modelos de simulação .....	196

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Resumo das buscas.....	32
-----------------------------------	----



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Bases de informação.....	28
Quadro 2 - Palavras chave .....	29
Quadro 3 – Artigos lidos .....	33
Quadro 4 – Ferramentas do Processo de Pensamento da TOC .....	55
Quadro 5 – Processo de construção da ARA.....	56
Quadro 6 – Processo de Construção da EN.....	59
Quadro 7 – Processo de Construção da ARF .....	61
Quadro 8 – Processo de construção da APR .....	63
Quadro 9 – Processo de construção da AT.....	64
Quadro 10 – Métodos científicos .....	69
Quadro 11 – Tipos de especialistas .....	75
Quadro 12 – Resumo da coleta de efeitos indesejados.....	81
Quadro 13 – Resumo do processo de validação da ARA.....	86
Quadro 14 – Causas Básicas.....	99
Quadro 15 – Causas básicas analisadas.....	103
Quadro 16 – Resumo do processo de coleta de pressupostos.....	111
Quadro 17 – Resumo do processo de evaporação das nuvens .....	122

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADO	Australian Defence Organization
ADSO	Australian Defence Simulation Office
ARIS	Architecture of Integrated Information Systems
TOC	Theory of Constraints (Teoria das Restrições)
ARA	Árvore da Realidade Atual
EN	Evaporação das Nuvens
ARF	Árvore da Realidade Futura
APR	Árvore de Pré-Requisitos
AT	Árvore de Transição
TI	Tecnologia da Informação
SED	Simulação por Eventos Discretos
EPN	Engenharia de Processos de Negócios
EI	Efeitos Indesejados
CB	Causas Básicas

## SUMARIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	21
1.1 PROBLEMA .....	22
1.2 DESENHO DE PESQUISA .....	24
1.3 OBJETIVO GERAL.....	25
1.4 OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	26
1.5 JUSTIFICATIVA .....	26
<b>1.5.1 Perspectiva acadêmica</b> .....	26
<b>1.5.2 Perspectiva da importância da Governança dos modelos de simulação computacional</b> .....	36
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	37
1.7 DELIMITACAO DA PESQUISA .....	38
<b>2 REFERENCIAL TEORICO</b> .....	39
2.1 PESQUISA OPERACIONAL.....	39
2.2 SIMULAÇÃO POR EVENTOS DISCRETOS.....	40
2.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA PRÁTICA DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL .....	41
2.4 REQUISITOS PARA O FUNCIONAMENTO DOS MODELOS DE SIMULAÇÃO.....	43
<b>2.4.1 Banco de dados confiável</b> .....	43
<b>2.4.2 Gestão dos modelos de simulação</b> .....	44
<b>2.4.3 Competências / Treinamento</b> .....	47
2.5 GOVERNANÇA .....	49
2.6 GOVERNANÇA DA SIMULAÇÃO.....	51
<b>2.6.1 Estrutura responsável pelo modelo de simulação</b> .....	51
<b>2.6.2 Fórum de Simulação</b> .....	51
<b>2.6.3 Política e Planejamento</b> .....	52
<b>2.6.4 Manuais</b> .....	53
2.7 TEORIA DAS RESTRIÇÕES .....	53
<b>2.7.1 Processo de Pensamento</b> .....	54
<b>2.7.2 Arvore da Realidade Atual – ARA</b> .....	56
<b>2.7.3 Evaporação das Nuvens - EN</b> .....	58
<b>2.7.4 Árvore da Realidade Futura - ARF</b> .....	60
<b>2.7.5 Árvore de Pré-Requisitos - APR</b> .....	62

<b>2.7.6</b> Árvore de Transição - AT .....	63
<b>2.7.7</b> Indicadores de resultados .....	65
<b>2.8</b> CONSIDERACOES FINAIS DO CAPÍTULO.....	67
<b>3</b> METODO .....	69
3.1 METODO CIENTIFICO.....	69
3.2 METODO DE PESQUISA.....	70
3.3 UNIDADES DE APOIO .....	71
3.4 METODO DE TRABALHO .....	73
<b>3.4.1</b> O que mudar .....	73
<b>3.4.2</b> Mudar para o que.....	76
<b>3.4.3</b> Como causar a mudança.....	78
<b>4</b> O QUE MUDAR .....	80
4.1 ARA PRELIMINAR .....	81
4.2 DESCRIÇÃO DOS <i>CLUSTERS</i> DA ARA .....	83
4.3 VALIDAÇÃO DA ARA .....	86
<b>4.3.1</b> Modelos não são acreditados ( <i>Cluster 1</i> ) .....	90
<b>4.3.2</b> A simulação é feita para uma situação específica ( <i>Cluster 2</i> ).....	92
<b>4.3.3</b> O processo é preterido ( <i>Cluster 3</i> ).....	93
<b>4.3.4</b> O modelo torna-se obsoleto ( <i>Cluster 4</i> ).....	94
<b>4.3.5</b> Dependência de uma equipe externa ( <i>Cluster 5</i> ).....	96
<b>4.3.6</b> Há falta de apoio interno ( <i>Cluster 6</i> ).....	97
4.4 CAUSAS BÁSICAS .....	98
<b>5</b> PARA OQUE MUDAR.....	102
5.1 CONSTRUÇÃO DAS NUVENS.....	103
<b>5.1.1</b> Nuvem referente à liberação dos funcionários.....	104
<b>5.1.2</b> Nuvem referente ao desenvolvimento do sistema .....	105
<b>5.1.3</b> Nuvem referente à estruturação do banco de dados .....	106
<b>5.1.4</b> Nuvem referente à manutenção do sistema.....	108
<b>5.1.5</b> Nuvem referente à documentação dos processos de simulação.....	109
5.2 EVAPORAÇÃO DAS NUVENS.....	110
<b>5.2.1</b> Evaporação da nuvem referente à liberação dos funcionários .....	112
<b>5.2.2</b> Evaporação da nuvem referente ao desenvolvimento do sistema .....	113
<b>5.2.3</b> Evaporação da nuvem referente à estruturação do banco de dados .....	115
<b>5.2.4</b> Evaporação da nuvem referente à manutenção do sistema.....	117

5.2.5 Evaporação da nuvem referente à documentação dos processos de simulação.....	120
5.3 CONSTRUÇÃO DA ÁRVORE DA REALIDADE FUTURA .....	123
5.3.1 Aplicação da Injeção 1 (Liberação dos funcionários) .....	126
5.3.2 Aplicação da Injeção 2 (Desenvolvimento do Modelo).....	126
5.3.3 Aplicação da Injeção 3 (Estruturação do banco de dados).....	127
5.3.4 Aplicação da Injeção 4 (Manutenção do Modelo) .....	128
5.3.5 Aplicação da Injeção 5 (Documentação) .....	130
<b>6 COMO CAUSAR A MUDANCA.....</b>	<b>135</b>
6.1 CONSTRUÇÃO DA ÁRVORE DE PRÉ-REQUISITOS.....	136
6.1.1 APR referente à liberação dos funcionários - APR1.....	137
6.1.2 APR referente ao desenvolvimento do sistema - APR2 .....	138
6.1.3 APR referente ao desenvolvimento do sistema – APR3 (Injeção adicional).....	140
6.1.4 APR referente à estruturação do banco de dados – APR4.....	141
6.1.5 APR referente à manutenção do sistema - APR5 .....	142
6.1.6 APR referente à documentação dos processos de simulação – APR6 .....	145
6.1.7 APR referente à documentação dos processos de simulação – APR7 (Injeção adicional) .....	147
6.2 CONSTRUÇÃO DA ÁRVORE DE TRANSIÇÃO.....	148
6.2.1 AT referente à liberação dos funcionários – AT1.....	149
6.2.2 AT referente ao desenvolvimento do sistema – AT2 .....	150
6.2.3 AT referente ao desenvolvimento do sistema – AT3 (Injeção adicional) .....	152
6.2.4 AT referente à estruturação do banco de dados – AT4 .....	154
6.2.5 AT referente à manutenção do sistema – AT5.....	156
6.2.6 AT referente à documentação dos processos de simulação – AT6.....	159
6.2.7 AT referente à documentação dos processos de simulação – AT7 (Injeção adicional) .....	161
6.3 AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE PENSAMENTO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES NA PESQUISA .....	162
<b>7 GOVERNANCA DE MODELOS DE SIMULACAO.....</b>	<b>167</b>
7.1 PROPOSTA DE FRAMEWORK DA GOVERNANÇA DE MODELOS DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL.....	169
7.2 PREPARAÇÃO DO AMBIENTE PARA O USO DO MODELO DE SIMULAÇÃO NA EMPRESA.....	171
7.2.1 Definir políticas de manutenção dos modelos de simulação computacional.....	173

<b>7.2.2 Adquirir apoio Interno.....</b>	<b>175</b>
<b>7.2.3 Formação da equipe interna para as atividades de simulação na empresa .....</b>	<b>176</b>
<b>7.2.4 Capacitação da Equipe interna de simulação .....</b>	<b>176</b>
<b>7.2.5 Realizar nivelamento dos funcionários sobre a ferramenta e o modelo de simulação .....</b>	<b>177</b>
<b>7.3 DESENVOLVIMENTO DO MODELO.....</b>	<b>178</b>
<b>7.3.1 Contratar a Equipe Externa.....</b>	<b>179</b>
<b>7.3.2 Seleção e nivelamento dos funcionários para a participação nas reuniões de desenvolvimento do modelo .....</b>	<b>181</b>
<b>7.3.3 Modelagem .....</b>	<b>182</b>
<b>7.4 MANUTENÇÃO DO MODELO .....</b>	<b>184</b>
<b>7.4.1 Atualizar a equipe interna .....</b>	<b>185</b>
<b>7.4.2 Atualizar o modelo .....</b>	<b>188</b>
<b>7.4.3 Vender projetos .....</b>	<b>189</b>
<b>7.4.4 Realizar Projetos.....</b>	<b>189</b>
<b>7.5 CONTABILIDADE DE GANHOS .....</b>	<b>192</b>
<b>7.6 RESUMO DA GOVERNANÇA DE MODELOS DE SIMULAÇÃO PROPOSTA .....</b>	<b>195</b>
<b>8 CONCLUSOES.....</b>	<b>198</b>
<b>8.1 LIMITAÇÕES DA PESQUISA .....</b>	<b>202</b>
<b>8.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>203</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>205</b>
<b>APÊNDICE A – Carta enviada aos para levantamento de dados (causas de descontinuação de modelos de simulação computacional) .....</b>	<b>210</b>
<b>APÊNDICE B – Dados coletados (causas de descontinuação de modelos de simulação computacional).....</b>	<b>214</b>
<b>APÊNDICE C – Carta para validação da ARA .....</b>	<b>217</b>
<b>APÊNDICE E – Dados coletados (pressupostos para as EN’S) .....</b>	<b>220</b>

## 1 INTRODUÇÃO

No ambiente competitivo atual, as empresas são forçadas a se adequar ao mercado e a enfrentar diferentes situações problema durante todo este processo de adequação. Infelizmente estes problemas são, muitas vezes, tratados superficialmente não procurando atacar as suas reais causas (PIDD, 1998). Métodos estruturados de solução de problemas são alternativas para estas empresas, sejam em nível estratégico, tático ou operacional.

Pesquisas que envolvem a discussão sobre estes métodos de solução de problemas, como a Pesquisa Operacional (PO) que busca a aplicação de métodos analíticos que ajudam a tomar melhores decisões, são comuns. A simulação por eventos discretos (SED), que é parte essencial da pesquisa, é uma das técnicas da pesquisa operacional.

A simulação por eventos discretos é uma abordagem em que as variáveis do sistema modelado mudam de estado em pontos separados no tempo. (LAW E KELTON, 1991). Atualmente ela é usada nas empresas, nas mais diversas áreas para analisar, por exemplo, mudanças de leiaute, políticas de manutenção e diminuição de estoques, o que normalmente resulta em aumento de eficiência, e aumento de ganho ou diminuição de custos. Além destas aplicações mais conhecidas, esta técnica é aplicável, também, na simulação de cadeias produtivas, para auxílio do processo decisório referente a projetos de melhoria, políticas de estoque, análise de investimentos e mudanças operacionais.

Poucas empresas percebem todo o potencial do uso da SED. Os modelos de simulação computacional normalmente são usados somente para análise de problemas pontuais, o que implica no baixo nível de integração da simulação nas organizações (HOLST *et al*, 2001). Mayer e Spieckermann (2010) adicionam que a utilização destes modelos a longo prazo é complicada em função de dificuldades tecnológicas e organizacionais.

Empresas de diferentes setores industriais vêm utilizando modelos de simulação por eventos discretos. Estes modelos, por razões desconhecidas, não se perpetuaram, ou seja, após a sua aplicação, deixaram de ser usados pela organização. Tendo em vista as experiências anteriores, estas empresas preocupam-se com a integração e manutenção, deste novo modelo na organização, como ferramenta contínua de apoio na tomada de decisão.

A principal questão é que o conjunto das atividades e recursos requeridos para SED são complexos. As empresas parecem ter poucas ferramentas de auxílio para o acompanhamento da implementação e conseqüente integração e manutenção dos simuladores no processo produtivo das organizações (BASHER, 2007). Segundo Basher (2007), as pesquisas que envolvem o processo de integração dos simuladores, normalmente remetem

para questões funcionais ou base de dados em vez de abordar aspectos estruturais como uma base de dados estruturada e um ambiente responsável pela atualização do modelo.

A construção e, conseqüente, cristalização deste processo de simulação na própria empresa necessitam da articulação entre os elementos participantes deste processo (empresa, pessoas, processos, tecnologia, conhecimento, aprendizagem e infraestrutura) bem como sua condução através de uma estrutura de governança. A Engenharia de Processos de Negócios (EPN) que, segundo Cameira & Caulliriaux (2000), é uma técnica para entender e mapear como partes da organização atuam, favorece as condições necessárias para a proposição, pois conecta e inter-relaciona todos estes elementos participantes do processo de integração. A *Architecture of Integrated Information Systems* (ARIS<sup>1</sup>) é a metodologia para a EPN na pesquisa.

Pretende-se, assim, alcançar um patamar de orientações de conduta da empresa e das pessoas em torno de certos valores e de objetivos de longo prazo de forma a gerar ganhos para a empresa, no que tange à melhoria do sistema analisado. Como pode ser notado, este é um problema que não apenas envolve uma prescrição. Diferentemente, este evento necessita do entendimento do estado atual para planejar a situação futura e então, por fim, avaliar como pode ser feita a mudança. Por esta razão o Processo de Pensamento da Teoria das Restrições (TOC), foi utilizado, como abordagem metodológica, pois contempla todas estas etapas.

Nas próximas seções, serão apresentados maiores detalhes quanto ao objeto de estudo. Será, ainda, explicitado o problema de pesquisa juntamente com as articulações que justificam a realização da mesma.

## 1.1 PROBLEMA

A simulação por eventos discretos (SED) é “uma das mais poderosas técnicas de modelagem utilizadas na indústria” (HOLST *et al*, 2001, p. 7). Esta é usada em diversas áreas, e aplicações que normalmente resultam em redução de custos, acréscimo de produção, eficiência, identificação de gargalos e eliminação de estoques desnecessários (WILLIAMS, 1997). Esta surgiu nos anos 50 e é uma das ferramentas utilizadas para entender, prever e/ou analisar sistemas complexos e a dinâmica entre os elementos pertencentes ao sistema modelado.

---

<sup>1</sup> Sugestões de leitura: Cameira e Caulliriaux (2000), Seidlmeier (2004), Vötter (2009), Vicente (2004) e Diirr *et al*, (2010)



Apesar disso, esta técnica “demora em se tornar a ferramenta de apoio à decisão na indústria, que especialistas previam” (JOHANSSON *et al*, 2003; p. 1290).

Esta afirmação surge de um problema no processo de integração dos modelos desenvolvidos nas empresas. Evidenciou-se esta situação a partir das experiências de uma determinada empresa do setor de mineração que desenvolveu modelos de simulação por eventos discretos para serem reutilizados e analisar continuamente determinados sistemas. Observou-se que estes modelos, depois de um determinado tempo, por diferentes motivos, não tiveram continuidade. Considerando que o desenvolvimento dos modelos de simulação é, em sua maioria, um processo longo e caro, esta descontinuidade acarreta desperdício para estas empresas detentoras dos modelos de simulação computacional desenvolvidos para serem reutilizados.

Atualmente modelos complexos são desenvolvidos para serem reutilizados em diferentes problemas das organizações. Embora não tenha uma definição clara, entendem-se modelos complexos, como uma resultante de dois componentes do projeto do mesmo: o escopo e o nível de detalhe (CHWIF *et al*, 2000). Diante deste tipo de modelo, acredita-se que, as organizações de diferentes setores industriais, esbarram nas seguintes afirmações:

“Muitas são as empresas que adotam a simulação como uma ferramenta para a tomada de decisão, mas poucas são as que conseguem fazer com que a prática de simulação seja continuada no longo prazo e considerada como um processo interno da empresa” (WILLIAMS, 1996, p. 627) e “Infelizmente, esta tecnologia ainda permanece subutilizada pelas indústrias” (MCLEAN E LEONG, 2001, p. 1478).

Alguns autores (WILLIAMS, 1997; WILLIAMS, 1996; MAYER e SPIECKERMANN, 2010; MCFARLANE e KRUZINS, 2006) tentam definir alguns elementos importantes que deveriam estar presentes nos modelos de simulação nas empresas. Mayer e Spieckermann (2010) afirmam que, devido a questões organizacionais e tecnológicas, se torna difícil a prática da simulação a longo prazo. Estes consideram que, para que a implementação funcione, alguns aspectos como padronização, competências e uma estrutura interna para manter o modelo devem ser tratados. O processo de integração dos modelos de simulação complexos parece ser tão complexo quanto o sistema modelado.

Adicionando, Jagstam e Klingstam (2002) acreditam que um elemento limitador é uma base de dados inconfiável. Recomendam, inclusive, uma solução de TI (Tecnologia da Informação) para auxiliar neste processo. Além de reforçar a necessidade de um banco de dados confiável, necessita-se de treinamentos internos e um estrutura responsável pelos modelos de simulação (WILLIAMS, 1996).

Conforme Holst *et al* (2004) o processo de integração, hoje em dia, é baseado no conhecimento tácito, em vez do conhecimento explícito que poderiam estar formalizados através de uma abordagem metodológica/estrutural. Ao mesmo tempo, empresas não têm conseguido dedicar recursos necessários, competências e suporte organizacional para se beneficiarem dos modelos de simulação complexos (HOLST, 2004).

Diante desta situação, há a indicação de que existe algum problema no processo de integração dos modelos por eventos discretos complexos e o estabelecimento da longevidade funcional dos mesmos nas organizações.

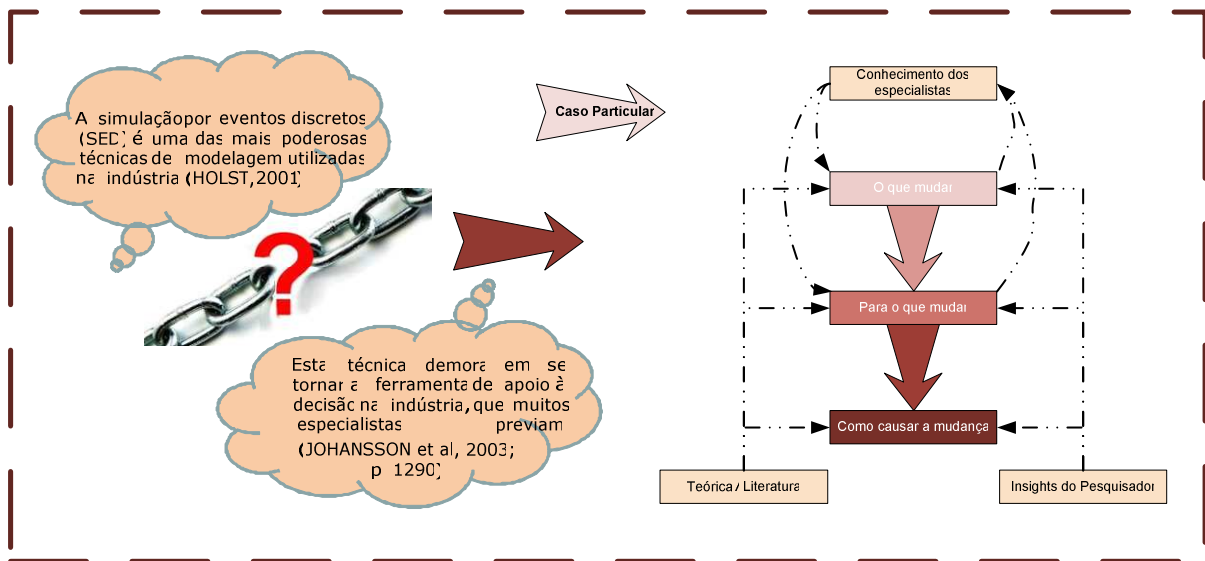
Entende-se que as empresas precisam metodologias simples e ao mesmo tempo robustas que possam guiar as decisões de como integrar esta tecnologia efetivamente nas empresas (HOLST *et al*, 2001). Os próximos desafios, referentes à integração da SED na organização, é “ir da teoria para a prática e da tecnologia para a metodologia.” (HOLST *et al*, 2001, p. 10). Sendo assim, entende-se que é possível ter um melhor entendimento dos possíveis benefícios do uso desta ferramenta que pode ser importante no processo decisório das organizações através de uma estrutura de governança.

Portanto, este trabalho objetiva responder a seguinte questão de pesquisa: Como seria possível aumentar a longevidade funcional de modelos de simulação por eventos discretos?

## 1.2 DESENHO DE PESQUISA

Definido o problema, a Figura 1, esquematizou-se o desenho da pesquisa. Este desenho é dividido por discrepâncias entre referenciais bibliográficos e experiências de empresas. O Processo do Pensamento da Teoria das Restrições é utilizado para criar a situação adequada para que o impasse seja mitigado, ou ainda eliminado.

Figura 1 - Desenho de pesquisa



Fonte: Elaborado pelo Autor.

O problema surge principalmente a partir de afirmações da importância e do potencial de melhoria de processo através do uso de tal ferramenta. Esta ferramenta é poderosa e pode ser muito importante no processo decisório das empresas. Por outro lado, empresas encontram dificuldades no processo de integração e manutenção destes modelos nas empresas.

Esta situação foi evidenciada por um caso particular observado pelo pesquisador. Neste caso, a organização optou por desenvolver modelos de simulação computacional para a solução de problemas, entretanto, os mesmos, depois de determinado tempo, descontinuaram.

Para lidar com este conflito de informações, o Processo de Pensamento da Teoria das Restrições auxilia no processo de entendimento do problema, ou seja, da situação atual, na etapa de desenho de como o problema poderia ser resolvido bem como para entender e analisar os meios para causar a mudança. Este método é subsidiado, sobretudo, pelo referencial teórico, insights do pesquisador e conhecimento de especialistas da área de simulação computacional.

### 1.3 OBJETIVO GERAL

Definir os elementos constituintes de uma estrutura de governança de modelos de simulação por eventos discretos desenvolvidos para serem reutilizados, visando a sua longevidade funcional para o processo de tomada de decisão por meio do Processo de Pensamento da Teoria das Restrições.

## 1.4 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Considerando o objetivo geral da pesquisa, necessita-se que os seguintes objetivos específicos sejam concluídos:

- i. Desenvolver uma pesquisa sobre as causas da descontinuidade de projetos de modelagem de simulação por eventos discretos de forma a identificar as causas raízes do problema central da pesquisa;
- ii. Avaliar como deveria ser modificada a situação atual para garantir a longevidade funcional dos modelos de simulação por eventos discretos;
- iii. Determinar as ações que poderiam implantar uma solução para o problema analisado;
- iv. Avaliar criticamente o Processo de Pensamento da Teoria das Restrições como metodologia de análise e implementação da mudança.

## 1.5 JUSTIFICATIVA

Dividem-se em duas seções as justificativas do presente trabalho, sendo estas de naturezas distintas, mas, que paralelamente, dão sustentação à realização da pesquisa. A primeira seção é voltada à perspectiva acadêmica, por tratar das publicações existentes nas bases de dados, a que se obteve acesso, a fim de se captar o nível e a quantidade de produções científicas relacionadas ao objetivo da pesquisa. Na mesma seção a relevância referente à abordagem metodológica adotada (Processo de Pensamento da Teoria das Restrições) é apresentada. A segunda perspectiva refere-se à relevância da governança enquanto conceito ou, mais especificamente, à importância desta enquanto processo de simulação computacional, bem como para a organização como um todo.

### 1.5.1 Perspectiva acadêmica

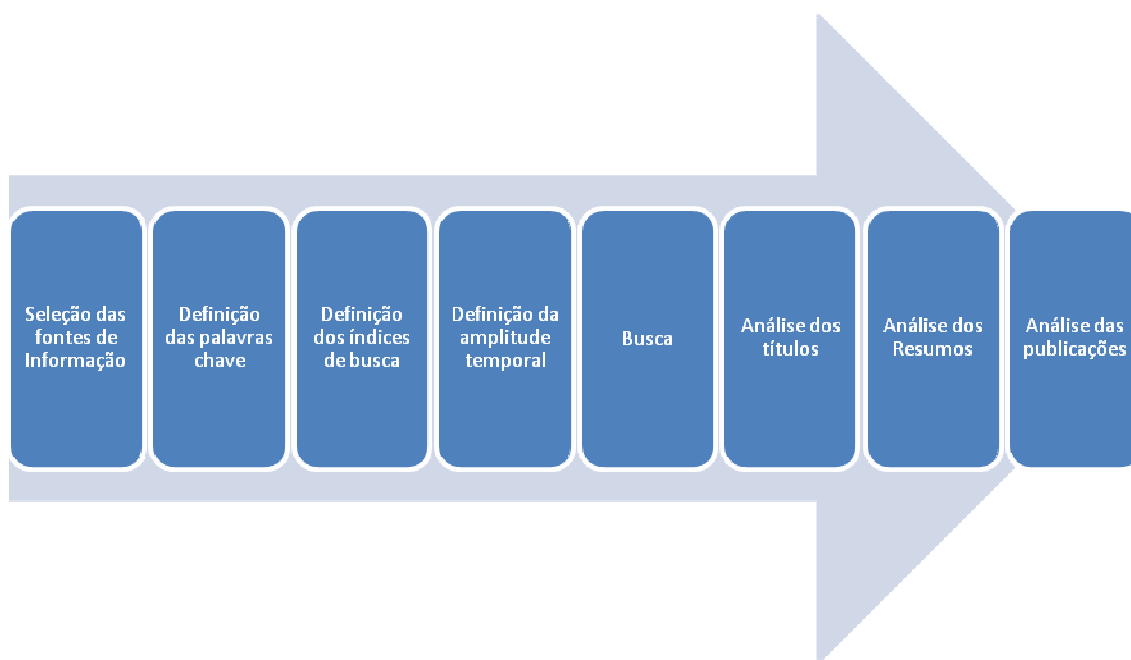
A justificativa voltada para a perspectiva teórico-acadêmica baseia-se nas produções científicas internacionais e nacionais onde se busca justificar a pesquisa pela originalidade do

tema, através da ausência deste no ambiente acadêmico. A relevância quanto à aplicação da abordagem metodológica adotada para a pesquisa também é ressaltada nesta seção.

A sistemática de pesquisa por trabalhos acadêmicos que abordassem a temática “Governança de modelos de simulação”, foi baseada na pesquisa de Lacerda (2009) cujo autor realizou uma pesquisa sistemática da literatura, objetivando justificá-la pela comprovação de originalidade através da ausência de tal tema nas bases de dados a que o autor teve acesso através de um movimento de implosão, ou seja, localizado artigos que tem relação com o tema da pesquisa em uma grande massa de trabalhos acadêmicos. Esta tentativa busca também “tornar rigorosa e válida a compreensão de originalidade” (LACERDA, 2009, p. 12) desta pesquisa.

A Figura 2, a seguir, resume o processo adotado por Lacerda (2009).

Figura 2 - Procedimentos adotados para a pesquisa de trabalhos similares



Fonte: Adaptado de Lacerda (2009)

Na seleção das bases, a pesquisa sistemática foi dividida em quatro macro bases de informações, sendo estas baseadas na adaptação de Corcini Neto (2010), que também fez uso desta sistemática:

- I. Base de Informações de Teses e Dissertações Nacionais
- II. Periódicos Nacionais
- III. Base de Informações de Periódicos Científicos nacionais e internacionais
- IV. Google nacional e internacional

No Quadro 1, são explicitadas as principais bases de informação que fizeram parte desta escolha que objetiva justificar a pesquisa por sua originalidade.

Quadro 1 - Bases de informação

Macrobases	Amplitude Geografia	Bases
Base de Informações de Teses e Dissertações Nacionais	Nacional	Portal Domínio Público (PDP) / Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)
Periódicos	Nacional	Revista de Administração da Universidade de São Paulo (Rausp)
		Revista Eletrônica de Administração (REAd) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
		Revista de Administração de Empresas (RAE) da Fundação Getúlio Vargas (FGV)
		Gestão e Produção (GeP) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR)
Base de Informações de Periódicos Científicos	Internacional	Scientific Electronic Library Online (SciELO)
		ProQuest Academic Research Library
		EBSCO Industries
		Engineering Village
Google	Internacional e Nacional	Google Acadêmico

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Para a escolha das palavras chave, foram necessárias várias combinações entre as palavras principais e outras, que dessem maior sentido à procura. As palavras chave escolhidas foram “Governança de modelos de simulação”, pois não foi encontrada uma palavra ou expressão mais específica que desse significado à procura.

Na própria execução da pesquisa, notou-se a necessidade de maior explicitação das palavras-chave principais, pelo fato destas serem específicas. Em sendo encontrado tão somente um artigo, de um órgão de Defesa da Austrália, decidiu-se pela revisão destas palavras ou expressão para que mais fontes fossem encontradas.

Para a solução do problema, adicionou-se ao Quadro 2, referente às palavras chave, a seção “palavras chave adicionais” que poderiam substituir as palavras chave para cada um dos idiomas.

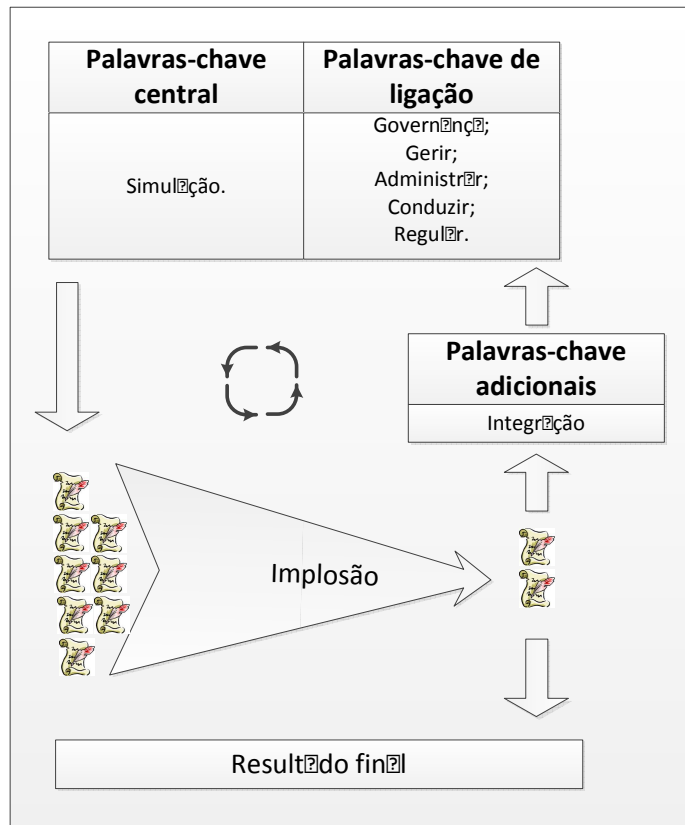
Quadro 2 - Palavras chave

Fonte	Palavra-chave central	Palavras-chave de ligação	Conector	Palavras-chave Adicionais
Nacional	Simulação	Governança Gerir; Administrar; Conduzir; Regular	E	Integração
Internacional	Simulation	Governance Management; Administration; Conduct. Regulate	And	Integrating

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Depois de efetuadas as referidas modificações, foi possível localizar trabalhos acadêmicos através da sistemática de Lacerda (2009) com maior exatidão. Na Figura 3, pode ser encontrado o detalhamento da fase de definição das palavras chave bem como a referida alteração.

Figura 3 - Mudanças de palavras chave



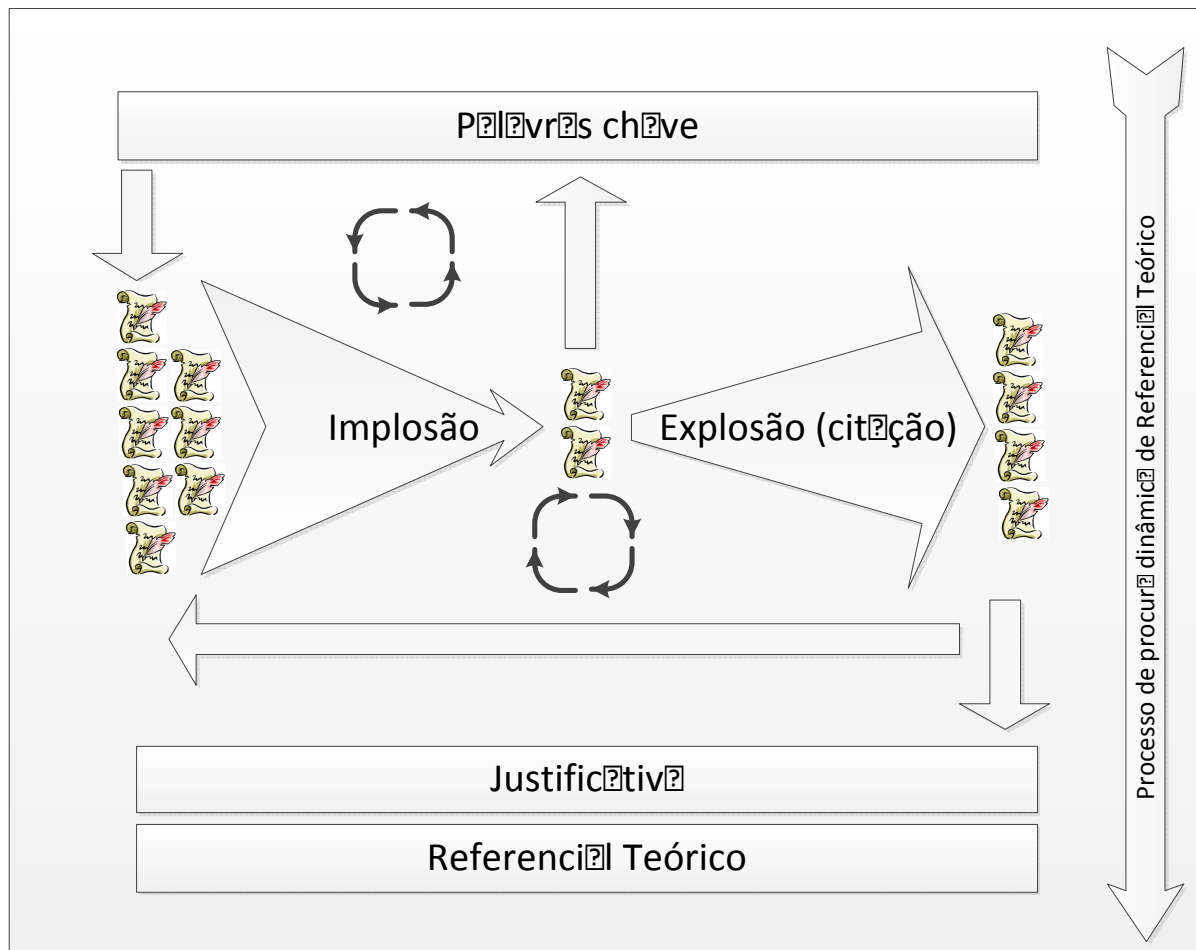
Fonte: Elaborado pelo Autor.

Quanto à amplitude temporal, que também é um procedimento adotado no trabalho de Lacerda (2009), optou-se, como na adaptação de Corcini Neto (2010), pela não delimitação deste atributo. Sendo assim, usaram-se artigos dos mais variados espaços temporais: restritos apenas a cada base de dados escolhida.

Foi incluído no método de Lacerda (2009) o Google Acadêmico, pois este, além de localizar artigos científicos, também faz uso de uma ferramenta muito útil, chamada de “Citado por”. Este movimento caracteriza-se por um movimento de explosão, ou seja, quando poucos artigos são localizados e estes são principalmente antigos, esta ferramenta permite a localização de artigos mais atuais que fizeram uso do exemplar mais antigo. Por meio deste processo, que está esquematizado na Figura 4, foi possível fazer movimentos hierárquicos entre as publicações e assim localizar mais artigos que se refiram ao tema estudado.



Figura 4 - Dinâmica do Google Acadêmico



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Todo este processo, adaptado de Lacerda (2009), que objetivou além de justificar a pesquisa pela originalidade do tema, visou a estruturação do referencial teórico. Como o output do processo foi uma série de artigos relacionados com a pesquisa, estes se tornaram úteis neste processo de levantamento de referenciais bibliográficos que orientam a pesquisa.

Passando para a fase da execução da pesquisa sistemática propriamente dita, levando em consideração todos os passos anteriormente descritos, a Tabela 1 resume a quantidade de artigos localizados em cada uma das bases que estão inseridas nas macrobases.

Tabela 1 - Resumo das buscas

Tipo da Base	Amplitude Geográfica	Nome da Fonte	Artigos Localizados	Resumos de artigos lidos	Artigos lidos
Base de Informações de Teses e Dissertações Nacionais	Nacional	CAPEL	45	1	1
		Subtotal	45	1	1
Periódicos	Nacional	Rausp / USP	0	0	0
		REAd / UFRGS	1	0	0
		RAE / FGV	4	0	0
		G e P /UFSCAR	25	2	0
		Subtotal	30	2	0
Base de Informações de Periódicos Científicos	Nacional	SciELO	2	0	0
		Scopus	166	1	1
	Internacional	SciELO	10	2	1
		EBSCO	69	3	0
		Engineering Village	162	3	0
		Subtotal	409	9	2
Google	Nacional e Internacional	Google Acadêmico	250	32	13
		Subtotal	250	32	13
		<b>Total Geral</b>	<b>734</b>	<b>44</b>	<b>16</b>

Fonte: Elaborado pelo Autor.

De um total de 734 artigos localizados, considerando as bases definidas, de 44 foram lidos os resumos e abstracts, totalizando uma frequência relativa de 5,9%. De alguns destes artigos, obtiveram-se tão somente os abstracts, ou seja, os artigos de periódicos especializados em simulação computacional não estavam disponíveis na íntegra.

Foram analisados 16 artigos na íntegra do total de 734, pois foram estes os encontrados que, de alguma forma, abordavam o tema estudado. O Quadro 3 detalha estas 16 publicações.

Quadro 3 – Artigos lidos

<b>Título da Publicação</b>	<b>Título do Periódico</b>	<b>Ano</b>
A HANDBOOK FOR INTEGRATING DISCRETE EVENT SIMULATION AS AN AID IN CONCEPTUAL DESIGN OF MANUFACTURING SYSTEMS	Winter Simulation Conference	2002
ENSURING THE SUCCESSFUL ADOPTION OF DISCRETE EVENT SIMULATION IN A MANUFACTURING ENVIRONMENT	Winter Simulation Conference	2000
HOW SIMULATION GAINS ACCEPTANCE AS A MANUFACTURING PRODUCTIVITY IMPROVEMENT TOOL	European Simulation Multiconference	1997
A INSERÇÃO DA SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL NO PLANEJAMENTO HIERÁRQUICO DE CADEIAS DE SUPRIMENTO	Dissertação	2006
MAKING SIMULATION A CORPORATE NORM	Summer Computer Simulation Conference	1996
STEPS FOR PROPER SIMULATION PROJECT MANAGEMENT	Winter Simulation Conference	1995
SUCCESSES AND FAILURES IN UK/US DEVELOPMENT OF SIMULATION	journal Simulation Modelling Practice and Theory	2002
USING SIMULATION TECHNIQUES FOR CONTINUOUS PROCESS VERIFICATION IN INDUSTRIAL SYSTEM DEVELOPMENT	Winter Simulation Conference	2000
MODELO DE GOVERNANÇA DA SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO NO ESCOPO DA GOVERNANÇA COMPUTACIONAL	Dissertação	2007
INFORMATION STRUCTURE TO SUPPORT DISCRETE EVENT SIMULATION IN MANUFACTURING SYSTEMS	Winter Simulation Conference	2003
THE EXPANDING ROLE OF SIMULATION IN FUTURE MANUFACTURING	Winter Simulation Conference	2001
TOWARDS CONTINUOUSLY UPDATED SIMULATION MODELS: COMBINING AUTOMATED RAW DATA COLLECTION AND AUTOMATED DATA PROCESSING	Winter Simulation Conference	2010
PROVIDER AND CUSTOMER EXPECTATIONS OF SUCCESSFUL SIMULATION PROJECTS	Journal of the Operational Research Society	1998
MODES OF SIMULATION PRACTICE: APPROACHES TO BUSINESS AND MILITARY SIMULATION	journal Simulation Modelling Practice and Theory	2002
LIFE-CYCLE OF SIMULATION MODELS: REQUIREMENTS AND CASE STUDIES IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY	Journal of Simulation	2010
INTEGRATING SIMULATION INTO MANUFACTURING SYSTEM DEVELOPMENT: A METHODOLOGICAL FRAMEWORK	Conference of the Production and Operations Management Society	2001
AUSTRALIAN DEFENCE SIMULATION – STATUS		2006

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Podem-se dividir em três grupos os trabalhos encontrados.

No primeiro grupo, foi encontrado um artigo oriundo de um órgão de defesa do governo da Austrália, que utiliza o termo Governança de modelos de simulação Computacional. Mesmo não sendo um artigo de periódico, este trabalho formaliza o termo “Governança de modelos de simulação” que é essencial para a presente pesquisa. (MCFARLANE e KRUZINS, 2006). Holst *et al* (2001), que também pertencem a este grupo, desenvolveu uma pesquisa que tem muitos pontos que se assemelham à presente pesquisa embora se diferenciam pelo problema de pesquisa. Enquanto Holst *et al* (2001) preocupavam-se com a integração da ferramenta de simulação computacional na empresa, a presente pesquisa preocupa-se com a manutenção e a não descontinuação desta na empresa. Muitos elementos deste trabalho estão presentes nas duas pesquisas, mas o foco problemático, e, principalmente a metodologia são distintos.

Todos os artigos encontrados, do segundo grupo, têm, em seu conteúdo, elementos que constituem à governança de um simulador, mesmo que este termo, não seja evidenciado. A partir de aplicações práticas, propõem-se meios estruturais que, quando presentes, poderiam tornar a prática de simulação um processo interno da organização como: treinamentos e suporte (WILLIAMS, 1996), documentação (WILLIAMS, 1997) e políticas de padronização (MAYER e SPIECKERMANN, 2010).

Exaltam-se, também neste mesmo grupo, trabalhos que estudam elementos pertencentes a este processo de integração, manutenção e administração dos modelos de simulação na organização. Estes elementos são abordados de forma ampla, exaltando diferentes características que deveriam estar presentes no processo, como de uma forma mais descritiva de cada procedimento existente no mesmo como: Governança de Simulação (McFarlane e Kruzins, 2006) e macroprocesso de simulação (KLINGSTAM E OLSSON, 2000).

Nos artigos do grupo 3, são abordados temas de integração e administração de projetos de simulação computacional e Governança, parcialmente conectados com o objeto de estudo. Os autores (GOMIDES E SILVA, 2009; ROBINSON, 2002) têm em seus trabalhos conceitos que são abordados na presente pesquisa, mas que somente de forma periférica se inter-relacionam.

Vale referir que não foram encontrados trabalhos que focassem diretamente o tema da presente pesquisa com aplicação em empresa. Justifica-se, desta forma a pesquisa pela originalidade do tema proposto.

Um fator relevante na perspectiva teórico acadêmica versa sobre o Processo de Pensamento da Teoria das Restrições que, enfim, é a abordagem metodológica utilizada. Esta abordagem, poucas vezes, foi utilizada em sua plenitude, ou seja, diferentes autores manifestam que dificilmente todas as ferramentas da abordagem foram desenvolvidas.

A primeira evidência transcorre a partir da obra de Noreen *et al* (1996). Os autores fizeram uma avaliação sobre o Processo de Pensamento da TOC. Perguntas sobre a coerência e aplicabilidade desta abordagem prestaram-se à reflexão. Os autores entenderam com base, nestas questões, que não foi possível achar erros e omissões em meio à abordagem e que esta poderia ser um avanço no que tange a solução de problemas práticos.

Além disso, os autores concluíram, após contato com pessoas que participaram de treinamento sobre a abordagem, que poucos realmente aplicaram todas as ferramentas indicadas pelo Processo de Pensamento da TOC. Resumindo, constatou-se que poucos aplicaram o Processo de Pensamento desde a *Árvore da Realidade Atual* até a *Árvore de Transição*, ou seja, poucos utilizaram as ferramentas do Processo de Pensamento do início ao fim. Relatam, ainda, os referidos autores, que os diálogos com estas pessoas evidenciam um sentimento de culpa por parte dos conhecedores da abordagem, pois estes, de qualquer forma, conhecem e exaltam os excelentes resultados do completo uso do Processo de Pensamento.

Outro elemento que corroborou com esta justificativa, encontra-se na obra de Kim *et al* (2008) que relatam uma pesquisa sobre publicações referentes ao Processo de Pensamento da TOC entre 1994 e 2006. Embora as publicações sobre o tema estejam se avolumando, evidencia-se que apenas um oitavo das publicações mencionava a completa aplicação das ferramentas do Processo de Pensamento da TOC.

Ao mesmo tempo em que a publicação de Kim *et al* (2008), evidencia a aplicabilidade e a versatilidade do uso completo das ferramentas do Processo de Pensamento da TOC para a implementação da mudança, incentiva-se, também, a comunidade acadêmica a desenvolver o Processo de Pensamento em sua plenitude, pois, assim, perpassam-se todas as camadas de resistência à mudança. Os autores sinalizam para a aplicação completa do Processo de Pensamento em diferentes organizações, pois existem, por ora, poucas publicações que a fazem.

Considerando o fato de que a presente pesquisa aplicou o Processo de Pensamento da TOC, justifica-se a pesquisa pela relevância acadêmica, pois todas as ferramentas referentes à abordagem foram desenvolvidas para a evidenciação da estrutura de governança proposta. A próxima seção versa a importância da Governança de modelos de simulação computacional.

### **1.5.2 Perspectiva da importância da Governança dos modelos de simulação computacional**

Segundo Scaff *et al*, (2009), as ferramentas de apoio à decisão se tornaram alvo de estudos nos mais diferentes ambientes organizacionais. Estas podem ser um diferencial competitivo, à medida que a complexidade aumenta juntamente com a dinâmica entre as organizações.

A importância de uma estrutura de governança para os modelos de simulação é apresentada nas afirmações de Basher (2007). Segundo Basher (2007), as empresas parecem ter poucas ferramentas e metodologias de auxílio para o acompanhamento da implementação e consequente integração dos simuladores no processo produtivo das organizações.

A partir desta colocação, segundo McLean e Leong, (2001) simulação computacional é uma dessas ferramentas mais reconhecidas no processo decisório das organizações e útil para o processo de melhoria de qualidade e redução de custos, mas pouco utilizadas nas empresas. Assim, nas organizações, a simulação normalmente é usada em situações irregulares e apenas para solução de problemas pontuais. (WILLIAMS, 1997). “O ritmo e a maneira com que a simulação é implantada na organização determinarão se esta adoção será um sucesso ou se esta irá falhar” (KNOLL E HEIM, 2000, p. 1297).

Para garantir a longevidade funcional e para melhorar o processo de tomada de decisão é necessária esta estrutura de governança que visa gerenciar e controlar o modelo de simulação dentro da própria empresa no longo prazo. Esta estrutura também é útil na etapa que precede o controle, que é a integração do modelo de simulação computacional junto à organização. Além disso, McFarlane e Kruzins (2006) afirmam que existe a necessidade de que todo o investimento em simulação, que, muitas vezes, é caro, seja bem gerido. Assim, justificam a criação de uma estrutura de governança nos modelos computacionais utilizados pelo órgão de defesa Australiano.

Estas ferramentas de apoio à decisão como a SED, segundo Holst *et al* (2001), precisam de metodologias simples que possam apoiar e orientar as suas decisões sobre a forma de integrar essa tecnologia. Os próximos desafios, referentes à integração da SED na organização, é “ir da teoria para a prática e da tecnologia para a metodologia.” (HOLST *et al*, 2001, p. 10).

A contribuição da pesquisa transcorre sobre este desafio e o valor desta estrutura de governança que quando criada, possa ser estendida para diferentes tipos de modelos de simulação e setores industriais garantindo que esta importante ferramenta possa ser integrada,

e, principalmente mantida. Assim, entende-se que a integração e manutenção da simulação computacional na organização seja facilitada e faz com que uma importante ferramenta na tomada de decisão seja inserida neste ambiente complexo e ao mesmo tempo competitivo.

## 1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está estruturado em sete capítulos. No primeiro, é realizada toda a apresentação da pesquisa juntamente com a problemática, na qual há a motivação para a pesquisa. A justificativa que explicita a relevância do tema abordado na pesquisa e sua respectiva originalidade também é abordada no capítulo, além da estruturação do trabalho, objetivos e delimitações.

No segundo capítulo, apresenta-se o referencial teórico da pesquisa. São explicitados os principais conceitos que envolvem um projeto de simulação do ponto de vista de diferentes autores, além das condicionantes estruturais que deveriam estar presentes no processo para que os modelos de simulação funcionem da melhor forma. Os referencias teóricos referentes às abordagens metodológicas utilizadas na pesquisa também estão presentes no capítulo.

No capítulo 3, é explicitado o método de pesquisa, fazendo com que o trabalho atenda o objetivo final do presente trabalho. Juntamente com este método.

Já no capítulo 4, apresenta-se a pesquisa sobre as causas pelas quais os projetos de simulação não têm continuidade e não conseguem a longevidade funcional. Por intermédio deste, juntamente com o referencial teórico, pretende-se criar subsídios para continuidade da pesquisa.

O planejamento e as estratégias para a estruturação da pretendida governança é evidenciado no capítulo 5. Este se preocupa com a forma como é feita a transformação da situação futura situação atual para uma situação futura de forma a garantir a longevidade funcional dos modelos de simulação

O capítulo 6 é responsável pela implementação da situação futura para o problema de pesquisa. Está é a última etapa, antes da formalização da governança.

O objetivo geral, no presente trabalho, é apresentado no capítulo 7, com a finalidade de gerar aprendizado, através da proposição de uma estrutura de governança para projetos de simulação computacional apoiado na pesquisa bibliográfica desenvolvida no capítulo 2 e nos capítulos 4, 5 e 6 que criam a solução através da abordagem metodológica do Processo de Pensamento da TOC.

Já no último capítulo, serão feitas as considerações finais juntamente com as possibilidades de pesquisas futuras.

## 1.7 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Segundo Lacerda (2009) nas delimitações da pesquisa objetiva-se mencionar os aspectos que não serão abordados nesse trabalho. Tais delimitações tentam formalizar, para além dos objetivos que norteiam a pesquisa, as fronteiras que circundam o escopo do trabalho.

A primeira delimitação remete ao objeto de pesquisa que é a governança para modelos de simulação computacional por eventos discretos complexos. Encontra-se na literatura autores como Law e Kelton (1991) que dão importância para as etapas de construção do modelo como validação, definição do problema e verificação. Por este motivo necessita-se da explicitação de que a presente pesquisa apenas contempla a etapa final do projeto em que ocorre a integração do modelo de simulação na empresa para posterior manutenção.

Outro importante fator delimitante versa a aplicação e o acompanhamento, ou seja, o desdobramento desta estrutura de governança proposta. A pesquisa apenas preocupa-se com a proposição e não almeja aplicar e acompanhar o desdobramento desta durante o tempo de vigência. O ciclo de vida do modelo é de médio longo prazo e por esta razão seria inviável o tal acompanhamento.

A proposição final restringe-se a um modelo de simulação singular tendo como características:

-Modelos de simulação por eventos discretos desenvolvidos para serem reutilizados, caracterizados pelo alto grau de complexidade;

Assim, não se almeja a generalização de tal proposição para diferentes tipos de modelos.

A proposta de governança traz diretrizes gerais para a manutenção dos modelos de simulação a longo prazo. Sendo assim, aspectos específicos deverão ser desenvolvidos para cada caso. Desta forma, os aspectos limitadores da pesquisa foram explicitados. O próximo capítulo aborda o Referencial Teórico da pesquisa.



## 2 REFERENCIAL TEORICO

Com o objetivo de desenvolver um modelo de estrutura de governança, que é o objeto de pesquisa, alguns conceitos e características desta abordagem de apoio à tomada de decisão, sobre simulação computacional, precisam ser definidos, assim como a conceituação do termo Governança. Estes conceitos, além de terem papel fundamental na condução da pesquisa, também delimitam o escopo do trabalho, pois é em torno destes que a estruturação é construída. As abordagens metodológica desenvolvidas na pesquisa também são explicitadas neste capítulo, a fim de nivelar o leitor às particularidades das mesmas.

### 2.1 PESQUISA OPERACIONAL

Para definir simulação computacional, primeiramente necessita-se da definição da Pesquisa Operacional, pois, segundo Carvalho (2006), a simulação computacional é um desdobramento da Pesquisa Operacional em conjunto com as técnicas de processamento computacionais atuais. Esta é uma atividade organizada com metodologias definidas orientadas para a solução de problemas (MORSE E KIMBALL, 2003). A pesquisa operacional pode ser dividida em três fases distintas (CARVALHO, 2006) em sua história:

- Antes da Segunda Guerra Mundial, quando, segundo mesmo autor, a pesquisa operacional era aplicada apenas para situações específicas;
- Durante a Segunda Guerra, quando as aplicações eram voltadas apenas para situações específicas militares. Problemas de logística, de estratégia militar e de alocação de recursos escassos são exemplos de tal aplicação.
- Após a Segunda Guerra, quando esta se tornou um instrumento gerencial. A PO deixou de ser somente para uma aplicação para casos isolados e passou a ser utilizada nos diferentes setores da economia. As suas aplicações estenderam-se para problemas de gestão industrial, gestão da qualidade, administração de operações, setor da saúde, logística, finanças, marketing, planejamento e gestão de serviços, informação, etc.

Além do ambiente industrial, com o passar dos anos, a pesquisa operacional passou a fazer parte também do ambiente acadêmico. Segundo OPERATIONS (2011), a pesquisa operacional, através de suas técnicas e ferramentas matemáticas, possibilita a decisão por opções mais eficazes e faz com que os sistemas complexos estudados, sejam mais produtivos.

Dentre as técnicas de Pesquisa Operacional, a simulação, ou mais especificamente a simulação por eventos discretos, foi a que mais se desenvolveu nos últimos anos, devido ao

aumento da capacidade de processamento computacional (CARVALHO, 2006). Na próxima seção, será definida esta técnica chamada simulação por eventos discretos.

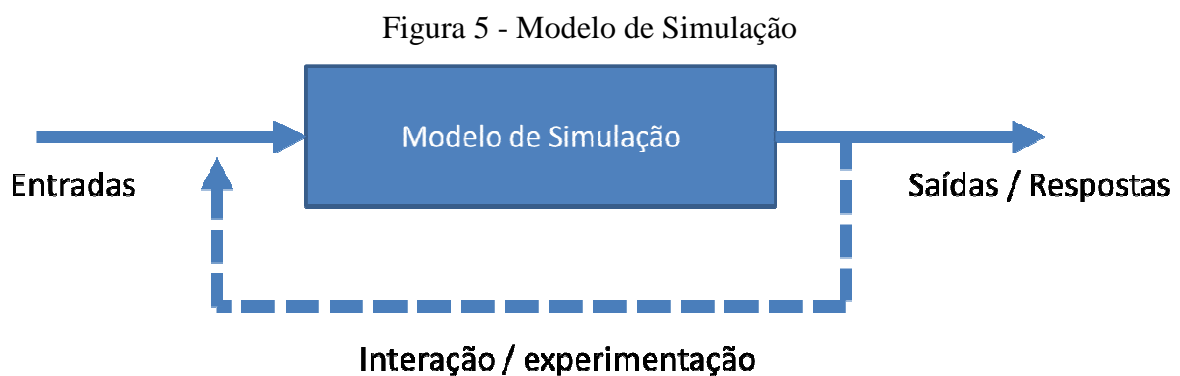
## 2.2 SIMULAÇÃO POR EVENTOS DISCRETOS

Visto que as vidas estão cada vez mais complexas e interconectadas, todas nossas decisões e as dos outros podem ter maiores consequências para nós ou para os outros (PIDD, 1998). Todas as decisões podem ocasionar um efeito positivo para certa população, ou, por outro lado, podem resultar em um efeito negativo para outra e uma forma de lidar com estas consequências, é a criação de modelos de simulação computacional (PIDD, 1998).

“Um modelo é uma representação externa e explícita de parte da realidade vista pela pessoa que deseja usar aquele modelo para entender, mudar, gerenciar e controlar parte daquela realidade”. (PIDD, 1998, p. 25)

Para Banks (2000), a simulação computacional é a reprodução de uma operação do mundo real que se desdobra na geração de um sistema artificial (computacional) e é um “método de solução de problemas indispensável para a solução dos problemas do mundo real” (BANKS, 2000, p. 9).

Portanto, segundo Pidd (1998) um modelo de simulação pode ser representado da seguinte forma:



Fonte: Pidd (1998, p. 226)

Um modelo de simulação caracteriza-se pelo seu baixo custo, facilidade de análise de sistemas complexos e maior segurança e rapidez em comparação com sistema em estado real. (PIDD, 1998). Este, segundo mesmo autor, tem como princípio a transformação de um modelo de simulação em um ambiente artificial para inferir questões do tipo “O que ocorreria se...?”.

Carson (2004) argumenta que modelos de simulação são modelos descritivos de um processo ou sistema que inclui parâmetros que tornam estes modificáveis. O modelo de simulação é útil para avaliação do sistema modelado, experimentações através da modificação dos parâmetros de entrada do modelo e também comparações entre configurações do sistema ou processo estudado. (CARSON, 2004). Estas utilidades resultam em viabilização de melhorias, identificação de gargalos ou problemas do sistema e também é possível antever o comportamento do sistema frente a diferentes situações pré-estabelecidas.

Segundo Pidd (1998), existem três abordagens diferentes na simulação computacional: simulação por eventos discretos, simulação contínua e simulação discreta e contínua.

A abordagem de simulação utilizada e estudada, na pesquisa, é a simulação por eventos discretos (SED). Esta a caracteriza-se pelo uso de entidades discretas, que variam com o tempo (PIDD, 1998). Law e Kelton (1991) definem a SED como uma abordagem da simulação em que as variáveis do sistema modelado mudam de estado em pontos separados no tempo.

Esta abordagem da simulação computacional que vem sendo usada nas ciências administrativas desde os anos 50 (PIDD, 1998), é uma das abordagens mais usadas (LAW E KELTON, 1991; PIDD, 1998). A SED é “uma das mais poderosas técnicas de modelagem utilizadas na indústria” (HOLST, 2001, p. 7).

Sendo assim, a simulação computacional é uma ferramenta poderosa para a solução dos problemas do mundo real e principalmente em ambientes dinâmicos com alto grau de complexidade (PIDD, 1998; BANKS, 2000). O uso da simulação computacional vem se estendendo para as mais diversas áreas e evoluindo devido ao desenvolvimento paralelo da área de computação. (LAW E KELTON, 1991; PIDD, 1998; BANKS, 2000). Tais aplicações são sustentadas por vantagens e limitadas por desvantagens da prática de simulação computacional. Estas questões são apresentadas na próxima seção.

### 2.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA PRÁTICA DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

Os projetos de simulação têm aspectos positivos e negativos que devem ser avaliados antes de sua aplicação. Oliveira (2007) consolida uma lista das vantagens dos modelos de simulação computacional de diversos autores da seguinte forma:

- É possível simular longos períodos de simulação de um sistema;

- Processo de construção do modelo é evolutivo, ou seja, o modelo vai acrescentando em complexidade aos poucos;
- Sistema real com elementos estocásticos não pode ser precisamente representado por modelos matemáticos;
- É possível avaliar sistemas em condições de operação projetadas;
- As condições dos experimentos são mais controladas o que por vezes não é possível com o sistema do mundo real;
- Os modelos de simulação têm mais facilidade de compreensão que os modelos matemáticos;
- Dependendo do tipo de modelo, este tem flexibilidade, ou seja, pode ser aplicado em variadas e diferentes situações indesejadas do sistema;
- Utilidade na viabilidade de investimentos.
- Testes de possibilidades: podem ser feitas vários experimentos com o modelo construído;
- Solução de problemas: Com o entendimento da situação problemática, é possível entender a relação entre as variáveis do sistema;
- Aprendizagem: entendimento de como o sistema funciona;
- Facilitador de consenso: após as etapas do projeto que garantem a validade do mesmo, este tem mais aceitação que a opinião de uma única pessoa;

Oliveira (2007), da mesma forma, consolida uma lista das desvantagens dos modelos de simulação computacional a partir de diversos autores da seguinte forma:

- Em cada rodada de simulação produzem-se somente estimativas das variáveis analisadas;
- A construção dos modelos de simulação computacional implica altos custos e consome muito tempo até que esteja totalmente desenvolvido;
- Para que a organização esteja apta a operar o modelo exige-se treinamento especial;
- Dificuldades no processo de análise dos resultados sem auxílio da estatística;
- Muitas vezes, os modelos de simulação são usados em problemas simples que podem ser analisados de forma analítica;
- Dificuldade com linguagens de modelagem;
- São necessários recursos computacionais compatíveis com o modelo desenvolvido.

## 2.4 REQUISITOS PARA O FUNCIONAMENTO DOS MODELOS DE SIMULAÇÃO

Para que os modelos de simulação funcionem dentro da organização de forma a garantir que estes sejam perenes, algumas questões devem ser planejadas visando aplicação a longo prazo. Através de uma pesquisa bibliográfica foram encontradas características que deveriam estar incluídas na equipe que trabalha com simulação dentro da empresa e também fatores internos na empresa que tornam a prática da simulação mais útil e duradoura. (WILLIAMS, 1996; JAGSTAM E KLINGSTAM, 2002; MAYER E SPIECKERMANN, 2010; MACHADO, 2006).

Foi possível dividir estes requisitos para o funcionamento dos modelos de simulação em três grandes grupos. O primeiro refere os elementos de gestão, o segundo versa as habilidades técnicas e o terceiro, as condições do banco de dados. Estes são os macro constructos localizados na teoria que auxiliam a organização e estruturação da simulação dentro da organização.

### 2.4.1 Banco de dados confiável

O processo de implantação da simulação computacional visa trazer um benefício para a organização, mas este é precedido por alguns requisitos. Destacam-se assim séries históricas relevantes ao objeto de análise (MACHADO, 2006). Para implementação da simulação computacional deve-se verificar se a organização tem base de dados histórica confiável (MACHADO, 2006).

Para esta questão do banco de dados, Johansson *et al* (2003) investigam o porquê da prática da DES (*Discrete event simulation*), simulação por eventos discretos, como ferramenta de tomada de decisão, ser subutilizada nas organizações. Para que os modelos de simulação sejam mais utilizados, sugere-se que exista um sistema de manipulação de dados, pois os engenheiros não têm tempo para trabalhar manualmente com os dados. Estes sistemas, segundo Johansson; Johansson e Kinnander (2003), também devem ser atualizados com frequência e o acesso deve ser distribuído para um responsável.

Williams (1996) afirma que a matéria-prima vital para qualquer estudo de simulação são dados precisos. Assim, os gestores de simulação devem estabelecer ligação com os especialistas da empresa responsáveis pelo banco de dados. Estes profissionais podem fornecer uma ajuda preciosa no projeto.

Conforme Klingstam e Olsson (2000) é vital ter uma estrutura de alta qualidade de entrada de dados, que significa ter uma maneira padronizada e documentada para manipular os dados, já que uma das dificuldades para implementação do modelo de simulação é a falta de dados confiáveis. Essa estrutura deve incluir os seguintes aspectos:

- Listas de parâmetros ou variáveis importantes a serem consideradas para cada processo no modelo de simulação;
- A conexão entre estas listas de variáveis e o momento do projeto, ou seja, quando estas devem ser carregadas ou atualizadas;
- A especificação do local onde os dados de entrada devem ser retirados;
- A biblioteca padrão de distribuições que reflete a realidade;
- A especificação de como os valores recolhidos podem ser usados na simulação.

A sugestão de Jagstam e Klingstam, (2002) é o desenvolvimento de uma solução de tecnologia da informação que seja capaz de garantir o funcionamento do processo de aquisição de dados. A correta administração dos dados se faz necessária. Os dados devem ser geridos na forma de como são compartilhados, disponibilizados e comunicados (HOLST *et al*, 2001). Dados repetidos ou inconfiáveis são problemas que precisam considerar sistemas integrados para que haja uma visão holística dos dados, para evitar o uso de estimativas de dados de entrada ou irreais na atualização dos modelos de simulação (HOLST *et al*, 2001).

#### **2.4.2 Gestão dos modelos de simulação**

Este grupo refere-se aos elementos de gestão que devem estar presentes neste processo de simulação dentro das empresas. Este suporte, via gestão, é importante para o processo de perenização, juntamente com os demais elementos.

- **Transferência de tecnologia**

Ulgen (1991) afirma que para que o projeto seja considerado um sucesso, o processo de transferência de tecnologia deve ser observado. Principalmente nos projetos de desenvolvimento de *software*, também citado por Robinson (2002), é importante que no momento em que o projeto de simulação estiver completo, a organização deve estar apta para usar o modelo, seja suporte, análise ou atualização sem a necessidade de ajuda externa.

Para que isso aconteça, deve a transferência total de tecnologia e periódicos *follow up* com os clientes para que a organização se torne completamente capacitada a manter, atualizar,

enfim, gerir todo o processo que envolve um modelo de simulação computacional que foi desenvolvido para ser reutilizado (ULGEN, 1991).

- **Cultura da empresa ou da unidade organizacional**

Segundo Machado (2006), nem sempre é fácil a implementação de projetos de simulação computacional em organizações. Em alguns casos, a empresa teve casos frustrantes no passado e isto pode tornar a ideia mal vista no grupo.

Conforme Johansson; Johnsson e Kinnander (2003), quando não há apoio dentro da organização para tal investimento, não tem chance de se tornar a ferramenta diária para engenheiros de produção, que muitos especialistas preveem.

Só é possível manter e aperfeiçoar os modelos de simulação, durante um período de longo prazo, se as condições organizacionais apoiarem este processo (MAYER E SPIECKERMANN, 2010). A simulação deve ser estabelecida na organização das empresas de tal forma que os recursos para todas as atividades associadas estejam disponíveis e sejam confiáveis (MAYER E SPIECKERMANN, 2010).

- **Acompanhamento do ciclo de vida do modelo**

Machado (2006) chama estas características de “facilitadores” da aplicação da simulação ao sistema analisado, ou seja, estes são fatores que quando tratados podem facilitar a aplicação da técnica na empresa.

Williams (1996) defende a criação de uma infraestrutura de suporte interna para que a simulação se torne um processo interno da empresa. Após a implementação da simulação na empresa com o auxílio de uma infraestrutura com manuais, competências e treinamentos, estes devem se manter. Para a manutenção, fatores como documentação, materiais de treinamento devem ser atualizados juntamente com a atualização do simulador (WILLIAMS, 1996).

Através de um movimento de feedback feito a partir dos usuários ou vendedores dos simuladores na organização, as deficiências do modelo são reparadas e os melhoramentos necessários são feitos. Mayer e Spieckermann (2010) recomendam a responsabilização de pessoas encarregadas pela manutenção do simulador e também de uma pessoa responsável pelas alterações feitas no modelo de simulação.

Estas pessoas juntamente com as pessoas responsáveis pelas simulações, depois de treinadas e qualificadas, “devem trabalhar um longo período de tempo com simulação, algo em torno de 2 ou 3 anos, com parcelas bem divididas na parte de modelagem, simulação e

experimentação. (MAYER E SPIECKERMANN, 2010, p. 259) Para estas situações necessita-se de treinamento e troca de pessoal, para que no caso de um responsável de simulação sair da empresa, o know-how adquirido não seja perdido (MAYER E SPIECKERMANN, 2010).

- **Manuais / Documentações**

Manuais de usuário e manutenção também podem ser submetidos à organização se estes forem reutilizar o modelo. A organização precisa ter além do *follow up* com a equipe desenvolvedora, este recurso, pois esta precisa ter certeza de que o modelo está sendo usado apropriadamente nas futuras experimentações ou aplicações (ÜLGEN *et al*, 1995).

Um modelo de simulação bem documentado torna-se um documento “vivo” para a vida de um processo, permitindo assim que o todo do investimento inicial, que muitas vezes é elevado, possa ser amortizado. (WILLIAMS, 1996).

Para entender os modelos feitos por outros, necessita-se da criação de manuais ou guias de como fazer o mesmo (KLINGSTAM E OLSSON, 2000). Esta estrutura deve incluir, segundo mesmo autor:

- Uma biblioteca padrão com todos os elementos de construção do modelo (padronização dos nomes dos objetos);
- Especificações de onde os parâmetros, variáveis ou objetos podem ser encontrados.
- Em uma metodologia genérica, estruturar manuais de como construir, analisar e operar o modelo e que ferramentas são usadas.

Outro fator que deve também ser documentado, segundo Klingstam e Olsson (2000) é a documentação das alterações do modelo onde devem constar fatores como:

- Nome do modelo utilizado;
- Versão, Data e hora;
- Motivo da mudança no modelo;
- Mudança efetivamente feita;
- As variáveis utilizadas como dados de entrada.

Sendo assim, é possível a organização manter o *know how* de desenvolvimento, operação, manutenção e atualização, sem a dependência de um grupo ou pessoa responsável, pois esta pessoa pode, de uma hora para outra, trocar de emprego ou sair da empresa e deixar um prejuízo para a empresa que, para reativar os modelos de simulação, terá de gastar para readquirir o conhecimento (MAYER E SPIECKERMANN, 2010).



- **Políticas de padronização**

Outra questão importante que deve ser levada em conta, quando é tratado o processo de integração de um modelo de simulação na organização, é a padronização.

“Para evitar a proliferação descontrolada de ferramentas e linguagens de programação, a equipe responsável pela simulação, deve indicar e recomendar ferramentas.” (WILLIAMS, 1996, p. 629). Existem algumas dificuldades na utilização de softwares, ou modelos de simulação no longo prazo e alguns fatores devem ser observados (MAYER E SPIECKERMANN, 2010). Segundo mesmo autor, alguns fatores referentes à padronização devem ser observados:

- Novas versões do software devem ser disponibilizadas pela equipe responsável para a organização em intervalos regulares, ou seja, o tempo de atualização do modelo deve ser padronizado;
- Recomendam-se diferentes ciclos de atualização para modelos muito grandes. Quando o modelo é excessivamente completo e grande, recomenda-se que a atualização possa ser feita em blocos;
- Para os nomes das versões do modelo, diretórios, pastas e arquivos que envolvem a simulação, regras devem ser estabelecidas.

Principalmente para modelos grandes e complexos esta padronização é de grande importância para a continuidade do modelo. Esta sistematização de normas garante que não haja proliferação descontrolada de diferentes ferramentas, nomenclaturas e linguagens de programação.

### **2.4.3 Competências / Treinamento**

Para Machado (2006) são necessárias competências no decorrer de todo o projeto, desde a definição do problema até a experimentação e manutenção no mesmo ambiente em que será inserido. O problema é garantir que a organização tenha as competências necessárias.

Williams (1996) defende a criação de uma infraestrutura de suporte para que a simulação se torne um processo da empresa. Além disso, recomenda a aproximação de pessoas que possam trabalhar conjuntamente com a simulação (profissionais conhecedores de estatística e processo).

O treinamento mira a criação de um novo usuário de simulação e pode ser de duas maneiras: “(a) preparar essa pessoa para ser um cliente conhecedor de modelos de simulação e de análise, ou (b) ensinar a pessoa a construir e analisar modelos, fazendo com que seja

autossuficiente em simulação” (WILLIAMS, 1996, p. 629), ou seja, fazer com que esta pessoa possa fazer todos os processos que versam a construção e, posteriormente, a análise de modelos de simulação computacional, sem auxílio de outras pessoas externas especialistas de etapas específicas do processo todo.

A execução da primeira possibilidade é um pré-requisito da segunda, mas não ao contrário. Sendo assim, vários níveis de formação deverão proporcionar conhecimento para os gestores, a metodologia de modelagem de usuários, simulação e aplicação de ferramentas para desenvolvedores de modelo de início e de peritos (ÜLGEN *et al*, 1995 *apud* WILLIAMS, 1996).

- **Conhecimentos de Estatística**

Machado (2006) destaca que, em função da necessidade de tratamento de dados de entrada e saída dos modelos de simulação, necessita-se de pessoas com conhecimento na área de estatística, porque desde o processo de validação até o processo de experimentação fazem-se uso de ferramentas estatísticas.

Dentro de uma infraestrutura de suporte, Williams (1996) adiciona, que qualquer projeto de simulação necessita de cuidados e conhecimentos estatísticos. Esta expertise, segundo autor, é necessário para a coleta, análise e experimentações para execução e análise dos dados de saída do modelo.

- **Conhecimentos de Modelagem**

Visto que o sistema estudado está no estado físico e necessita ser transformado em um sistema computacional, é importante que a equipe tenha conhecimento de modelagem (MACHADO, 2006). São estas pessoas que fazem a tradução do sistema analisado para uma interface computacional onde o sistema passa a ser virtual.

Williams (1996) sugere a criação de um seminário de simulação que objetiva introduzir a conceito de simulação para engenheiros e / ou os gestores com os seguintes tópicos:

- Definição de simulação computacional;
- O processo de simulação, juntamente com as etapas pertencentes ao processo;
- Descrição da relação entre simulação e estatística;
- Linguagem de programação utilizada bem como, ferramentas úteis no processo de simulação.

Considerando as ideias dos autores, este seminário faria com que a organização preparasse os atores. Esta expertise é útil para que todos, desde gestores até especialistas de processo conheçam as possibilidades de modelagem, bem como suas respectivas limitações quando o sistema estudado é muito complexo.

- **Conhecimento técnico**

Todo o sistema modelado detém características especiais e somente o modelador não consegue efetuar a modelagem sem a participação de um especialista do processo. Estas pessoas, na verdade, vão acabar explicando ao resto da equipe todo o funcionamento do sistema. Caso o sistema modelado seja muito grande, necessita-se de mais pessoas aptas para conclusão deste processo.

Para um benefício máximo, a simulação deve ser uma tarefa padrão dentro de processos de negócios das empresas, se esses processos são de concepção, implementação, produção ou distribuição de processos. Para que essa integração seja possível, o grupo interno, responsável pelo modelo de simulação, deve estabelecer colaboração com especialistas da empresa em usar a disciplina de gerenciamento de projetos (MACHADO, 2006). Estes auxiliam no processo de construção do modelo e também se tornam usuários quando o modelo estiver totalmente desenvolvido.

- **Habilidades computacionais**

Quando ocorre um projeto de simulação, este obrigatoriamente necessita de alguma interface computacional. Assim, esta competência é indispensável para um projeto de simulação computacional. (MACHADO, 2006).

Este fator também está evidenciado no trabalho de Robinson (2002), onde este evidencia algumas características do modelo passível de reutilização que necessita de pessoas que saibam linguagens de programação, ou seja, habilidades computacionais. A habilidade predominante para o tipo de projeto em estudo nesta pesquisa que é “desenvolvimento de um modelo para reutilização” é a habilidade de desenvolvimento deste, pois este profissional é responsável pela “tradução” do sistema real observado e estudado, para o modelo computacional em forma de software.

Nas próximas seções, o conceito de governança é definido e publicações referentes à Governança aplicada a modelos de simulação são apresentadas.

## 2.5 GOVERNANÇA

Encontram-se, hoje, na literatura, vários significados para a palavra governança (RHODES, 2000). Para esta situação, pretende-se nesta seção definir o conceito de governança para o presente trabalho.

“Nos últimos anos, tem se falado na necessidade de transparência das decisões políticas e do envolvimento dos cidadãos no processo de decisão, ou seja, uma mudança no modo de governar, e é isso que se chama hoje de governança” (GOMIDES E SILVA, 2009, p. 178). A governança segundo Gomides e Silva (2009) é a aptidão dos seres humanos, constituidores de uma sociedade, de criarem “sistemas de representação” e processos, de para elas mesmas se gerirem. Assim, a “capacidade governativa não seria a de avaliar pelos resultados das políticas governamentais, mas também pela forma pela qual o governo exerce o poder.” (GOMIDES E SILVA, 2009, p. 178). Governança está essencialmente orientada a criar condições para se cumprirem regras e ações coletivas (STOKER, 1998).

Contribuindo para este conceito, De Kooiman e Van Vliet (1993) *apud* Stoker (1998) acreditam que governança aponta para a criação de uma estrutura que não possa ser externamente imposta, mas é o resultado da interação entre governo e atores. Assim, como já foi citada, esta estrutura de governança que se busca desenvolver “resume normas, processos e condutas, através dos quais se articulam interesses, se gerem recursos e se exerce o poder” (GOMIDES E SILVA, 2009, p. 179).

Este conceito está difundido nas mais variadas áreas de conhecimento (TI, corporação e política pública), mas, para este trabalho, o conceito de governança será definido como:

A governança Corporativa é o sistema segundo o qual as corporações de negócios são dirigidas e controladas. A estrutura de governança especifica a distribuição de direitos e responsabilidades entre os diferentes participantes da corporação [...] além de definir as regras e procedimentos para a tomada de decisão em relação a questões corporativas e oferece as bases através das quais os objetivos da empresa são estabelecidos, definindo os meios para se alcançarem tais objetivos [...] (ANDRADE; ROSSETTI, 2004, p. 23).

O resultado da busca sistemática da literatura pelo qual se justifica a pesquisa, pela originalidade, fornece também referencial teórico para o desenvolvimento da pesquisa. A governança de modelos de simulação foi localizada na literatura.

## 2.6 GOVERNANÇA DA SIMULAÇÃO

A *Australian Defence Organization*, que é um órgão de defesa do governo da Austrália, gerencia o setor de defesa do país. Na ADO, o uso da simulação vem aumentando drasticamente e, em alguns anos, quantias de dinheiro foram investidas neste setor (MCFARLANE E KRUZINS, 2006). Este investimento deve ser bem gerido e coordenado para assegurar que cada dólar investido durante os projetos de simulação, tenha sido bem gasto. (MCFARLANE E KRUZINS, 2006). A seguir serão descritos alguns pontos relevantes da estrutura de governança da simulação do Órgão de Defesa da Austrália.

### 2.6.1 Estrutura responsável pelo modelo de simulação

Depois de um encontro dos principais participantes do órgão de simulação do governo da Austrália para identificação das principais deficiências desta atividade, notou-se a necessidade da criação de um setor dentro do próprio órgão de defesa que coordenasse as atividades de simulação (MCFARLANE E KRUZINS, 2006). Foi criado, assim, o *Australian Defence Simulation Office*, (ADSO), que ficou responsável pelos planos de coordenação das atividades de simulação de forma a minimizar os gastos e conseguir melhores retornos de capital investido em simulação. ADSO também fica responsável pelo acompanhamento e implementação da simulação em todo o órgão de defesa.

### 2.6.2 Fórum de Simulação

Este mesmo órgão de defesa realiza também um Fórum de Simulação que objetiva lidar com as questões estratégicas que impactam no desenvolvimento da simulação em toda a organização (MCFARLANE E KRUZINS, 2006). Os membros orientam a coordenação, iniciativas de colaboração e políticas em torno da simulação.

Todas estas questões também auxiliam na divulgação e perpetuação dos modelos de simulação computacional na empresa. No final, são nomeados responsáveis, que garantem que as decisões do fórum sejam implementadas em suas divisões.

### 2.6.3 Política e Planejamento

O órgão de defesa que McFarlane e Kruzins (2006) comentam também a criação de uma visão da estrutura que coordena a simulação computacional. A visão criada por eles é: “explorar a simulação para: desenvolver, treinar, preparar e testar as opções militares para o governo da Austrália de forma a aumentar a capacidade, economizar recursos ou reduzir os riscos”.

Para atingir esta visão, algumas estratégias de implementação foram criadas: (MCFARLANE e KRUZINS, 2006):

- Gerenciar as simulações de forma eficiente e eficaz;
- Aumentar e estimular o uso da simulação em todo o órgão de defesa Australiano;
- Garantir com que tenham profissionais qualificados e adequados em cada função do processo de simulação;
- Garantir o suporte e manutenção dos modelos de simulação durante o seu respectivo ciclo de vida;
- Acesso confiável e seguro aos dados utilizados nos modelos de simulação.

Para que um usuário possa realizar uma simulação, este deve encaminhar uma proposta aos gestores do modelo. A política de simulação cita seis grandes fatores para que esta proposta de simulação seja aceita:

- I. Usuário – Este fator é importante para a obtenção das características do usuário que necessita a utilização do simulador bem como suas intenções, razões e perguntas que devem ser respondidas pelo simulador após sua aplicação;
- II. Representações – Como serão representadas as alterações no simulador? Necessita-se saber como serão representadas as alterações no ambiente virtual;
- III. Confiabilidade de dados – Que tipos de dados serão utilizados para a simulação bem como sua origem;
- IV. Tecnologia – Um elemento importante como requisito que antecede o uso do simulador é como estas ideias do usuário podem ser feitas na prática;

- V. Recursos – Antes que o usuário possa simular alterações os autores sugerem que todos os recursos que envolvem esta rodada sejam explicitados, para que seja possível uma análise custo benefício, antes da simulação propriamente dita.

Estas propostas são analisadas e caso os projetos estejam de acordo com a visão desenvolvida, estes podem ser desenvolvidos. Para garantir a formalização do documento, manuais são desenvolvidos.

#### **2.6.4 Manuais**

Foram feitos vários manuais, como forma de documentação e treinamento para novos usuários. Manuais de validação e verificação, treinamento, segurança, manipulação de dados são exemplos de manuais que o órgão de defesa Australiano criou. Esta documentação auxilia na continuação do modelo na organização, ou no caso, no órgão de defesa australiano responsável pela simulação.

Estes foram alguns elementos pertencentes à Governança da simulação no ADO, que é um órgão de defesa do governo da Austrália e que participam da Governança, por eles, desenvolvida. Estes elementos estruturantes tornam-se importantes para a presente pesquisa, à medida que, esta, objetiva definir os elementos constituintes e seus relacionamentos da estrutura de governança de um modelo de simulação por eventos discretos.

Sendo assim, os requisitos de funcionamento de modelos de simulação foram apresentados juntamente com o conceito geral de governança. A governança de modelos de simulação computacional surge a partir da articulação destes elementos com a aplicação prática de Mcfarlane e Kruzins, (2006). Tal articulação teórica foi realizada conjuntamente com evidências empíricas a partir de do Processo de Pensamento da Teoria das Restrições que é apresentado nas próximas seções.

### **2.7 TEORIA DAS RESTRIÇÕES**

Este método de solução de problemas chamado de Processo do Pensamento é oriundo da Teoria das Restrições que foi desenvolvida pelo físico israelense Eliyahu M. Goldratt. A teoria, segundo Lacerda e Rodrigues (2007), surgiu na década de 80. E através do desenvolvimento do software OPT (*Optimized Production Optimization*) ocorreu a

formalização de alguns conceitos da administração da produção, antes desconhecidos (ALVAREZ, 1996).

O livro “A Meta” surgiu no ano de 1987 e este é “a formalização dos conceitos inovadores da administração da produção gerados a partir do Software OPT” (ALVAREZ, p. 74, 1996). Estes aspectos formalizados ficaram conhecidos como o “Pensamento OPT” (LACERDA e RODRIGUES, 2007). A partir deste marco, segundo Rodrigues (1990), substituiu-se o termo gargalo por restrição. Sendo assim, este novo modo de analisar a empresa, com o passar dos anos, principalmente, através da publicação do livro “*What is this Thing Called Theory of Constraints and How Should it be Implemented?*” passou a ser chamado de TOC e começa a fazer parte do ambiente empresarial e acadêmico. A TOC é uma teoria prescritiva, que analisa não somente o que está limitando o seu sistema, mas também o que e como atuar neste ambiente (DETTMER, 1997).

Segundo Cox e Spencer (2002) a TOC consiste em 3 componentes.

1 – Logístico, com a metodologia do TPC (tambor-pulmão-corda), estruturas logísticas e gerenciamento de pulmões;

2 - Cinco etapas de focalização:

- I. Identificação da Restrição – Nesta etapa objetiva-se identificar a restrição que limita o ganho da empresa (COX E SPENCER, 2002).
- II. Decisão de como explorar a restrição – significa aproveitar-se de algo, ou seja, investigar por exemplo, a capacidade da restrição (COX E SPENCER, 2002).
- III. Subordinar e explorar os recursos não restritivos a restrição – Esta etapa visa, como esta literalmente escrito, subordinar todos recursos à restrição.
- IV. Elevação da Restrição – Consiste em aumentar a capacidade da restrição. Normalmente é implementada através da alteração nos equipamentos.
- V. Caso, na etapa 4, a restrição for anulada, volta à etapa 1.

3 – Parte da TOC que analisa restrições não físicas é chamado de Processo de Pensamento.

Na próxima seção, este último ramo de atuação da TOC é aprofundado. Este versa à análise das restrições não físicas. A melhoria deste tipo de restrição pode resultar em um benefício maior que as melhorias referentes às restrições físicas (DETTMER, 1997).

### **2.7.1 Processo de Pensamento**

Segundo Lacerda e Rodrigues (2007) as restrições podem ser recursos físicos, como uma máquina, ou equipamento, mas também políticas gerenciais ou fatores comportamentais.



Dettmer (1997) afirma que políticas gerenciais podem ser um exemplo de variáveis não físicas. (DETTMER, 1997).

Depois de Goldratt observar que as empresas, após algum tempo estabilizavam-se na inercia, em 1994, o mesmo lançou o livro “mais que sorte”, que objetivava apresentar o Processo de Pensamento. (LACERDA e RODRIGUES, 2007). O Processo de Pensamento objetiva resolver problemas, ou restrições, não físicas, presentes no ambiente empresarial.

Segundo Cox e Spencer (2002), o Processo de Pensamento é um conjunto de ferramentas baseadas no relacionamento entre causa e efeito. Estas mesmas ferramentas podem ser logicamente ligadas, bem como tratadas de forma separada. Este é um processo contínuo de melhoria que é desenvolvido através das três seguintes perguntas (ALVAREZ, 1996):

O que mudar?

Para o que mudar?

Como causar a mudança?

Segundo Cox e Spencer (2002) estas perguntas devem ser respondidas pelo gerente no ambiente empresarial. Considerando esta necessidade, Goldratt, (1994), criou 5 ferramentas para auxiliar neste processo, conforme Quadro 4:

Quadro 4 – Ferramentas do Processo de Pensamento da TOC

Pergunta Central	Ferramenta
O que Mudar?	ARA - Árvore da Realidade Atual (Current Reality Tree – CRT)
Para o que mudar?	EN - Evaporação das Nuvens (Evaporating Clouds)
	ARF - Árvore da Realidade Futura (Future Reality Tree – FRT)
Como causar a mudança?	APR - Árvore dos Pré-Requisitos (Prerequisite Tree – PRT)
	AT - Árvore de Transição (Transition Tree - TT)

Fonte: Adaptado (LACERDA, 2007)

Um gestor eficiente deve trabalhar na prevenção dos problemas, em vez de se preocupar em acabar com os mesmos (DETTMER, 1997). Segundo Cox e Spencer (2002), estes mesmos gestores, atualmente, gastam muito tempo resolvendo problemas consequências, que na verdade são sinais da presença de problemas mais profundos. Desta forma, Cox e Spencer (2002) afirmam que é importante a correta identificação dos problemas, pois caso os problemas centrais não sejam solucionados, os incêndios continuarão a existir.

Para tratar estes problemas os autores recomendam a utilização da ARA – Árvore da Realidade Atual.

## 2.7.2 Arvore da Realidade Atual – ARA

A ARA é a ferramenta indicada para a determinação de problemas centrais. Esta capacidade é fundamental para analisar o problema de uma forma global através da listagem dos principais efeitos indesejados (EI) causadores do mesmo (ALVAREZ, 1996). Estes problemas centrais são as restrições que se deseja identificar através dos 5 passos da focalização.

O problema abordado na pesquisa é complexo e é exatamente para esta situação que se recomenda a ARA (DETTMER, 1997). Para o processo de construção da Árvore da Realidade Atual, Noreen *et al* (1996), Cox e Spencer (2002) e Dettmer (1997) propõem um conjunto de etapas para o desenvolvimento de uma Árvore da Realidade Atual. No Quadro 5, adapta-se o quadro de comparação de Lacerda (2007) com a adição de Dettmer (1997).

Quadro 5 – Processo de construção da ARA

Etapa	AUTOR			
	Noreen <i>et al</i> (1996)	Cox e Spencer (2002)	Dettmer (1997)	Scheinkopf (1999)
1	Faça uma lista de 5 a 10 Efeitos Indesejados (EI) que descrevam a área analisada, e submeta cada um deles à ressalva de existência da entidade;	Liste 5 a 10 problemas chamados efeitos indesejáveis (EI's) relacionados com a situação;	Identifique a sua amplitude de controle e esfera de influência;	Determinar o escopo da análise;
2	Se encontrar alguma conexão aparente entre dois ou mais EI conecte este “grupo” enquanto faz o escrutínio de cada entidade e flecha ao longo do caminho. Caso contrário, escolha um EI e ao acaso prossiga com o passo 3;	Teste a clareza de cada EI. O EI é uma afirmação clara e concisa? Esse teste é chamado de ressalva de clareza;	Crie uma lista de EI;	Listar uma lista de 5 a 10 entidades;
3	Conecte todos os outros EI ao resultado do passo 2, fazendo o escrutínio de cada entidade e flecha ao longo do processo. Pare quando todos EI's estiverem ligados;	Procurar relações causais entre quaisquer dos EI;	Inicie a estruturação da ARA;	Estruturar as relações entre estas entidades listadas;
4	Leia a árvore de baixo para cima fazendo novamente o escrutínio de cada entidade e flecha ao longo do processo. Proceda as correções necessárias;	Determine qual EI é a causa e qual é o efeito. Leia como “Se causa, Então efeito”. Ler se... EI (causa) então... EI (consequência);	Conecte a primeira relação entre dois EI's	Revisar a clareza e a plenitude da estrutura criada;

5	Pergunte a si mesmo, se a árvore como um todo reflete a sua intuição sobre a área. Se não, verificar cada flecha para descobrir ressalvas de causa adicional;	Continuar com o processo se... , então... até que todos EI estejam conectados;	Conecte o restante dos EI's;	Aplicar o teste "e então?";
6	Não hesite em expandir a sua árvore, para conectar outros EI existentes, mas que não foram incluídos na lista original de EI's. Não dê este passo até que todos os EI's originais estejam listados;	Frequentemente, a causalidade é forte para a pessoa que sente o problema, mas parece não existir para os outros. Nessas circunstâncias, a "clareza" é o problema. Utilize a ressalva de clareza para eliminar o problema. Geralmente, faltam entidades entre a causa e o efeito;	Ramificações no sentido superior para inferior da ARA;	Identificar a causa raiz;
7	Reexamine os EI's. Identifique as entidades da árvore que sejam intrincadamente negativas, mesmo que a entidade não constasse na lista original de EI's, ou que ela requeira que a árvore seja estendida para cima, uma ou duas entidades;	Algumas vezes, a própria causa pode não ser suficiente para criar o efeito. Esses casos são testados com a ressalva de insuficiência de causa e são aprimorados lendo-se da seguinte forma: "se causa e então". Esse "E" conceitual representado por uma linha horizontal que corta ambos os conectores entre o efeito e as causas;	Redesenhar os EI's;	
8	Elimine da árvore quaisquer entidades que não sejam necessárias para conectar todos Eis;	Algumas vezes o efeito é causado por muitas causas independentes As relações são fortalecidas pela ressalva de causa adicional;	Identifique as causas raízes ou problemas principais;	
9	Apresente a árvore para alguém que o ajude a fazer aflorar e desafiar os pressupostos encontrados nela;	Algumas vezes o relacionamento entre os EI parece lógico, mas a causalidade não é apropriada da maneira que esta escrita. Para estas situações palavras do tipo, "alguns", "poucos", "muitos" podem tornar a causalidade mais forte;	Procure relações do tipo V ou conexões faltantes;	
10	Examine todos os pontos de entrada da árvore e decida quais atacar. Escolha entre eles o que contribui mais para existência de EI's. Se ele não causar impacto sobre pelo menos 70 % dos EI's pré-selecionados, acrescente ligações do tipo V;	A numeração facilita a localização do EI e o asterisco significa que o EI é oriundo da lista original;	Decidir qual causa raiz atacar;	

Fonte: (NOREEN *et al*, 1996, p. 154), (COX E SPENCER, 2002, p. 253), (DETTMER, 1997, p. 116) e (SHEINKOPF, 1999, p. 144)

Percebe-se que mesmo que, por vezes, diferentes, as etapas são complementares. Adota-se esta complementaridade para a criação da ARA da pesquisa. Esta abordagem é importante na fase que antecede o diagnóstico, já que o problema é identificado e estratificado. Para iniciar o processo de mudança identificam-se as causas básicas do problema que são utilizadas na formulação das nuvens, que é a próxima ferramenta do Processo de Pensamento.

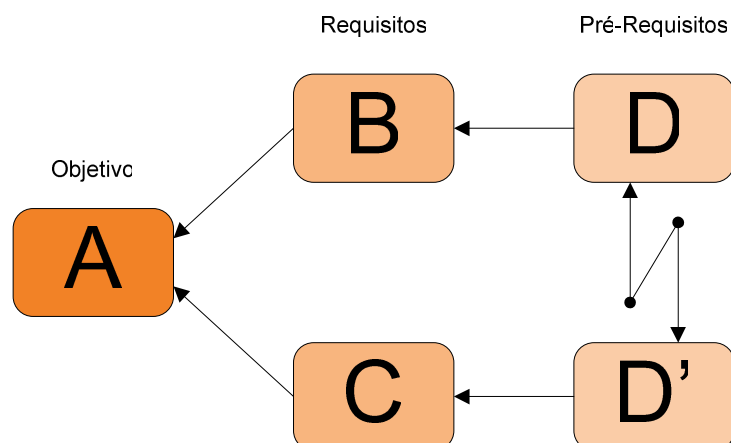
### 2.7.3 Evaporação das Nuvens - EN

Esta ferramenta, que também é oriunda da Teoria das Restrições, é um diagrama utilizado para identificar e estruturar os elementos presentes em uma situação conflitante (ALVAREZ, 1996 e COX E SPENCER, 2002). O objetivo também pode ser a eliminação do problema cerne através do rompimento ou invalidação de pressupostos que sustentam o conflito. (NOREEN *et al*, 1996).

Quando o problema já está identificado, seja pela Árvore da Realidade Atual, ou por algum outro método de estruturação de problemas, segundo Cox e Spencer (2002) o gestor deve pesquisar e identificar uma solução ganha-ganha. Estes problemas identificados normalmente são oriundos de situações conflitantes e a Evaporação das Nuvens busca verbalizar os pressupostos não verbalizados que estão por trás deste conflito (ALVAREZ, 1996).

O formato diagrama de estruturação das nuvens pode ser visualizado na Figura 6.

Figura 6 - Evaporação das nuvens



Fonte: Adaptado (COX; SPENCER, 2002).

O objetivo geral é a letra A. Normalmente este objetivo é o antônimo da causa básica identificada pela ARA, quando o Processo de Pensamento da Teoria das Restrições TOC é completamente desenvolvido (COX E SPENCER, 2002). Esta etapa é essencial e parte importante na solução. Goldratt (1990) afirma que em tendo definido o problema com clareza, o analista já estará no meio do caminho da solução.

Este pode também ser qualquer objetivo que se deseja alcançar por ambas as partes e que esteja sendo bloqueado por algum conflito. Continuando o entendimento da ferramenta, a letra B e C são as necessidades de cada lado para que o objetivo geral, A, seja alcançado. D e D' são os pré-requisitos para as necessidades B e C, respectivamente. Entre estes elementos pré-requisitos existem conflitos, e, desta forma como estão, não podem existir ao mesmo tempo, pois segundo Cox e Spencer (2002) conseguir mais de um pode significar menos no outro.

Quadro 6 – Processo de Construção da EN

Etapa	AUTOR		
	Dettmer (1997) - Do objetivo para o conflito	Dettmer (1997) - Do conflito para o objetivo	Scheinkopf (1999)
1	Construir o diagrama;	Construir o diagrama;	Articular o problema e o diagrama da nuvem;
2	Formular o objetivo comum;	Articular os pré-requisitos do conflito;	Para cada relação, identificar pressupostos e possíveis soluções;
3	Articular os pré-requisitos do conflito;	Determinar os requisitos;	Escolher uma injeção para implementar;
4	Determinar os requisitos;	Formular o objetivo comum;	
5	Validar as relações do diagrama;	Validar as relações do diagrama;	
6	Desenvolver os pressupostos entre as relações do diagrama;	Desenvolver os pressupostos entre as relações do diagrama;	
7	Validar pressupostos;	Validar pressupostos;	
8	Criar injeções;	Criar injeções;	
9	Selecionar a melhor injeção;	Selecionar a melhor injeção;	

Fonte: (DETTMER, 1997, p. 157) e (SHEINKOPF, 1999, p. 112)

Estando a composição das Nuvens estruturada, parte-se para a etapa que evidencia os pressupostos entre as relações AB, BD, AC e CD'. Este passo, segundo Alvarez (1996) é muito importante, uma vez que a “verbalização” dos pressupostos restritivos auxilia na obtenção da injeção, que objetiva solucionar o conflito.

Para chegar a esta injeção, segundo Alvarez (1996), necessita-se do maior conhecimento possível da situação conflitante e da criatividade, já que não existe nenhuma “receita”, fórmula, ou técnica para a criação da injeção. O autor completa que nenhuma das obras do Goldratt mencionam esta etapa criativa no desenvolvimento da injeção da evaporação das nuvens.

Criada a Injeção necessita-se da certificação de efetividade. A criação desta injeção deve acabar com os efeitos indesejados e ao mesmo tempo criar efeitos desejados nestes mesmos locais (ALVAREZ, 1996). Para que esta verificação seja possível, parte-se para a Árvore da Realidade Futura que é o tema da próxima seção.

#### **2.7.4 Árvore da Realidade Futura - ARF**

Esta é a terceira ferramenta do Processo de Pensamento da TOC. Da mesma forma que a ARA (Árvore da Realidade Atual), esta busca esquematizar as relações de causa e efeito entre entidades. Ao contrário da ARA que busca identificar as relações entre efeitos indesejados, a ARF, que inicia com a injeção encontrada no processo de evaporação das nuvens, relaciona efeitos desejados (ED). Sheinkopf (1999) afirma que este é o processo de criação da visão de futuro onde ocorre a conversão da ARA. Portanto, “A ARF tem a capacidade de simular o futuro” (DETTMER, 2007, p. 182) ou ainda, “A ARF tem a habilidade de mapear o futuro” (DETTMER, 2007, p. 184)

A construção segundo Alvarez (1996) é iniciada com a injeção fazendo com que os efeitos indesejados da ARA tornem-se desejados. Esta injeção tem origem no processo de Evaporação das Nuvens (SHEINKOPF, 1999) e passa a ser mais bem entendida a partir deste processo (GOLDRATT, 1994). A ARF é a ferramenta pela qual se verifica a eficácia do conjunto de injeções criadas no processo anterior do Processo de Pensamento.

Quadro 7 – Processo de Construção da ARF

Etapa	AUTOR	
	Dettmer(1997)	Scheinkopf (1999)
1	Localizar os materiais necessários para a ARF (Injeções e ARA);	Definir a base da árvore. 1 - Identificar as injeções. 2- Listar os objetivos da injeção. 3 - Listar possíveis efeitos indesejados causados pela injeção;
2	Formular efeitos desejados;	Estruturar as relações de causa e efeito. 1 - Utilizar a suficiência de causa nas relações entre as injeções e os efeitos desejados, 2 - Utilizar a suficiência de causa para identificar possíveis efeitos indesejados;
3	Adicionar as injeções ; espaço	Melhorar a solução. 1 - Prever efeitos adicionais. 2 - Adicionar retroalimentações positivas;
4	Completar os GAP's;	
5	Construir retroalimentações positivas;	
6	Procurar possíveis ramificações negativas;	
7	Desenvolver as ramificações negativas;	
8	Identificar os pontos que resultam nas ramificações negativas;	
9	Desenvolver injeções para estes pontos;	
10	Validar a injeção;	
11	Incorporar a injeção da ARF;	

Fonte: (DETTMER, 1997, p. 224) e (SHEINKOPF, 1999, p. 172)

Não são somente desejados os efeitos encontrados na ARF, pois alguns efeitos desejados podem causar efeitos indesejados que são chamados de ramificações negativas. Conforme Sheinkopf (1999) a identificação destas ramificações é útil no que tange à antecipação de possíveis novos problemas.

Goldratt (1994) indica que estes ramos devem ser cortados, para descobrir se poderia fazer algo para que ramos negativos não ocorram, ou ainda, que o mesmo problema, ou mesmo outros sejam causados a partir das injeções criadas. Sheinkopf (1999) argumenta que a ARF estará concluída quando todos os efeitos indesejados forem transformados em desejados e as ramificações negativas forem neutralizadas.

Feita a ARF, parte-se para a etapa em que é necessária a implementação da injeção que se dá de forma gradual e incremental. Este processo é efetivado a partir da ferramenta chamada Árvore de Pré-Requisitos.

### **2.7.5 Árvore de Pré-Requisitos - APR**

Todas estas ferramentas foram aplicadas como forma de entender e planejar a solução do problema, contudo falta a ferramenta que se preocupa com a execução da mesma. Esta, denominada Arvore de Pré-Requisitos (APR), objetiva a implementação das ideias desenvolvidas nas ferramentas anteriores. Segundo Dettmer (1997) a APR é uma estrutura lógica para identificar os obstáculos e as respostas necessárias para superá-los.

Sheinkopf (1999) define APR como uma ferramenta que auxilia o processo de definição dos obstáculos que estão no nosso caminho e o que precisamos fazer para retirá-los garantindo que as injeções sejam alcançadas. Os objetivos intermediários são as condições necessárias para que os obstáculos encontrados sejam superados. A ARF surge, sobretudo, da capacidade que as pessoas têm em colocar dificuldades, ou seja, obstáculos em possíveis ações de melhoria no sistema analisado (GOLDRATT, 1994).

O processo para construção da APR é descrito por Dettmer (1997) e Scheinkopf (1999) no Quadro 8



Quadro 8 – Processo de construção da APR

Etapa	AUTOR	
	Dettmer (1997)	Scheinkopf (1999)
1	Escrever o objetivo da Árvore de Pré-Requisitos;	Definir o objetivo da Árvore de Pré-Requisitos;
2	Identificar o primeiro nível de obstáculos;	Listar os obstáculos para atingir cada objetivo e os objetivos que vão superá-los;
3	Determinar objetivos intermediários deste primeiro nível;	Mapear a ordem de implementação dos objetivos intermediários;
4	Iniciar a construção ligando os obstáculos com os objetivos intermediários;	Implementar;
5	Repetir o passo 2, 3 e 4 para cada nível da APR;	
6	Parar quando o Objetivo intermediário é uma ação que é possível ser feita;	
7	Avaliar toda a APR cuidadosamente;	

Fonte: (DETTMER, 1997, p. 271) e (SHEINKOPF, 1999, p. 197)

Estes processos descritos por diferentes autores são distintos, porém complementares, pois Dettmer (1997) descreve de forma detalhada o processo sugerido por Scheinkopf (1999). Por fim, a APR é a ferramenta que garante que a capacidade de geração de obstáculos criados pelas pessoas seja tratada, pois objetivos intermediários são sugeridos para neutralizá-los, de forma a atingir as injeções anteriormente apresentadas. As ações específicas utilizadas para a realização destes objetivos intermediários são definidas na próxima e última ferramenta do Processo de Pensamento da TOC.

### 2.7.6 Árvore de Transição - AT

A governança pretendida neste trabalho surge da complementaridade do método. À medida que as injeções são criadas, estas continuam a ser robustecidas com ferramentas posteriores como ARF, APR e Árvore de Transição (AT). Esta última, remete, principalmente, à implementação das injeções sugeridas pelo método, por meio de ações específicas capazes de realizar os objetivos intermediários e conseqüentemente neutralizar os obstáculos de forma a garantir a implementação da injeção.

Segundo Dettmer (2007) a *Árvore de Transição* é uma ferramenta que também considera relações de causa e efeito e fornece o processo, o passo a passo do início ao fim do processo de implementação da injeção proposta. A AT, que pelo mesmo autor é chamada de *árvore da “ação”* é uma estrutura de inter-relação entre ações específicas e realidade. De forma mais sucinta Scheinkopf (1999) define a AT como um diagrama usado para desenvolver planos de ação.

Nesta ferramenta cada objetivo intermediário identificado na *Árvore de Pré-Requisitos* necessita de uma ação para que o mesmo seja realizado. O processo de construção da mesma está presente no Quadro 9.

Quadro 9 – Processo de construção da AT

Etapa	AUTOR	
	Dettmer(1997)	Scheinkopf (1999)
1	Determinar o objetivo;	Estabelecer o escopo da <i>Árvore de Transição</i> ;
2	Determinar a primeira ação;	Usando suficiência de causa, conectar a ação com o objetivo;
3	Identificar a realidade e a necessidade;	Procurar e bloquear consequências indesejadas;
4	Determinar o primeiro efeito;	Implementar o plano;
5	Escrutinizar as relações de causa e efeito;	
6	Revisar a relação;	
7	Determinar a próxima ação;	
8	Identificar a próxima realidade e a necessidade;	
9	Determinar o próximo efeito;	
10	Escrutinizar as relações de causa e efeito;	
11	Repetir passo 7 até 10;	
12	Revisar a <i>Árvore</i> completa;	

Fonte: (DETTMER, 1997, p. 310) e (SHEINKOPF, 1999, p. 88)

Segundo o *Processo de Pensamento da TOC*, esta ferramenta finaliza o processo de melhoria contínua de empresa, pois desdobra as injeções em ações específicas de forma a esta efetivamente ser implementada.

Ao final destas cinco ferramentas, o problema foi estratificado e analisado, as soluções foram propostas através de estruturas conflitantes e testadas quando a sua eficácia e um plano de ação baseado em possíveis dificuldades de implementação foi desenvolvido. Sendo assim, acredita-se que o problema central possa ser resolvido.

Goldratt e Cox (1984) iniciaram a sua teoria a partir de uma dúvida que transcorria sobre a seguinte pergunta: qual é a real função da empresa e porque esta deve existir? Goldratt e Fox (1984), essencialmente, refletiam sobre a meta da empresa. Esta, juntamente com os indicadores que a monitoram, é descrita na próxima seção.

### 2.7.7 Indicadores de resultados

Embora a contabilidade gerencial tenha sido eficiente no início do século passado esta, atualmente, está perdendo credibilidade, pois ainda encontra-se estruturada da mesma forma. A contabilidade deve estar alinhada com os objetivos globais da empresa (CORBETT NETO, 1997).

Em Goldratt (1991, p. 9) o autor levanta a seguinte pergunta “Por que uma organização é formada?” As organizações, entende o autor, devem ser formadas com algum objetivo que o autor chama de meta. Desta forma, quando houver a avaliação de quaisquer ações na organização, deve-se analisar o impacto das mesmas na meta da organização.

A meta da organização de modo genérico, segundo Goldratt (1991), é ganhar dinheiro tanto no presente quanto no futuro. Basta então avaliar medidas que impactam nesta meta definida pelo autor. Existem seis medidas que podem sinalizar se a organização está se dirigindo em direção à meta, divididas em: Indicadores Locais e indicadores Globais (PERGHER *et al*, 2011).

Há medidas globais para verificar se a organização se dirige em direção à meta. Estas, segundo Goldratt e Fox (1984) são: Lucro Líquido, Retorno sobre Investimento e Fluxo Caixa.

**Lucro Líquido:** “É simplesmente o ganho menos as despesas operacionais” (GOLDRATT, 1991, p. 32). Este indicador é usado para quantificar quanto a organização gerou de dinheiro. (PERGHER *et al*, 2011).

**Retorno sobre Investimento:** É a relação entre o lucro líquido gerado pelo investimento realizado (PERGHER *et al*, 2011). Rodrigues (1990) ressalta que apenas a medição do lucro líquido, não basta para verificar a lucratividade da empresa, pois se necessita de um medidor

que meça o esforço necessário para o alcance do nível de lucratividade. Este medidor relativo é o retorno sobre o investimento.

**Fluxo de Caixa:** Este, segundo Rodrigues (1990) não é um medidor, mas uma condição de sobrevivência da organização.

Mesmo que estejam alinhadas com a meta da empresa, estas são de pouca utilidade para as decisões locais (CORBETT NETO, 1997). Necessita-se que as ações locais estejam conectadas com a lucratividade da empresa para que os gerentes saibam o impacto de suas decisões locais no desempenho global da organização (CORBETT NETO, 1997). Contribuindo nesta direção, Rodrigues (1990) afirma que o custo e a intuição, que são as bases pelas quais os gestores geralmente tomam decisões, são falhas. A partir disto Goldratt (1991) propõe os seguintes indicadores locais: Ganho, Investimento e Despesa Operacional

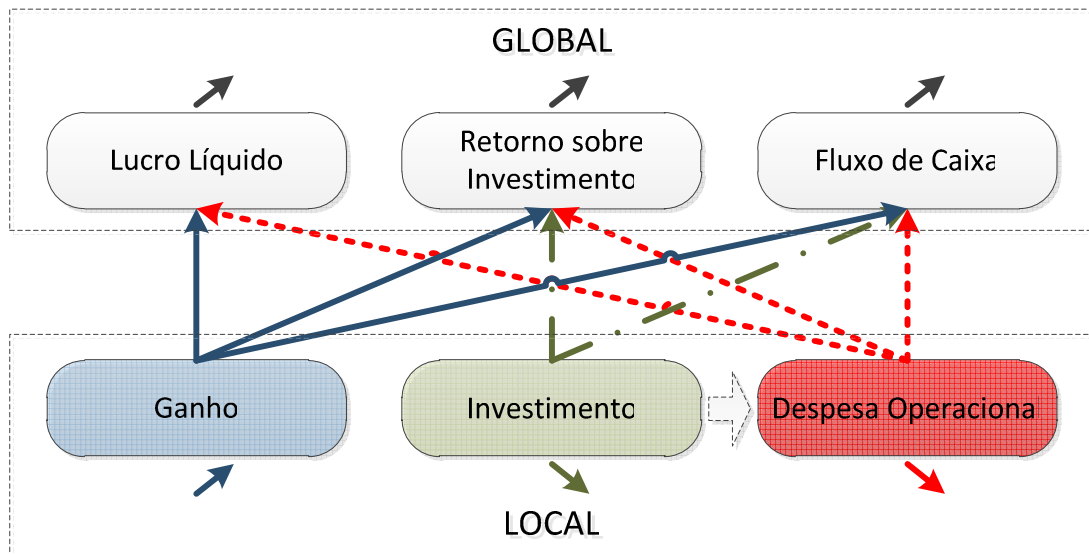
**Ganho:** “É definido como o índice pelo qual ao sistema gera dinheiro através das vendas” (GOLDRATT, 1991, p. 17). O autor ainda dá ênfase às últimas palavras “através das vendas”, pois a geração de dinheiro deve vir de fora da empresa e não de manobras internas da organização. Entende-se “dinheiro gerado através de vendas”, não como o dinheiro gerado com vendas, mas a equação entre vendas e o montante pago aos fornecedores para a produção de cada item vendido. Portanto, “Ganho corresponde ao preço de venda menos o montante pago aos fornecedores pelos itens incorporados ao produto vendido” (GOLDRATT, 1991, p. 18).

**Investimento:** “É todo o dinheiro que o sistema investe na compra de coisas que pretende vender” (GOLDRATT, 1991, p. 21). O conceito de investimento engloba computadores, imóveis, máquinas, carros, entre outros. Corbett Neto (1997) divide investimento em duas categorias: Estoque de produto acabado, em processo e matéria prima e outros ativos.

**Despesa Operacional:** “É todo o dinheiro que o sistema gasta para transformar Inventário em Ganho” (GOLDRATT, 1991, p. 26). As despesas operacionais são todos os outros custos referentes aos serviços que auxiliam na transformação de investimento em ganho. Exemplos de despesa operacional são os serviços de vendas, luz, mão de obra direta, etc.

A partir destes indicadores locais propostos por Goldratt, é possível estreitar as ligações entre a decisão local e resultado global da organização. As inter-relações entre estes indicadores locais e globais são demonstradas na Figura 7.

Figura 7 - Inter-relações entre estes indicadores locais e globais da empresa



Fonte: Rodrigues (1990) e Goldratt e Fox (1992).

Goldratt e Fox (1992) argumentam que se as ações locais aumentarem as três medidas globais simultaneamente, certamente a organização está caminhando em direção à meta. Se o ganho for aumentado sem que o investimento e a despesa operacional sofram modificações, certamente as medidas globais aumentarão. Pode-se observar que estas medidas se comportarão semelhantemente, se diminuir a despesa operacional sem alterar as demais medições locais.

Diferentemente, se for minimizado o investimento sem alterações no ganho e despesa operacional, então o retorno sobre investimento e o fluxo de caixa será alterado positivamente. O fato diferente encontrado na diminuição do investimento está em uma consequente diminuição indireta da despesa operacional. Esta alteração indireta modifica positivamente em todos os medidores de resultados globais (GOLDRATT E FOX, 1992).

Com estes três indicadores, torna-se possível avaliar o impacto de uma decisão no resultado final da empresa. Idealmente a melhor decisão local é aquela que maximize o ganho e minimize Investimento e a despesa operacional (CORBETT NETO, 1997; PERGHER *et al*, 2011).

## 2.8 CONSIDERACOES FINAIS DO CAPÍTULO

Este capítulo buscou trazer subsídios para o entendimento dos leitores, sobre os conceitos que são abordados durante o desenvolvimento dos próximos capítulos da pesquisa.

Primeiramente, foram apresentados conceitos referentes à simulação computacional. Esta parte buscou referenciar as origens da ferramenta, além de demonstrar as vantagens e desvantagens do uso desta para auxílio no processo de tomada de decisão nas organizações.

A segunda parte do referencial teórico apresentou alguns requisitos para que os modelos de simulação sejam utilizados nas organizações. Embora fragmentados por diferentes obras, foi possível separá-los em três grandes grupos: Banco de dados, gestão dos modelos de simulação e competências / treinamentos.

O conceito de governança também teve que ser definido à medida que o objetivo do trabalho transcorre sobre este significado. Como esta conceituação é direcionada para a corporação, houve a procura de um conceito direcionando para gestão de modelos de simulação. Não foi possível definir tal conceito, mas foi possível evidenciar, por meio de algumas referências bibliográficas, alguns aspectos presentes na estrutura de governança de modelos de simulação computacional, que também contribuiu para o processo de desenvolvimento da pesquisa.

Por fim, os indicadores de resultados contribuem para o entendimento de uma lógica focada nos ganhos e o Processo de Pensamento apresenta uma abordagem metodológica para análise de restrições não físicas. O próximo capítulo descreve os aspectos referentes à metodologia da pesquisa.

### 3 METODO

O método da pesquisa foi dividido em três seções: método científico, método de pesquisa e método de trabalho. O primeiro versa sobre a construção sistemática e replicável do conhecimento, o segundo relaciona-se com a estratégia de delineamento da pesquisa e, por último, o método de trabalho são os passos a serem realizados para se atingir o objetivo geral da pesquisa.

#### 3.1 METODO CIENTIFICO

Não existe ciência sem método científico (LAKATOS E MARCONI, 1991). Trujillo Ferrari (1982) afirma que método científico é o que conduz as atividades do cientista para mesmo atingir o seu respectivo objetivo.

Os métodos científicos, que podem ser divididos, no Quadro 10 como:

Quadro 10 – Métodos científicos

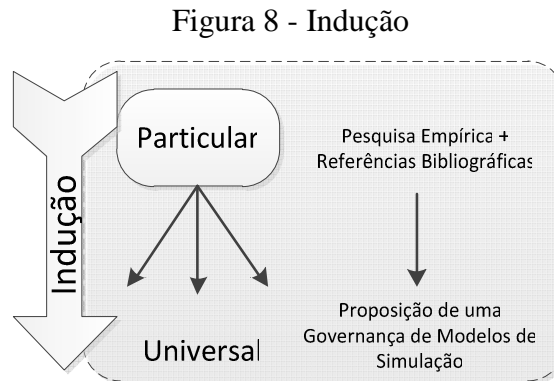
Tema	Unidade de Significado
Método Dedutivo	Construído a partir de uma sequência de raciocínio realizado em ordem descendente, ou seja, da análise do geral para o particular, chega-se a uma conclusão.
Método Indutivo	Construído a partir de uma sequência de raciocínio realizado a partir da observação de casos da realidade concreta, aonde as constatações particulares conduzem à elaboração de generalizações.
Método Hipotético-Dedutivo	Visando à explicação do problema, são definidas hipóteses de onde são deduzidas consequências que deverão ser testadas ou falseadas. À medida que, no método dedutivo, busca-se a confirmação das hipóteses, neste método buscam-se evidências empíricas para falseá-las.
Método Dialético	Construído a partir da interpretação dinâmica da realidade, considerando os fatos sempre dentro de um contexto (social, político, econômico, etc).
Método Fenomenológico	Construído a partir da descrição direta da experiência por parte do observador. Desta forma, a realidade é construída socialmente e entendida em função de como é compreendida, interpretada e comunicada. Ou seja, a realidade não é única: existindo tantas quantas forem as suas interpretações e comunicações.

Fonte: Gil, (2008) *apud* Corcini Neto (2010).

Devido às colocações dos autores e principalmente ao método de pesquisa escolhido, entende-se que a pesquisa se aproxima do método indutivo, visto que ocorre a proposição de um modelo de governança a partir de uma pesquisa bibliográfica, de uma pesquisa empírica e de um problema observado em um caso particular.

Mesmo considerando as críticas de Popper (2006) acerca do método indutivo, de que não se pode considerar que experimentos, experiências ou medições singulares possam se tornar uma teoria universal, Lacerda (2009) afirma que importantes contribuições teóricas emergiram de observações e análises indutivo-empíricas.

Na Figura 8 pode-se analisar a construção da pesquisa do ponto de vista indutivo.



A pesquisa se alicerça sobre uma pesquisa empírica e um estudo das referências bibliográficas para propor, uma estrutura de governança para modelos de simulação computacional. Nota-se que este movimento caracteriza-se como sendo indutivo, pois parte-se de um problema observado em um caso particular para uma solução universal. Sendo assim, o estudo caracteriza-se como indutivo. A próxima seção detalha as questões referentes ao método de pesquisa.

### 3.2 METODO DE PESQUISA

Primeiramente, três características metodológicas são explicitadas. Os métodos de pesquisa podem ser classificados em diferentes tipos de pesquisa:

- **Abordagem** (qualitativa, que normalmente é utilizada quando os dados são adquiridos de forma indutiva e há um processo de interpretação, e, quantitativa quando caracterizada por estudos estatísticos e pela quantificação do objeto de estudo) (SILVA E MENEZES, 2001);
- **Natureza** (básica, tendo como objetivo a geração de conhecimentos novos e úteis com vista a novas pesquisas, geralmente com caráter exploratório, ou, aplicada quando caracterizada pela aplicação, ou seja, objetivando a solução de algum problema específico) (MANSON, 2006);



- **Objetivo** (prescritivo, quando o objetivo da pesquisa é solucionar determinado problema e responder questões do tipo “Como pode ser solucionado?”, ou, descritivo objetivando principalmente respostas a questões, tais como: “O que é?”) (GUIMARÃES, 2009).

Considerando o resumo quanto às diferentes classificações metodológicas da pesquisa, o presente trabalho classifica-se como:

- **Qualitativa**, pois interpreta um problema específico das organizações tendo os dados coletados sido adquiridos de forma indutiva, ocorrendo, também, um processo de interpretação;

- **Aplicada**, pois objetiva-se à solução de um problema específico, e, principalmente, objetivo;

- **Prescritiva**, pois objetiva a um modelo de governança para modelos de simulação e por isso pretende responder uma questão de pesquisa do tipo “Como poderia ser?”.

Analisando os procedimentos técnicos, ressalta-se que foram pesquisadas diferentes abordagens, mas nenhuma se adequou plenamente à pesquisa. Portanto, considera-se a afirmações de Boyd (2011) que acredita que os pesquisadores devam explorar e refinar novos métodos para condução de pesquisas. A *Árvore da Realidade Atual*, que é uma ferramenta do Processo de Pensamento da Teoria das Restrições, pode ser utilizada como um novo procedimento técnico de pesquisa (BOYD, 2011).

Deste modo, os procedimentos técnicos utilizados na metodologia de trabalho estão alinhados com o Processo de Pensamento da Teoria das Restrições (TOC) que compreende além da *Árvore da Realidade Atual*, a *Evaporação das Nuvens*, a *Árvore da Realidade Futura*, a *Árvore de Pré-requisitos* e a *Árvore de Transição*. As unidades de apoio são os elementos sustentadores de cada uma das etapas do método de trabalho, portanto, primeiramente estas são apresentadas.

### 3.3 UNIDADES DE APOIO

Nesta pesquisa, foram definidos três elementos participantes de todo o método de trabalho. Estes elementos responsabilizam-se pelo acompanhamento de cada fase da pesquisa. Conforme a Figura 9, além de subsidiar a pesquisa através da troca de informação, estes também se inter-relacionam de forma a adicionar e validar conhecimento.

Figura 9 – Unidades de apoio para a pesquisa



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Estes elementos que passaram a ser chamados de Unidades de Apoio, pelo suporte à pesquisa, são denominados:

**Teórico / Literatura<sup>2</sup>** – Esta Unidade de apoio foi a mais frequente e ativa na pesquisa. Ela consiste na sistemática pesquisa da literatura para geração de dados, insights e conhecimento. O Processo de Pensamento da TOC que é o elemento estrutural do método de trabalho da pesquisa é orientado pelas bases teóricas, sobretudo, na sua respectiva condução.

**Conhecimento dos Especialistas** – A coleta de dados, dos efeitos indesejados utilizados para a construção da ARA e dos pressupostos presentes nas relações da Evaporação das Nuvens, tem como fonte de dados especialistas da Área de simulação computacional ou/e Processo de Pensamento da TOC. Estes especialistas também podem ser divididos entre acadêmicos e/ou profissionais que atuam nesta função em empresas de diferentes áreas de atuação. Outra etapa da pesquisa de que os especialistas participam é na validação das ferramentas do Processo de Pensamento.

**Insights do pesquisador** – Outro elemento importante presente na pesquisa são os Insights do pesquisador. Este elemento tem como função principal a criatividade aliada ao conhecimento teórico do pesquisador. A construção das ferramentas do Processo de Pensamento, em especial o desenvolvimento, das injeções que são utilizadas na Evaporação das Nuvens para a mitigação ou mesmo a eliminação dos problemas raízes no processo de manutenção de modelos de simulação computacional na organização, são produtos da interação entre os Insights do pesquisador com o referencial teórico.

Sendo assim, foram descritas acima cada uma das unidades de apoio da pesquisa. Esta explicitação é parte fundamental do método, pois dão o suporte no decorrer de cada uma das

<sup>2</sup> Literatura entende-se, na pesquisa, como produções textuais de artigos e livros publicados que abordam o tema de pesquisa.

etapas do trabalho. A próxima seção tem por objetivo descrever o método de trabalho empregado na pesquisa.

### 3.4 METODO DE TRABALHO

O método de trabalho são as atividades que orientam e sustentam a geração de conhecimentos, durante a realização da pesquisa, constituindo assim as etapas a serem seguidas. (LAKATOS E MARCONI, 1991).

O método de trabalho, conforme Figura 10, está dividido, primeiramente, em três fases iniciais referentes à lógica do Processo de Pensamento da Teoria das restrições: “O que mudar”, “Mudar para o que”, e “Como causar a mudança”. A última etapa do método de trabalho volta-se exclusivamente para a etapa de construção da governança de modelos de simulação. As próximas seções têm por objetivo descrever cada etapa do método de trabalho empregado na pesquisa.

#### 3.4.1 O que mudar

Como já foi relatada no Referencial Teórico, esta etapa do Processo de Pensamento tem como objetivo, identificar a situação atual do sistema analisado. É a partir desta etapa que é possível delinear uma injeção e, posteriormente, implementá-la. Responder esta pergunta significa identificar as causas básicas do problema analisado (RAHMAN, 1998). Sheinkopf (1999) completa que, nesta fase, entende-se a situação atual, bem como se identifica pontos de alavancagem, pelos quais podem ser injetadas mudanças de forma a causar melhorias no sistema.

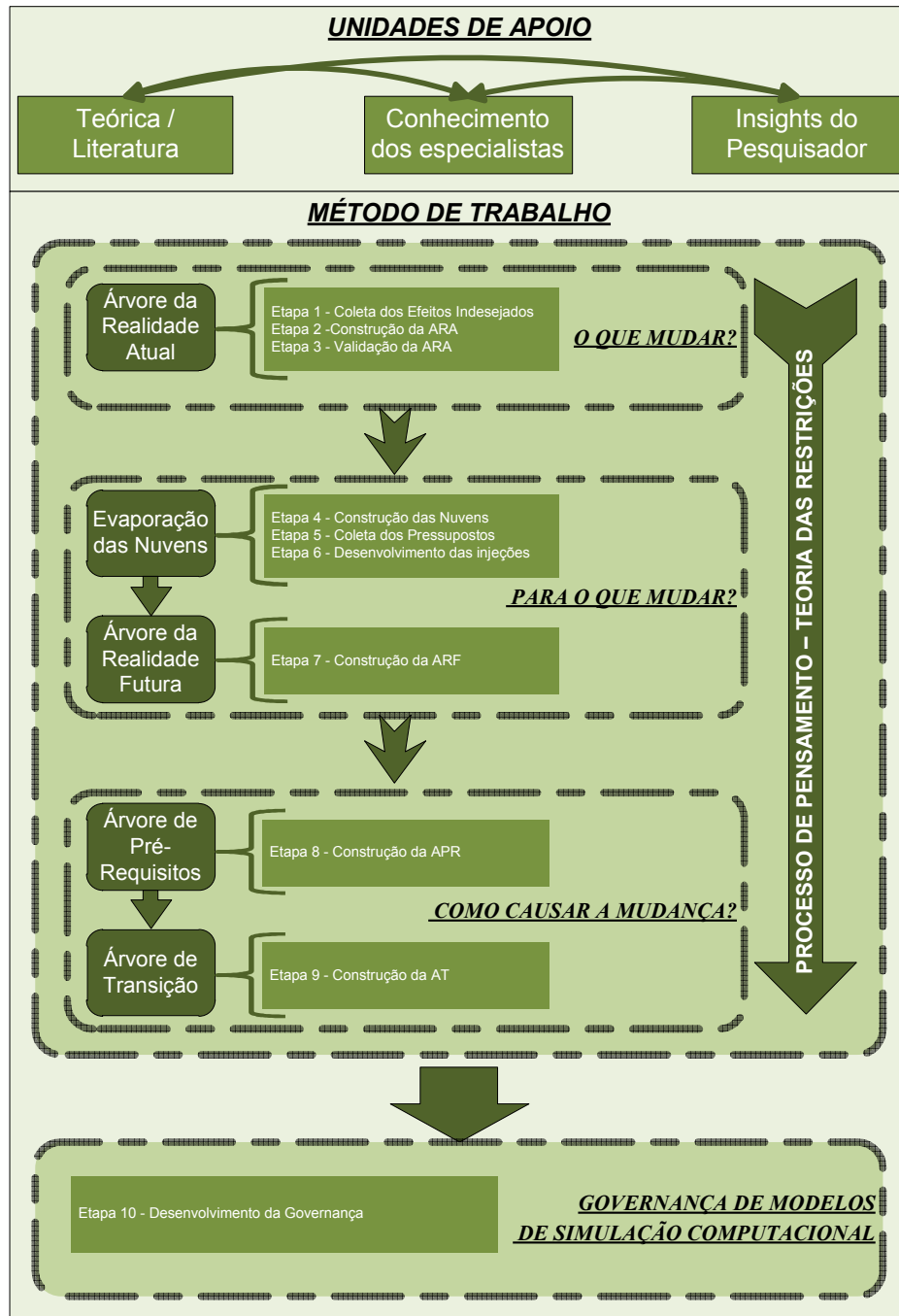
Após a definição do problema de pesquisa objetivou-se entender, primeiramente os motivos, pelos quais os modelos de simulação computacional descontinuam, ou seja, a situação atual. Para tanto, fez-se o uso da Árvore da Realidade Atual que é a ferramenta do Processo de Pensamento responsável pelo entendimento da situação problemática. Para a construção desta ferramenta, foi preciso dividir a etapa em três atividades: coleta dos efeitos indesejados, construção da ARA e validação da ARA.

- **Etapa 1 - Coleta dos Efeitos Indesejados**

Em um primeiro momento, foi formulada uma carta que foi enviada aos especialistas da Área de Simulação Computacional. Esta carta, Apêndice A, continha a problemática e as justificativas, para a realização da pesquisa, bem como a questão principal a ser respondida.

Solicitou-se que cada especialista da área de simulação se dispusesse a colaborar listando 10 possíveis causas para a descontinuação dos modelos de Simulação Computacional.

Figura 10 - Método de trabalho



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Optou-se, conforme Quadro 11, pelo envio da carta para três tipos de especialistas da área de simulação: Tipos 1 - Profissionais da área de simulação que fazem uso da ferramenta de simulação computacional do dia a dia e estão acostumados com os pré-requisitos, recursos

e aplicações da ferramenta em suas respectivas empresas, Tipo 2 - Aqueles que, na condição de acadêmicos, além de trabalharem com a simulação computacional, também prestam serviços para empresas, e, Tipo 3 - Para especialistas da área da TOC.

Quadro 11 – Tipos de especialistas

Tipo de especialista	Nº de especialistas
Tipo 1 (Experiência prática na empresa)	23
Tipo 2 (Acadêmicos e prestadores de serviço)	5
Tipo 3 (Especialistas em TOC)	2
	29

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Nota-se que o total de número de especialistas somaria 30, mas 29 cartas foram enviadas aos especialistas, já que um participa do tipo 1 e 2. Estes 29 especialistas atuam em diferentes setores industriais e são de diferentes nacionalidades. Aguardou-se um período de um mês para o recebimento das respostas, mas apenas após a 8ª semana foi possível finalizar o processo de coleta de dados, visto que os especialistas tardaram em retornar a carta.

Paralelamente a esta atividade de coleta de dados junto aos especialistas, foi feito um estudo de causas para descontinuação dos modelos de Simulação Computacional nos referenciais bibliográficos. A partir da resposta dos especialistas, Apêndice B, juntamente com os dados coletados nas referências bibliográficas disponíveis, foi possível obter os efeitos indesejados necessários para a construção da ARA.

- **Etapa 2 - Construção da ARA**

Os efeitos indesejados coletados na etapa anterior foram consolidados. A partir do estabelecimento de relações de causa e efeito entre os efeitos indesejados, obteve-se uma Árvore da Realidade Atual (ARA).

Considerando que as relações entre os efeitos indesejados foram desenvolvidas pelo pesquisador e que a ARA é base para análise das demais ferramentas do Processo de Pensamento, fez-se necessária uma etapa de validação.

- **Etapa 3 - Validação da ARA**

Consolidadas as respostas dos especialistas em forma de ARA, enviou-se a estrutura desenvolvida para que os mesmos pudessem avalia-la. O objetivo deste envio foi o enriquecimento da ARA, bem como a sua respectiva validação.

O pesquisador gravou a leitura de todas as relações de causa e efeito da ARA para então enviá-la em forma de vídeo. Este foi então hospedado do website *YouTube*<sup>3</sup> e o respectivo link foi fornecido aos especialistas. Optou-se por esta abordagem porque muitos dos especialistas não conheciam a ARA.

Embora o prazo de resposta dos especialistas tenha sido estipulado em duas semanas, apenas após a 4ª semana foi possível finalizar este processo. Os especialistas tardaram em responder e por isto, foram lembrados sobre a solicitação, no decorrer do período, por meio de cartas.

Com as contribuições dos especialistas foi possível completar e validar a ARA. Com esta validada, concluiu-se a estruturação da situação atual do problema analisado. Os resultados desta fase do Processo de Pensamento estão descritos no capítulo 4. A partir deste momento objetivou-se criar uma solução para o referido problema.

### **3.4.2 Mudar para o que**

Se a causa básica do problema está identificada, pensa-se como esta pode ser substituída (SHEINKOPF, 1999). Conforme Sheinkopf (1999), Goldratt desenvolveu esta fase para que fosse possível o entendimento de como uma solução gera a eliminação do problema central além identificar possíveis consequências indesejadas a partir da mesma.

A etapa objetivou, sobretudo, criar uma solução para o problema central da pesquisa, através de insights criativos. As ferramentas do Processo de Pensamento que foram utilizadas nesta etapa são a Evaporação das Nuvens e a Árvore da Realidade Futura.

Dividiu-se esta etapa em quatro etapas: Construção das nuvens, Coleta dos pressupostos, Desenvolvimento das injeções e Construção da Árvore da Realidade Futura.

- **Etapa 4 - Construção das Nuvens**

A partir dos dados estruturados na Árvore da Realidade Atual, partiu-se para a construção das nuvens. Estas nuvens foram formadas a partir das causas básicas encontradas na ARA. As nuvens são os conflitos estruturados em forma de diagrama com objetivo comum, requisitos e pré-requisitos.

Quando as nuvens foram concluídas, necessitou-se que as mesmas fossem enriquecidas com os pressupostos contidos em cada relação de causa e efeito do diagrama de

---

<sup>3</sup> YOUTUBE: broadcast yourself. Disponível em: <www.youtube.com>. Acesso em: 14 maio 2012.

evaporação das nuvens. Para que esta atividade fosse concluída necessitou-se a coleta dos mesmos junto aos especialistas.

- **Etapa 5 - Coleta dos Pressupostos**

Da mesma forma que foi feita a coleta dos efeitos indesejados da ARA, estruturou-se então a coleta dos pressupostos contidos nas nuvens. Semelhantemente à coleta anterior, as nuvens criadas foram enviadas, em forma de carta, Apêndice D, aos especialistas e estes foram estimulados a adicionar os pressupostos que sustentavam as relações de causa e efeito de cada nuvem desenvolvida.

Para a finalização do processo de coleta dos pressupostos, foram necessárias 3 semanas. O período inicial estipulado foi de duas semanas, mas não pôde ser cumprido, visto que poucas respostas dos especialistas tinham sido recebidas.

Os dados foram coletados e compilados, Apêndice E. A partir destes dados coletados partiu-se para a etapa de desenvolvimento das Injeções a partir da identificação dos pressupostos restritivos de cada uma das nuvens. As injeções foram os elementos responsáveis pela solução do problema analisado.

- **Etapa 6 - Desenvolvimento das Injeções**

O processo de desenvolvimento das injeções, conforme Alvarez (1996) é diferenciado por ser, essencialmente, criativo. Portanto, a criação das injeções, ficou estritamente conectada com unidade de apoio Insights do Pesquisador. Ao final do processo, foram desenvolvidas injeções para eliminar os efeitos indesejados considerados causas básicas do problema estudado. Este processo esteve vinculado com a invalidação de pressupostos restritivos identificados pela etapa anterior.

Com as injeções desenvolvidas necessitou-se que estas fossem testadas no sistema atual (ARA). Portanto, fez-se necessária a construção da Árvore da Realidade Futura (ARF).

- **Etapa 7 - Construção da Árvore da Realidade Futura**

A Árvore da Realidade Futura funciona como uma verificação da eficiência das injeções criadas, além de ser utilizada para antecipação de possíveis ramificações negativas causadas pelas mesmas. Segundo Dettmer (1997) as injeções transformam efeitos indesejados em desejados. A ARF é uma estrutura similar a ARA, mas que em vez de usar as relações de causa e efeito entre efeitos indesejados, identifica as inter-relações entre efeitos desejados causados pela injeção e indesejados.

A construção da ARF envolveu, primeiramente, o resultado da aplicação das injeções na ARA. Posteriormente à conclusão da ARF, foi realizada a análise das ramificações negativas, pois, as injeções podem, muitas vezes, originar efeitos indesejados no sistema

estudado (DETTMER, 1997). Esta foi forma de antever situações indesejadas criadas por uma injeção. A principal finalidade desta etapa foi identificar possíveis injeções adicionais para a superação de possíveis efeitos indesejados causados pelas injeções iniciais. Os detalhes referentes à pergunta “Mudar para o que” podem ser consultados no capítulo 5.

Respondida a pergunta, partiu-se para a questão referente ao processo de implementação da solução.

### **3.4.3 Como causar a mudança**

Precisou-se que a solução delineada, através de injeções, seja implementada e que os efeitos desejados identificados pela ARF fossem efetivamente desenvolvidos. Os obstáculos presentes entre a realidade atual e a desejada são explicitados para que seja possível a definição de um plano de ação capaz causar a mudança (SHEINKOPF, 1999).

Este processo que busca a implementação da solução transcorreu sobre duas ferramentas do Processo de Pensamento: a Árvore de Pré-Requisitos e a Árvore de Transição. Cada uma destas ferramentas teve que ser desenvolvida, para tanto, o processo dividiu-se em duas etapas: Construção da Árvore de Pré-Requisitos e Construção da Árvore de Transição.

- **Etapa 8 - Construção da Árvore de Pré-Requisitos**

A Árvore de Pré-Requisitos (APR) foi responsabilizada pelo levantamento de obstáculos de implementação das injeções. O pesquisador fez, então, o mapeamento dos possíveis obstáculos de implementação para cada injeção.

Como está definido no método desenvolvido por Goldratt (1994), cada obstáculo encontrado deve iniciar a análise de objetivos intermediários. Assim, posteriormente, explicitaram-se objetivos intermediários que fossem capazes de superar cada um dos obstáculos de cada uma das injeções. Como os objetivos intermediários estavam descritos em forma de condição, fez-se então necessária a construção da Árvore de Transição que os desdobrou em ações específicas.

- **Etapa 9 - Construção da Árvore de Transição**

A etapa de construção da Árvore de Transição conectou cada um dos objetivos intermediários, identificados na etapa anterior, a uma ação. Seguindo a lógica do Processo de Pensamento, por meio da identificação das relações de causa e efeito, relacionaram-se ações específicas e objetivos intermediários.

O produto desta etapa foi um plano de ação. Este garantiu que os objetivos intermediários sejam alcançados e conseqüentemente a mudança fosse concluída. Desta



forma, concluiu-se a transição entre a situação atual do problema para uma situação desejada. O processo referente à implementação da mudança está descrito no capítulo 6.

Terminou-se assim, a fase responsável pela aplicação do Processo de Pensamento na pesquisa. A proposta de governança para os modelos de simulação foi desenvolvida a partir a partir da próxima seção.

### **3.4.4 Governança de Modelos de Simulação Computacional**

Com as perguntas do processo de Pensamento respondidas, fez-se necessário a formalização da Governança de modelos de simulação computacional. O processo de formalização da mesma foi realizado em uma única etapa.

- **Etapa 10 - Desenvolvimento da Governança**

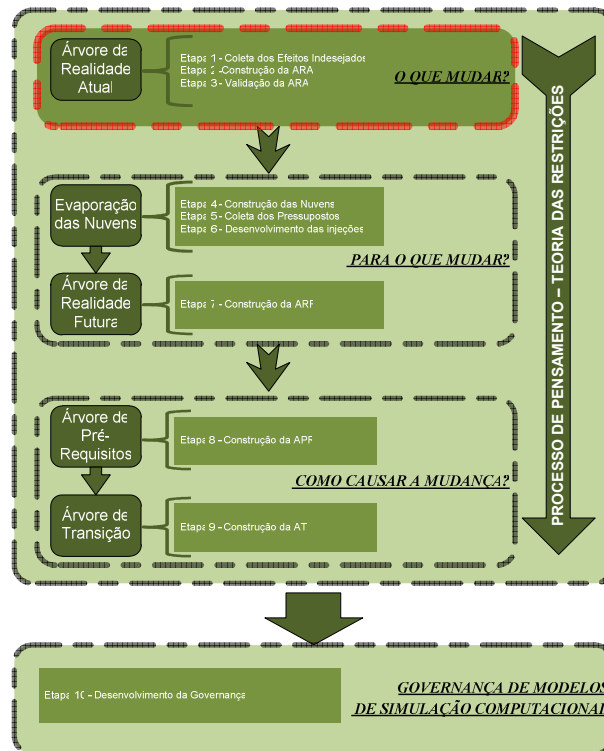
O Processo de Pensamento criou o ambiente necessário para o início da estruturação de uma governança. Estas questões que emergiram das ferramentas do Processo de Pensamento da TOC encontrava-se fragmentadas, pois tratavam de dimensões de atuação diferentes. Para inter-relacionar tais dimensões fez-se a construção da proposta de governança de modelos de simulação computacional. A proposta de governança oriunda desta etapa do método está explicitada no capítulo 7.

Estes foram os passos lógicos desenvolvidos para a conclusão da pesquisa. Os detalhes referentes ao desenvolvimento de cada uma destas etapas estão descritas nos capítulos 4, 5, 6 e 7.

## 4 O QUE MUDAR

Neste capítulo está apresentada a situação atual do problema analisado, pois nesta etapa se buscou responder a pergunta “o que mudar?”. Conforme Figura 11, esta pergunta iniciou a presente pesquisa.

Figura 11 - Acompanhamento da pesquisa: o que mudar?



Fonte: Elaborado pelo Autor.

A *Árvore da Realidade Atual*, presente no referencial teórico, que é parte do Processo de Pensamento da Teoria das Restrições, ajudou na compreensão do problema da pesquisa. Este entendimento foi parte essencial do Processo de Pensamento da TOC, pois orientou as demais etapas.

O capítulo está dividido em duas partes. A primeira responsabiliza-se com a compreensão da situação atual a partir dos dados coletados e a segunda versa sobre a validação da ARA. As relações de causa e efeito da ARA preliminar submetida à validação foram desenvolvidas pelo pesquisador. Alcançando-se a ARA validada, partiu-se para a próxima pergunta do processo de pensamento: “para o que mudar?”.

#### 4.1 ARA PRELIMINAR

A primeira versão da ARA criada foi desenvolvida a partir dos dados coletados junto aos especialistas e artigos que abordassem os motivos de descontinuação dos modelos de simulação computacional. O resumo do processo que envolveu o levantamento de dados através dos efeitos indesejados estão resumidos no Quadro 12.

Quadro 12 – Resumo da coleta de efeitos indesejados

Macro atividade	Atividade	E-mails enviados	E-mails respondidos	Dados coletados
ARA	Coleta de dados	29	12	74

Fonte: Elaborado pelo Autor.

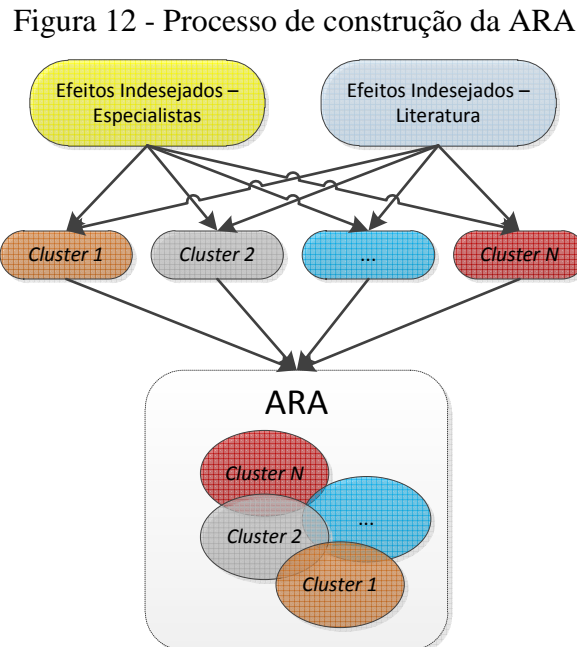
O quadro resume a atividade de coleta de dados. Foram enviados 29 e-mails aos especialistas, já anteriormente referenciados, solicitando uma listagem de dez efeitos indesejados responsáveis pela descontinuação dos modelos de simulação. Obteve-se 12 respostas. Estas respostas foram, muitas vezes, incompletas, ou seja, os dez efeitos indesejados solicitados não foram totalmente listados. Sendo assim, muitos especialistas responderam parcialmente ao pedido e, assim, foram levantados 74 efeitos indesejados.

Entre estes efeitos indesejados, foram encontradas similaridades, e, conseqüentemente, a totalidade foi reduzida para 50 efeitos indesejados. Outro fator importante a ser evidenciado é a releitura de alguns efeitos indesejados. Estes, muitas vezes, referiam-se a situações particulares, portanto optou-se pela releitura a partir da ótica do problema central.

Enquanto, estes efeitos indesejados utilizados para a construção da ARA são oriundos da unidade de apoio que remete à coleta junto aos especialistas, foram adicionados, também, 15 efeitos indesejados com base na literatura especializada. Foram encontrados diferentes artigos que variavam, principalmente, em nível de profundidade. Se por um lado, alguns especialistas avaliavam de forma agregada a problemática, discutindo o processo de simulação, como por exemplo, (falhas na etapa de validação), por outro lado, outros apresentaram efeitos indesejados mais específicos como confiabilidade do banco de dados, complexidade, simplicidade, falta de documentação etc. Por fim, 9 Efeitos indesejados foram desenvolvidos para ligar efeitos indesejados, cuja relação encontrava-se distante. Estes efeitos

indesejados de ligação auxiliaram no entendimento das relações de causa e efeito de toda a ARA.

A construção da ARA seguiu 3 macro etapas, conforme Figura 12:



Fonte: Elaborado pelo Autor.

- I. A construção da ARA foi efetivada através de um momento inicial de agrupamento de efeitos indesejados que continham similaridades. O critério para o desenvolvimento destes *clusters* foi a capacidade destes se tornarem uma dimensão de influência direta no problema central da pesquisa. Estes agrupamentos formaram então dimensões agregadas de causas para descontinuação de modelos de simulação computacional (*clusters*).
- II. Estes *clusters* foram desenvolvidos separadamente de forma a criar as relações entre os efeitos indesejados coletados segundo o processo de construção da ARA indicado pela literatura;
- III. Como esses *clusters* encontravam-se separadas, iniciou-se o processo de associação dos agrupamentos. Estando estas detalhadas, buscou-se estabelecer as relações de causa e efeito entre as mesmas. Desta forma foi possível concluir a construção da ARA apresentando-a de forma agregada.

Estas foram as etapas pelas quais a ARA preliminar foi desenvolvida. A próxima seção descreve os *clusters* identificados nesta versão.

## 4.2 DESCRIÇÃO DOS *CLUSTERS* DA ARA

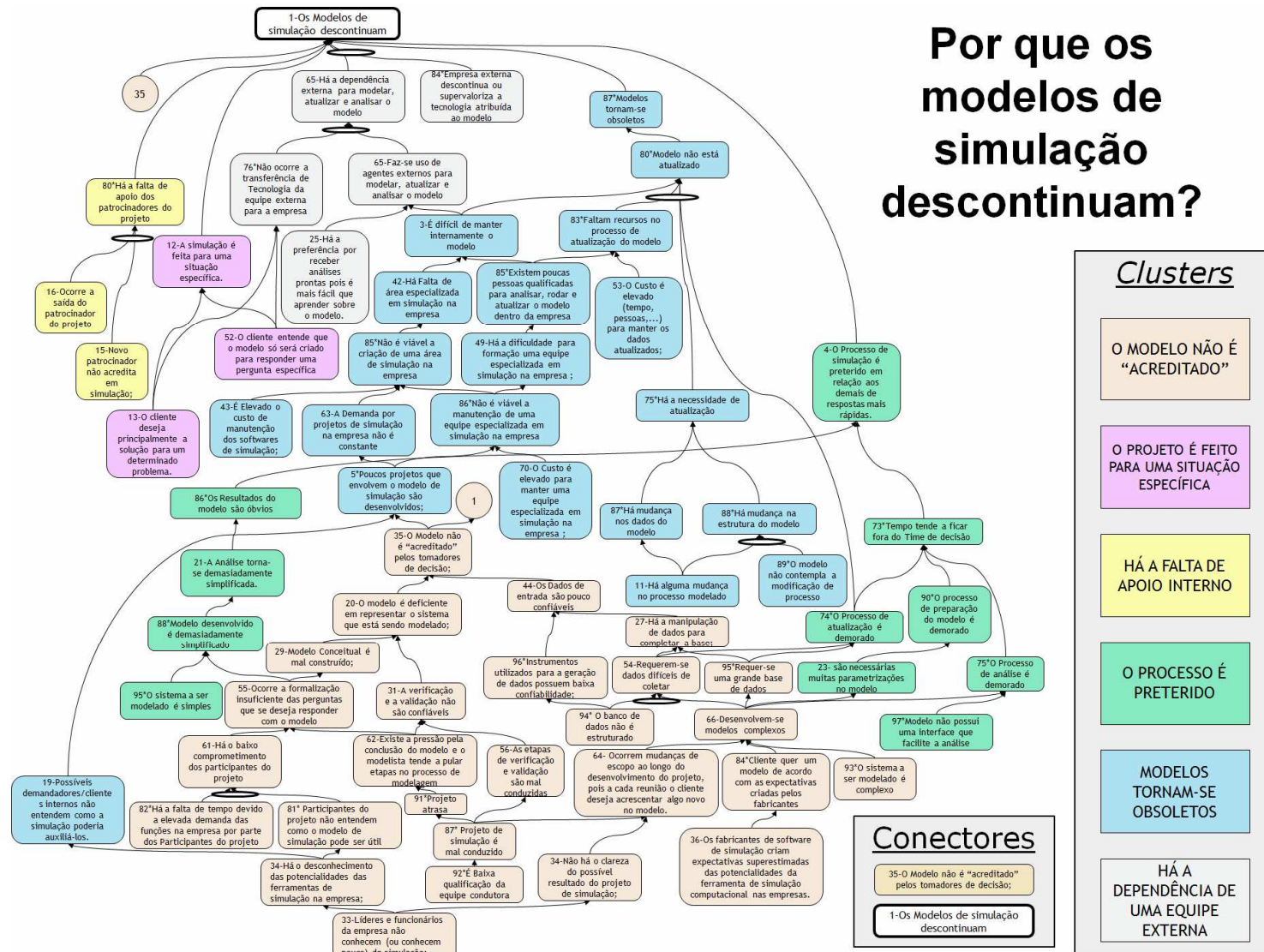
A estrutura preliminar foi dividida em seis grandes *clusters*, conforme Figura 13, que emergiram de insights do pesquisador a partir de uma análise inicial dos efeitos indesejados encontrados na literatura e nos dados coletados. A partir disto, foi possível começar a estruturar detalhadamente cada um dos *clusters* com a associação das relações de causa e efeito entre os efeitos indesejados. A ideia central de cada um dos *clusters* é descrita como:

- I. **O modelo não é acreditado** – Esta questão emerge, principalmente, dos aspectos referentes à estrutura da empresa que deseja construir modelos de simulação. Estas questões podem comprometer o desenvolvimento dos modelos. O processo que envolve o desenvolvimento dos modelos necessita de diferentes interações com a empresa e quando estas falham em algum destes aspectos, os modelos não são mais acreditados pelos tomadores de decisão da empresa (EI-35) por desconfiança sobre a sua credibilidade.
- II. **O projeto é feito para uma situação específica** – Quando os modelos são desenvolvidos para um problema específico, o projeto não prevê o reuso dos mesmos, portanto é natural que o descontinuem. Considerando que os modelos não foram projetados para a reutilização em diferentes problemas, então estes não têm continuidade.
- III. **Há a falta de apoio interno** – O menor *cluster* identificado nos efeitos indesejados é a falta de apoio interno, pois mesmo que tudo transcorra adequadamente, os modelos podem descontinuar se os tomadores de decisão não apoiam a proposta desenvolvida.
- IV. **O processo é preterido** – A demasiada simplicidade ou complexidade dos modelos pode fazer com que os demandadores dos projetos prefiram utilizar outras ferramentas de apoio à decisão. Devido à simplicidade dos modelos alguns usuários preferem fazer o cálculo do problema mais rapidamente de forma manual já que o processo de simulação pode ser demorado. Diferentemente, se for

excessivamente complexo, o tempo de modelagem é muito longo e fora do limite de tempo para a tomada de decisão.

- V. **Os modelos tornam-se obsoletos** – A atualização tanto dos modelos quanto dos dados que são utilizados para abastecer os sistemas computacionais são necessários. Caso os modelos deixam de representar a realidade, estes descontinuam.
- VI. **Há a dependência de uma equipe externa** – O último *cluster* versa sobre o processo de documentação e transferência de tecnologia que garante que a empresa internalize o conhecimento. Se esta internalização não for completada, então os modelos podem ficar dependentes da equipe externa e também descontinuar.

Figura 13 - ARA preliminar



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Embora esta descrição tenha abordado apenas de forma inicial os *clusters*, estes são detalhadamente descritos na próxima seção. Esta estrutura desenvolvida, dividida em seis *clusters* causadores de descontinuação dos modelos de simulação, teve que ser validada. A validação foi importante para a estrutura do trabalho, pois a ARA orienta as demais etapas do processo de pensamento. Na próxima seção este processo é descrito.

### 4.3 VALIDAÇÃO DA ARA

Depois de feita a construção da ARA preliminar, através dos dados coletados junto aos especialistas, necessitou-se da validação da mesma. Para este processo, o pesquisador gravou um vídeo com a leitura da ARA que pode ser encontrado nos seguintes links:

Parte 1 – <http://www.youtube.com/watch?v=F3fyUuofAQ8>

Parte 2 - <http://www.youtube.com/watch?v=-yDNygU2h98>

Esta se tornou necessária pelo fato de que muitos especialistas desconhecem a forma de como é feita a leitura da ARA. Cabe também ressaltar, que a ARA preliminar foi traduzida para o inglês, visto que um dos especialistas é de nacionalidade americana.

O resumo do processo que envolveu a troca de informações entre os especialistas e o pesquisador está descrito no Quadro 13.

Quadro 13 – Resumo do processo de validação da ARA

Macro atividade	Atividade	E-mails enviados	Respondidas	Concordam	Adição/Exclusão
ARA	Validação	16	9	5	4

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Na atividade de validação foi solicitado aos especialistas adicionar e/ou excluir efeitos indesejados que julgassem necessários, ou, concordar com a estrutura preliminar por meio de uma carta. Foram enviados 16 e-mails aos especialistas, e, destes, 9 respondidos com a análise dos mesmos. Dentre estas respostas, foram compiladas as 5 que concordavam com a estrutura desenvolvida. Por outro lado, foram recebidas 4 respostas nas quais os especialistas recomendavam alterações na versão preliminar. Importante destacar que foram enviadas as cartas para os respondentes da última interação mais quatro especialistas adicionais, mesmo que estes não tenham respondido à primeira solicitação.

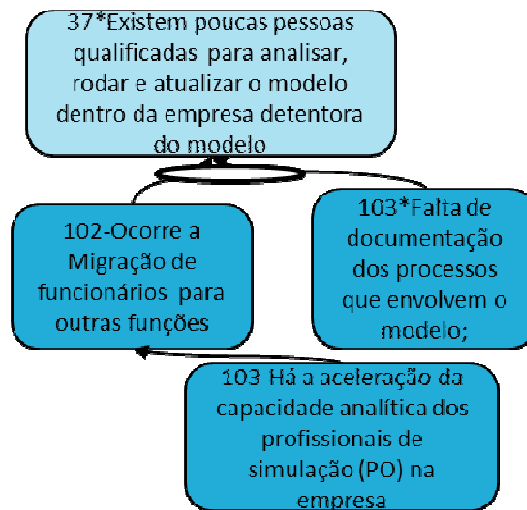


Considerando esta compilação da etapa de validação, foi feita uma nova estrutura avaliando as indicações dos especialistas. Estas alterações foram realizadas tendo em vista a validação da estrutura inicial.

Nesta estrutura, ora validada, foram identificadas três diferentes alterações que podem ser listadas da seguinte forma:

Adição/exclusão de efeitos indesejados – Alguns especialistas não concordaram com alguns efeitos indesejados e/ou acreditaram que deveriam ser adicionados novos efeitos para complementar a ARA que é a base de todo o Processo de Pensamento da TOC. A Figura 14 exemplifica a adição de um efeito indesejado.

Figura 14 - Exemplo de adições de efeitos indesejados

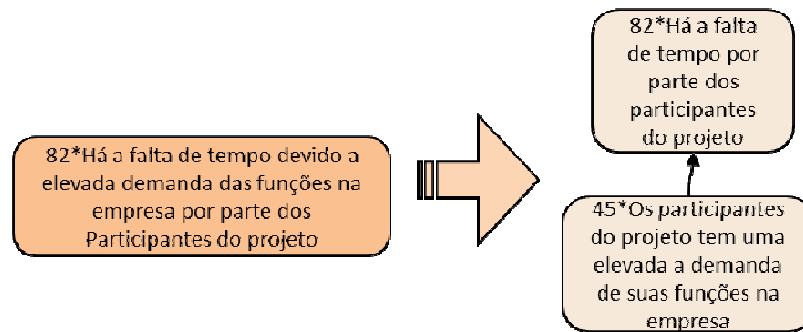


Fonte: Elaborado pelo Autor.

Se ocorrer a aceleração da capacidade analítica dos profissionais de simulação (EI-103), estes migram para outras funções (EI-102). A falta de documentação (103\*) juntamente com a migração destes funcionários para outras funções (EI-102) fazem com que existam poucas pessoas qualificadas para analisar, rodar e atualizar o modelo (EI-37\*).

Divisão de efeitos indesejados – Três efeitos indesejados (EI-64, EI-62 e EI-82\*) continham em sua sentença uma causa e um efeito, ou seja, explicavam uma relação de causa e efeito. Como a ARA procura estratificar estas relações, alguns especialistas, indicaram efeitos indesejados que podiam ser divididos em dois efeitos indesejados independentes mantendo uma relação de causa e efeito. Um exemplo desta modificação pode ser visualizado na Figura 15.

Figura 15 - Exemplo de divisão de efeito indesejado

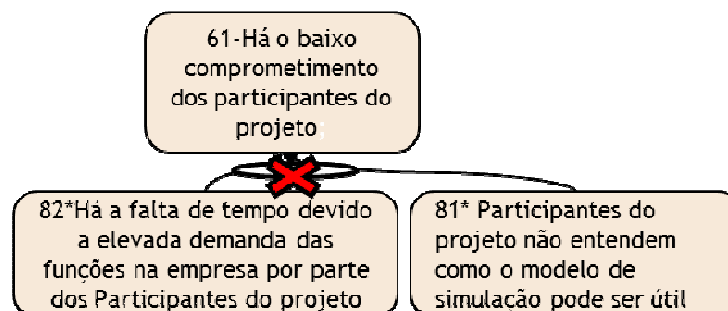


Fonte: Elaborado pelo Autor.

O efeito indesejado (EI-82\*) foi decomposto em uma relação de causa e efeito, pois continha esta relação em uma única entidade da ARA. Esta estratégia foi replicada para cada um dos três casos.

Modificações nas relações – Em alguns casos, os especialistas não concordaram com algumas relações de causa e efeito entre variáveis. Estas modificações se deram, tanto na relação direta entre efeitos indesejados, como relação do tipo “e” que, por vezes, foi excluído e, por vezes, incluído. Um exemplo desta modificação é a Figura 16.

Figura 16 - Exemplo de exclusão de relação

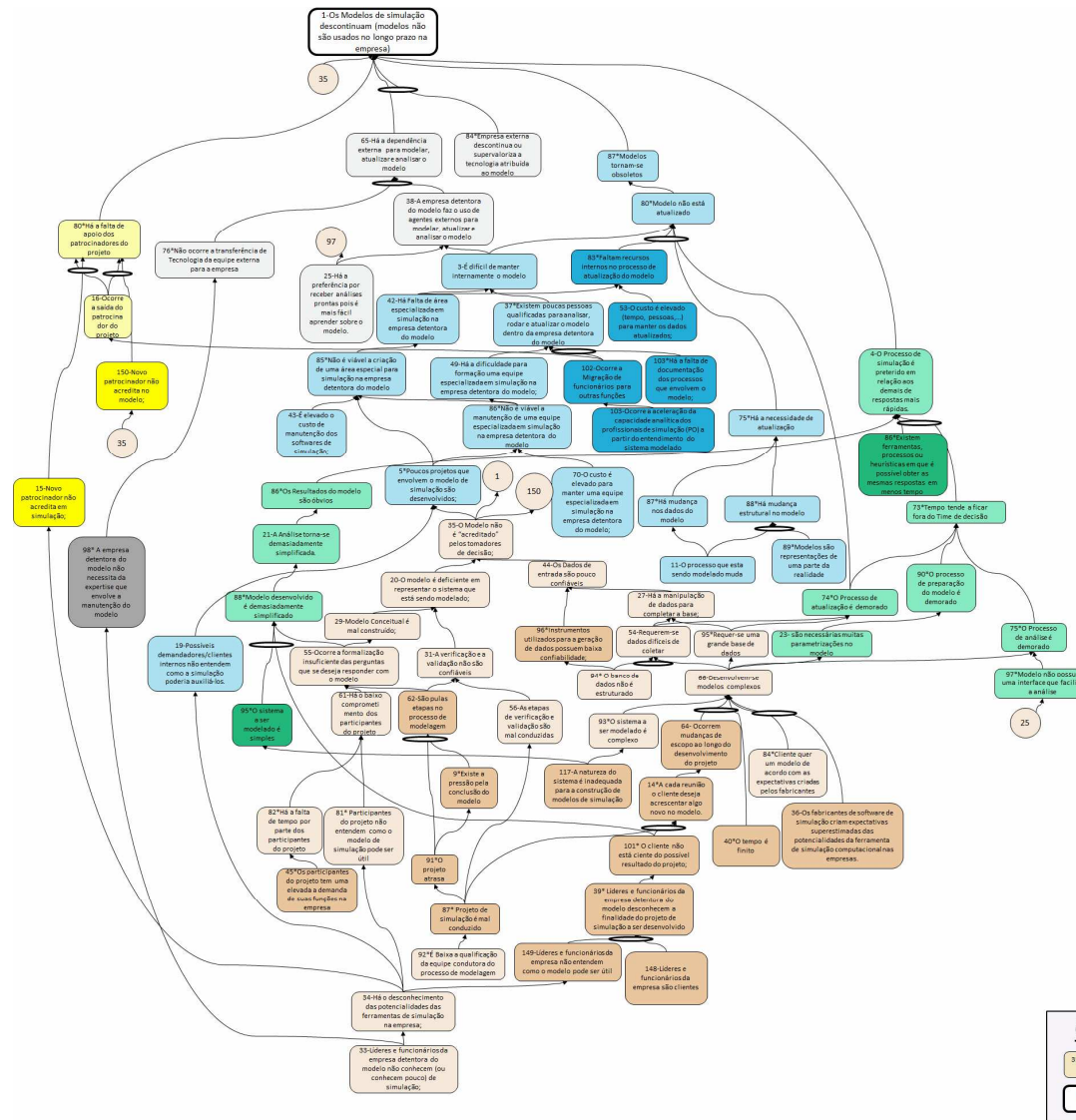


Fonte: Elaborado pelo Autor.

Nesta situação um dos especialistas defendeu a ideia de que o “E” entre estas duas causas não existe. Isto significa que o efeito (EI-61) pode ser causado independentemente tanto pelo efeito indesejado (EI-81\*), como pelo (EI-82\*).

As ARA final pode ser visualizadas, na Figura 17. Os efeitos indesejados com cores fortes identificam os elementos da ARA que sofreram modificações na etapa de validação. Feitas estas modificações parte-se para a etapa de descrição da ARA final, dividida em dimensões. A descrição das mesmas pode ser acompanhada na Figura 17.

Figura 17 - ARA final



Por que os modelos de simulação descontinuum?

Fonte: Elaborado pelo Autor.

### 4.3.1 Modelos não são acreditados (*Cluster 1*)

Existem questões estruturais da empresa que são importantes no processo de desenvolvimento do modelo. Quando um destes aspectos estruturais é falho ou inconsistente, o modelo, depois de concluído, não adquire credibilidade junto aos tomadores de decisão.

A base deste *cluster* remete ao não conhecimento, ou pouco conhecimento por parte dos profissionais da empresa (EI-33). Pode ser observado que esta causa, aliada à alta demanda dos participantes do projeto, causa um comprometimento limitado (EI-61) destes que tem a função de contribuir no processo de construção do modelo. Este comprometimento é imprescindível, uma vez que estas são as pessoas que entendem do sistema a ser modelado e formulam, junto com a equipe condutora, o modelo de simulação.

Esta etapa é, também, parte essencial no processo de formalização das perguntas a que se deseja responder, bem como no fornecimento das informações necessárias para os responsáveis desenvolverem o modelo. Considerando este sequenciamento de problemas é evidente a importância destes participantes do projeto no processo de desenvolvimento do modelo de simulação.

Uma formalização insuficiente (EI-55) torna o modelo conceitual mal construído (EI-29) devido às causas anteriormente descritas. O modelo conceitual mal construído faz com que o modelo seja deficiente no que se refere à representação da realidade (EI-20). Por outro lado, outra causa básica deste *cluster* é a baixa qualificação da equipe condutora que desenvolve o método de simulação. Através desta baixa qualificação da equipe (EI-92\*), detentora do método, o projeto atrasa (EI-91\*), como consequência de um dimensionamento incorreto, nem uma condução do método de forma a garantir a observação do cronograma. Em decorrência do atraso, tende-se a pular etapas (EI-62) a fim de cumprir o cronograma estipulado. Nesta tentativa de adequação do processo a um cronograma erroneamente dimensionado, etapas de formalização de perguntas podem ser omitidas e puladas ou não concluídas (EI-55), ou, ainda, provocar um processo que carece de tempo suficiente para a transferência de conhecimento do processo modelado para a equipe condutora.

Com um projeto mal conduzido, devido à baixa qualificação da equipe condutora, a etapa de verificação e validação do projeto também é mal sucedida (EI-56). Resulta-se daí que as etapas indiscutíveis no processo de simulação não são confiáveis (EI-31). Este problema que pode, também, ser consequência da pressão criada em função do atraso do projeto (EI-9\*) é um dos principais causadores de um dos principais pilares deste *cluster* que remete para a

deficiência do modelo em representar a realidade (EI-20). A verificação que objetiva a certificação do correto funcionamento de modelo, bem como a validação que busca garantir a representação da realidade são parte indispensável no processo de simulação.

A situação de os líderes e funcionários não dominarem ou entenderem pouco de simulação resulta na não compreensão do quanto os modelos de simulação podem ser úteis e, assim, é natural que não se exista clareza do possível resultado do projeto de simulação. Com este problema ou com esta má condução do método pela equipe condutora, os clientes podem querer mudar o escopo de projeto ao longo do desenvolvimento deste. O cliente deseja acrescentar algo novo no decorrer do projeto quando a etapa mais propícia destinada à formalização do modelo já foi concluída.

Um efeito indesejado significativo na ARA é o desenvolvimento de modelos complexos (EI-66). Existem três causas para que este efeito suceda. O primeiro deve-se ao sistema a ser modelado que, muitas vezes, é complexo (EI-93\*) devido à natureza do sistema e inadequada para construção de modelos (EI-117). O segundo motivador para o aumento de complexidade de um modelo, segundo especialistas, é a exigência dos clientes, que querem modelos completos, pois, paralelamente, o fabricante de softwares de simulação pode criar expectativas superestimadas acerca da simulação (EI-36). Por fim, na hipótese do projeto ser mal conduzido o cliente deseja a cada reunião acrescentar novos elementos ao projeto (EI-14\*), pois não respeita o andamento do processo de modelagem. Considerando que o tempo é finito (EI-40\*), estas alterações, são causadoras de modelos muito complexos.

Em havendo e acontecendo um modelo complexo, várias consequências podem se configurar. As mesmas remetem aos dados utilizados pelo modelo de simulação. Por um lado, segundo os especialistas, juntamente com uma base de dados não estruturada (EI-94\*), requer-se dados difíceis de coletar (EI-54), e, por outro, a complexidade do modelo pode resultar na necessidade de coleta de uma grande base de dados (EI-95\*). Na hipótese de uma destas situações se configurarem, existe a possibilidade de manipulação de dados (EI-27), já que a coleta torna-se difícil ou longa e, por consequência inconfiável (EI-44). Esta inconfiabilidade pode ocorrer também em consequência da baixa confiabilidade dos instrumentos utilizados na coleta de dados (EI-96\*) decorrentes de uma base de dados não estruturada.

Finalizando este *cluster*, o modelo de simulação não é acreditado pelos tomadores de decisão (EI-35). O fato de acreditar ou não no modelo, depende de dois efeitos já relatados. Uma das possibilidades é que os tomadores de decisão acreditam que o a coleta de dados é

inconfiável (EI-44) e a, segunda, que o modelo não representa a realidade (EI-20). Este problema, por fim, resulta na descontinuação dos modelos de simulação (EI-1).

Nota-se que este *cluster* está vinculado, diretamente, ao desenvolvimento do sistema. Por estar, hierarquicamente, localizado na base da ARA, evidencia-se a importância deste processo de desenvolvimento do sistema na manutenção do mesmo. Além de serem ressaltados aspectos estruturais, também surgem questões culturais da empresa como o desconhecimento da ferramenta.

O próximo *cluster* a ser apresentado é a situação em que o projeto é feito para uma situação específica.

#### **4.3.2 A simulação é feita para uma situação específica (*Cluster 2*)**

Os modelos de simulação são feitos para serem reutilizados ou não (ROBINSON *et al*, 2004). Este *cluster* considera que na construção do modelo, este já em sua fase de construção, é designado para uma situação específica.

Uma questão que emergiu, nesta fase, é a validade e adequação deste *cluster* para o problema abordado nesta pesquisa. A presente pesquisa está preocupada com um tipo de modelagem especial, em que o modelo é reutilizado, que, nos dias de hoje, é possível, devido à flexibilidade que a tecnologia proporciona (ROBINSON *et al*, 2004).

Praticamente todos os efeitos indesejados oriundos da literatura e dos especialistas, consideravam a reutilização, pois se preocupavam com a manutenção, com o desenvolvimento do sistema e atualização dos dados. Poucos efeitos indesejados surgiram com questões específicas de modelos que seriam usados uma única vez, para um determinado problema.

Primeiramente, acreditava-se que esta diferenciação poderia ser caracterizada como um novo *cluster*, pois envolvia a utilização para uma situação específica e efetivamente causaria a descontinuação de um modelo de simulação computacional, pois foi criado para ser utilizado e posteriormente descontinuado.

Depois desta opção, na etapa de validação, esta foi questionada, pois não seria um conjunto de efeitos indesejados voltada para o desejo da empresa da utilização do modelo a longo prazo. Desta forma, este *cluster* destoaria dos objetivos da pesquisa. Portanto, optou-se, pela exclusão deste *cluster*, considerando as contribuições na etapa de validação.

Continuando a descrição dos diferentes *clusters*, os modelos de simulação podem descontinuar por serem preteridos em relação a diferentes ferramentas. Na próxima seção, esta questão é descrita.

### 4.3.3 O processo é preterido (*Cluster 3*)

A forma ou as estratégias utilizadas para o desenvolvimento de um modelo podem resultar em aspectos referentes à aplicabilidade da ferramenta na empresa. Os efeitos indesejados pertencentes a este *cluster* transcorrem sobre esta possibilidade. Este *cluster* pode ser dividido em duas grandes vertentes: a complexidade e a simplicidade do modelo desenvolvido.

Ocorrendo a má formalização das perguntas que se deseja responder com o modelo (EI-55) ou o sistema a ser modelado é simples (EI-95\*) e o cliente não está ciente do possível resultado do projeto (EI-101\*), então inevitavelmente o modelo desenvolvido será demasiadamente simplificado (EI-88\*). Esta circunstância torna a análise demasiadamente simplificada e por consequência, os resultados do modelo são óbvios.

A formalização insuficiente ou a situação em que o ambiente modelado é simples faz com que o modelista projete um sistema computacional que representa um problema que possivelmente possa ser resolvido analiticamente pelos tomadores de decisão, ou seja, faz com que o modelo seja preterido (EI-4) em relação a ferramentas ou métodos mais rápidos e baratos. A simplicidade do modelo pode ser oriunda da própria natureza do sistema analisado que é inadequada para a construção do mesmo.

A complexidade do modelo também influencia na análise deste, pois torna a análise demasiadamente demorada (EI-75\*). Não se tem uma interface que facilite a análise (EI-97\*) em decorrência da possibilidade de receber análises prontas (EI-25) e por consequência a análise torna-se demorada. Outro processo necessário e que também se torna demorado é o de atualização do modelo (EI-74\*), pois se requer uma grande base de dados (EI-95\*) difíceis de serem coletados (EI-54). Em os modelos sendo complexos, muitas parametrizações são necessárias (EI-23), antes que este esteja apto a operar, o que acarreta um processo também demorado na preparação do modelo (EI-90\*).

Todos estes processos que se tornam demorados em função indireta de algum nível de complexidade do modelo faz com que o tempo fique fora do espectro de decisão (EI-73\*). Assim sendo, com a existência de ferramentas analíticas mais rápidas (EI-86\*), o modelo é

preterido (EI-4), visto que outras ferramentas ou métodos podem dar uma resposta mais rápida ao tomador de decisão.

Segundo os especialistas, em tendo o processo de simulação computacional preterido em relação às ferramentas mais rápidas, descontinuam-se os modelos de simulação (EI-1). Portanto, neste *cluster*, o modelo não é utilizado e por consequência é descontinuado em função de sua demasiada complexidade ou simplicidade.

Este *cluster* pode ser considerado como uma extensão da anterior, pois se refere ainda ao desenvolvimento do modelo. A diferença está no fim do encadeamento dos efeitos indesejados. Enquanto o *cluster* anterior resulta no descrédito do modelo este resulta no preterimento do modelo.

O próximo *cluster* abordado volta-se à obsolescência dos modelos de simulação. Esta obsolescência pode ser configurada de diferentes formas.

#### **4.3.4 O modelo torna-se obsoleto (*Cluster 4*)**

A obsolescência, quando vinculada ao uso dos modelos de simulação, significa que o mesmo deixa de ser usado por não representar mais a atualidade. Este *cluster* surgiu dos efeitos indesejados provenientes da natureza do sistema, juntamente com o variável tempo. Esta última, inerente a qualquer sistema, transforma o sistema analisado ou/e confere a variabilidade dos dados ao mesmo. A natureza deste *cluster* também pode ser identificada a partir de aspectos estruturais da empresa que não está preparada e conseqüentemente carece de políticas para que a manutenção seja feita.

Começando a descrição das relações deste *cluster*, pode-se alegar que não conhecer as potencialidades da ferramenta de simulação (EI-34) por parte dos funcionários da empresa, bem como dos tomadores de decisão, faz com que possíveis demandadores internos não entendam como a ferramenta possa lhes ser útil (EI-19). Este ponto é importante à medida que o modelo é usado nas mais variadas áreas da empresa (manutenção, logística, processo, estratégico, entre outras). Considerando tal conhecimento, por parte da empresa, poucos projetos de simulação que envolvam o modelo são desenvolvidos (EI-5\*).

Mesmo que haja este conhecimento, os projetos podem não ser desenvolvidos por que o modelo em sua essência, não é acreditado pelos tomadores de decisão (EI-35). Como esta demanda por projeto não ocorre, ela não é constante.



Outro fator presente neste *cluster* remete à viabilidade de manutenção de uma equipe especializada em simulação na empresa. Segundo os especialistas, não há viabilidade em manter esta equipe especializada (EI-86\*), se os projetos que envolvem o modelo não são desenvolvidos (EI-5\*) ou se o custo de manutenção deste tipo de profissional é elevado (EI-70).

Continuando na mesma linha de raciocínio, em não sendo viável tal manutenção haverá dificuldade na implementação (EI-49), pois existirão poucas pessoas qualificadas na ferramenta.

Outro motivo da qualificação insatisfatória é a falta de documentação (EI-103\*), como também, a tendência, da migração das pessoas especializadas por simulação computacional para outras funções (EI-102), já que estes tendem a ser valorizados na empresa pela sua capacidade analítica (EI-103). Entendem-se funcionários especializados como aqueles profissionais capazes de rodar, analisar e ainda atualizar o modelo (EI-37\*). Estes expertises são essenciais para a manutenção do modelo junto à organização. Em decorrência desta situação ou dos elevados custos (EI-53), no processo de manutenção dos dados atualizados do modelo, faltam recursos no processo de atualização do modelo (EI-83\*).

Se não é viável a criação de uma equipe especializada (EI-86\*), poucos projetos de simulação são desenvolvidos (EI-5\*) e/ou o custo de manutenção de softwares úteis no processo que envolve a simulação (estatísticos, simulação e coletores de dados) é excessivamente elevado (EI-43), então se torna inviável criar uma área de simulação na empresa (EI-85\*). Ocorre, desta forma, a falta de uma área responsável por simulação dentro da organização detentora do modelo de simulação (EI-42).

Como existem poucas pessoas qualificadas (EI-37\*) ou não existe uma área responsável por simulação na empresa (EI-42), torna-se difícil manter internamente o modelo (EI-3). As empresas, nesta situação, buscam alternativas externas, ou seja, consultoria de simulação, que pode ocasionar uma descontinuação de modelos de simulação. Este *cluster* é posteriormente descrito.

O *cluster* que envolve a obsolescência do modelo decorre também da natureza do sistema modelado. Ocorrem mudanças que podem ser de processo, clima, pessoas, equipamentos, etc. Quando estas mudanças ocorrem no sistema (EI-11), é necessário que o modelo também seja alterado para que este continue a representá-lo. Isto significa que, em ocorrendo uma mudança significativa estrutural no sistema modelado e este não contempla tal modificação por ser exatamente um modelo (EI-89\*), é necessário atualizar estruturalmente o

modelo (EI-88\*). Na hipótese desta mudança ser somente em termos de dados e o modelo contemplar a modificação, haverá apenas necessidade de atualização dos dados (EI-75\*).

Independentemente da adequação estrutural ou não estrutural do modelo, ocorrida no sistema, necessita-se de atualização (EI-75\*), seja de dados, estrutural ou de ambas. A necessidade de atualização (EI-75\*) e a falta recursos no processo de atualização (EI-83\*) fazem com que o modelo de simulação não esteja atualizado (EI-80\*). Uma das causas para que o modelo não esteja atualizado também pode ocorrer em função da dificuldade de manutenção interna do modelo (EI-3).

Caso o modelo não esteja atualizado, ele, ao natural se tornará obsoleto (EI-87\*), pois mesmo correto, ocorre uma defasagem em relação ao sistema modelado e deixa de ser utilizado.

Nota-se que este *cluster* refere-se à manutenção dos modelos de simulação, pois revela a necessidade de estruturação da empresa para que esta possa manter o sistema. Não somente aspectos da atualização são ressaltados, mas questões referentes à estruturação de uma equipe especializada e de uma política de documentação como forma de manter o conhecimento na empresa. Muitas das questões oriundas do *cluster* 1 resultam em problemas de manutenção. Evidencia-se assim, novamente, a importância do processo de desenvolvimento no processo de manutenção do sistema.

Termina-se assim este *cluster*, pois com o modelo obsoleto (EI-87\*), os tomadores de decisão da empresa deixam de utilizá-lo e por consequência, este descontinua (EI-1). Como próximo *cluster*, a empresa detentora do modelo torna-se dependente de uma equipe externa à organização.

#### **4.3.5 Dependência de uma equipe externa (*Cluster* 5)**

A equipe externa, muitas vezes, é utilizada para o processo de desenvolvimento e manutenção do modelo, mas caso, algumas precauções não sejam tomadas pela empresa detentora e utilizadora do modelo, esta empresa fica excessivamente dependente. Todas as questões alusivas à transferência de tecnologia, por parte da equipe externa e documentação interna e externa, que se tornaram evidentes a partir dos dados coletados, foram classificadas como participantes deste *cluster*.

A descrição do *cluster* é iniciada considerando a dificuldade na tentativa de manter o modelo internamente (EI-3) ou considerando a facilidade em receber análises prontas (EI-25),

muitas vezes, a organização contrata uma equipe externa (EI-38) para fazer todo o processo que envolve o modelo de simulação (análise, atualização e modelagem).

Enquanto a situação se configura desta forma, não há problemas na continuidade do modelo. Esta continuidade se torna um obstáculo para a manutenção do modelo quando os funcionários não conhecem simulação computacional (EI-33) e não entendem que necessitam da transferência de tecnologia atribuída ao modelo (EI-98\*). Se isto acontece, então a transferência não é realizada (EI-76\*).

Diante da situação, aliada à opção de fazer uso de uma equipe externa (EI-38) para o processo de simulação, ocorre a dependência da empresa detentora do modelo junto à equipe externa (EI-65). Este cenário, muitas vezes, é preferido quando a empresa carece das ferramentas de simulação. Quando a equipe externa descobre o valor que o modelo tem para a empresa, esta pode supervalorizá-lo (EI-84\*) e assim fazer com que o mesmo descontinue (EI-1) em função de uma elevação do preço de manutenção.

Outro fator que juntamente com esta dependência pode causar a não continuidade do modelo (EI-1) é a descontinuação da própria equipe externa, pois não se efetivou a transferência de tecnologia (EI-76\*) desta para a empresa.

Os principais alicerces deste *cluster* são a dificuldade de desenvolvimento e manutenção do sistema. Os fatores importantes para este *cluster* é a documentação e transferência de tecnologia, pois garantem que não haverá dependência da equipe externa. Muitas vezes, os modelos perdem o apoio interno e este pode ser um fator complicador no que tange a aplicação e a continuidade do modelo na empresa.

#### **4.3.6 Há falta de apoio interno (*Cluster 6*)**

Principalmente em tempos de incerteza no ambiente econômico mundial, muitas mudanças são feitas nas organizações: estruturais, de pessoal, ou de corte de orçamento. Estas mudanças de gestores patrocinadores dos projetos também foram identificadas nos dados coletados. O *cluster* que prevê a falta de apoio dos gestores patrocinadores do projeto é importante e se sobressaiu sobre os outros e por esta razão, mesmo pequeno, criou identidade durante a clusterização.

Na ARA foram encontrados dois ambientes que, paralelamente à migração do patrocinador do projeto, causam a falta de apoio interno. Se de um lado os funcionários não conhecem as potencialidades das ferramentas de simulação computacional (EI-34), e, assim, o

novo patrocinador não acredita em simulação (EI-15), de outro, se o modelo não é acreditado (EI-35), então, o novo patrocinador não confiará no modelo (EI-150). Estas combinações juntamente com a saída do patrocinador do projeto (EI-16) fazem com que o projeto de simulação computacional na empresa, não tenha apoio interno (EI-80\*). Este apoio é importante a medida que o modelo de simulação depende de um gestor que patrocina a ideia dentro da organização.

Segundo os especialistas, a partir do momento em que não há mais apoio dos patrocinadores do projeto (EI-80\*), o modelo torna-se fraco e perde representatividade na empresa e por consequência descontinua (EI-1).

Muito vinculada aos efeitos indesejados localizados na base da ARA, ou seja, de desenvolvimento, este *cluster* demonstra a importância do apoio interno para a manutenção do modelo de simulação. Fatores importantes para este processo é o conhecimento das potencialidades da ferramenta.

A próxima seção identifica e classifica as causas básicas identificadas após a validação da ARA.

#### 4.4 CAUSAS BÁSICAS

A ARA finalizada permitiu a identificação das causas básicas do problema central que é a descontinuação dos modelos de simulação. Entendem-se causas básicas como causas “raízes”, ou seja, as principais causas do problema central.

Como pode ser visto no Quadro 14, identificou-se 19 causas básicas. Para estas, foram feitas três classificações: impacto, limites de atuação e dimensão.

A classificação de impacto evidencia os *clusters* que são impactados pelas causas básicas. É importante ressaltar que o *cluster* nominado de “O MODELO NÃO É ACREDITADO” é impactado por parte das causas básicas. Hierarquicamente este *cluster* se constituiu como a base da ARA por se tratar, justamente, da fase que antecede a manutenção do sistema que é o desenvolvimento dos modelos. Assim este tendeu a estar vinculado diretamente às causas básicas.

Mesmo que cada uma das causas básicas tenha sido classificada como um efeito indesejado de um determinado *cluster*, pôde-se observar que estas impactam, muitas vezes, em outros *clusters*. Evidenciaram-se, assim, as inter-relações entre os *clusters*.

Os limites de atuação referem-se aos limites impostos pelo sistema analisado. Tal classificação selecionou, por meio de uma classificação, as causas básicas, nas quais há graus de liberdade de atuação. Cada causa básica pode ser classificada como: interna, externa ou fatos da vida.

Quando a causa básica ser classificada por interna, denota que esta está dentro dos limites de atuação, o que significa que são passíveis de modificação e tratamento. A identificação destas causas internas é necessária, pois fornece os pontos de alavancagem para a próxima etapa do Processo de Pensamento onde injeções de mudanças são desenvolvidas.

Contrariamente, não é possível atuar na prescrição de causas básicas classificadas como externa. Neste tipo de causa básica, a empresa não possui graus de liberdade de influência e atuação, sendo esta externa ao limite de atuação.

As causas básicas podem ainda, serem classificadas como fatos da vida, que conforme Reid e Cormier, (2003), representam os pressupostos básicos considerados como verdades no sistema analisado. Um exemplo de uma causa do tipo fatos da vida que Dettmer, (2007) explicita em seu livro é “O sol nasce todos os dias”. Se o problema central é o câncer de pele, esta seria uma causa básica. Caracteriza-se a relação deste tipo de causa como neutra, positiva ou negativa, mas que não permite modificação (DETTMER, 2007).

A partir da classificação de todas as causas básicas quanto ao limite de atuação foi possível identificar os possíveis pontos de alavancagem para a solução do problema, iniciou-se então a preparação para a próxima etapa do Processo de Pensamento que buscou, justamente, explorá-los.

Quadro 14 – Causas Básicas

<b>Causas básicas</b>	<b>Impacto (Nº do cluster)</b>	<b>Limites de Atuação</b>	<b>Dimensão</b>
33-Líderes e funcionários da empresa detentora do modelo não conhecem (ou conhecem pouco) de simulação;	1, 3, 4, 5 e 6	Interna	Conhecimento da ferramenta
149-Líderes e funcionários da empresa são possíveis clientes	1, 3, 4, 5 e 6	Fatos da Vida	
92*É baixa qualificação da equipe condutora do processo de modelagem	1, 3, 4, 5 e 6	Interna	Desenvolvimento do sistema
45*Os participantes do projeto têm uma elevada demanda de suas funções na empresa	1, 3, 4, 5 e 6	Interna	Liberação de funcionários

36-Os fabricantes de software de simulação criam expectativas superestimadas das potencialidades da ferramenta de simulação computacional nas empresas.	1, 3, 4, 5 e 6	Externa	
84*Cliente quer um modelo de acordo com as expectativas criadas pelos fabricantes	1, 3, 4, 5 e 6	Fatos da Vida	
40*O tempo é finito	1, 3, 4, 5 e 6	Fatos da Vida	
94* O banco de dados não é estruturado	1, 3, 4, 5 e 6	Interna	Estruturação do banco de dados
70-O Custo é elevado para manter uma equipe especializada em simulação na empresa detentora do modelo;	4 e 5	Interna	Viabilização da Manutenção
11-O processo que esta sendo modelado muda	4	Fatos da Vida	
89*Modelos são representações da realidade	4	Fatos da Vida	
103-Ocorre a aceleração da capacidade analítica dos profissionais de simulação (PO) a partir do entendimento do sistema modelado	4 e 5	Fatos da Vida	
86*Existem ferramentas, processos ou heurísticas em que é possível obter as mesmas respostas em menos tempo	3	Fatos da Vida	
103*Há a falta de documentação dos processos que envolvem o modelo;	4 e 5	Interna	Documentação
53-O Custo é elevado (tempo, pessoas,...) para manter os dados atualizados;	4	Interna	Viabilização da Manutenção
25-Há a preferência por receber análises prontas, pois é mais fácil aprender sobre o modelo.	3 e 5	Fatos da Vida	
117-A natureza do sistema é inadequada para a construção de modelos de simulação	1, 3, 4, 5 e 6	Fatos da Vida	
43-É elevado o custo de manutenção dos softwares de simulação;	4 e 5	Externa	
84*Empresa externa descontinua ou supervaloriza a tecnologia atribuída ao modelo	5	Externa	

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Como existem sete causas básicas internas objetivou-se, como último passo desta fase da pesquisa, classificá-las em dimensões. Estas dimensões tiveram por objetivo identificar similaridades entre causas básicas para facilitar o próximo passo do Processo de Pensamento, visto que as mesmas diferiam-se em nível de detalhamento. Ao final do processo, foram identificadas seis dimensões dentre as sete causas básicas classificadas como internas. Isto

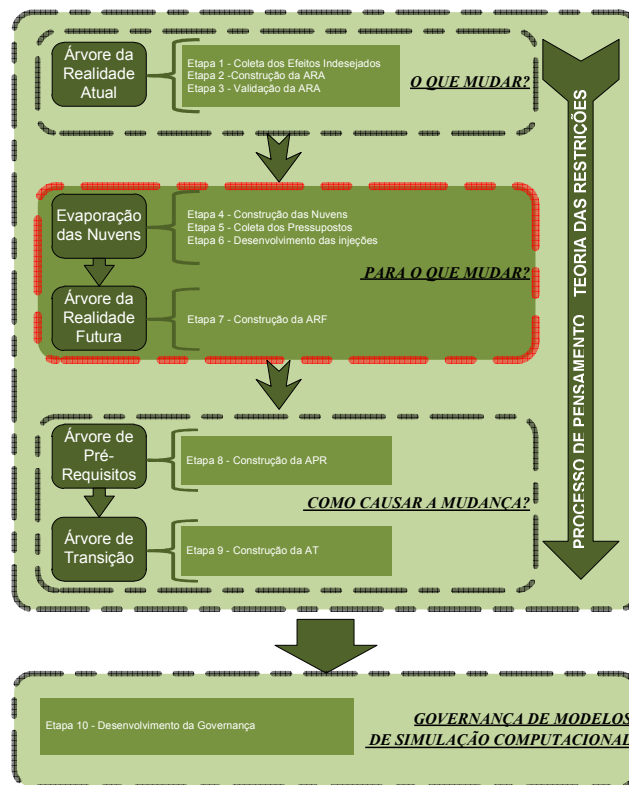
significa que duas causas básicas encontraram similaridades e se identificaram com uma única dimensão com um menor nível de detalhamento.

Terminada a validação da ARA, onde se objetivou a estruturação das situações indesejadas causadoras do problema central partiu-se para a Evaporação das Nuvens. No próximo capítulo foi feita a construção das nuvens que efetivamente trataram dos conflitos existentes no sistema.

## 5 PARA OQUE MUDAR

Este capítulo preocupa-se com a solução do problema estudado na pesquisa, cujo acompanhamento pode ser verificado na Figura 18. Esta é a etapa que objetivou responder a pergunta “para o que mudar?”. A Evaporação das nuvens (EN) e a Árvore da Realidade Futura (ARF) foram as ferramentas da TOC responsáveis por este processo. Desta forma, a estrutura do capítulo foi dividida em 3 seções: Construção das nuvens, Evaporação das Nuvens e construção da Árvore da Realidade Futura.

Figura 18 - Acompanhamento da pesquisa: mudar para o que?



Fonte: Elaborado pelo Autor.

A primeira seção objetivou construir as nuvens a partir das causas básicas identificadas na ARA, pois desta forma, segundo Goldratt (1990), metade do caminho da solução já estará percorrido e a segunda versou sobre o processo de evaporação das mesmas através da proposição de injeções.

A Árvore da Realidade Futura pretendeu primeiramente verificar a efetividade das injeções criadas da etapa de evaporação das nuvens e posteriormente verificar a existência de ramificações negativas.



## 5.1 CONSTRUÇÃO DAS NUVENS

O processo anterior forneceu as bases pelas quais as nuvens foram desenvolvidas. Além de identificar as causas básicas usadas para o desenvolvimento das injeções, estas ainda foram classificadas em dimensões. Tais dimensões auxiliaram na estratificação dos conflitos, pois as colocaram sobre uma mesma base de análise, visto que o nível de detalhamento às diferenciavam. As causas básicas classificadas em dimensões podem ser visualizadas no Quadro 15.

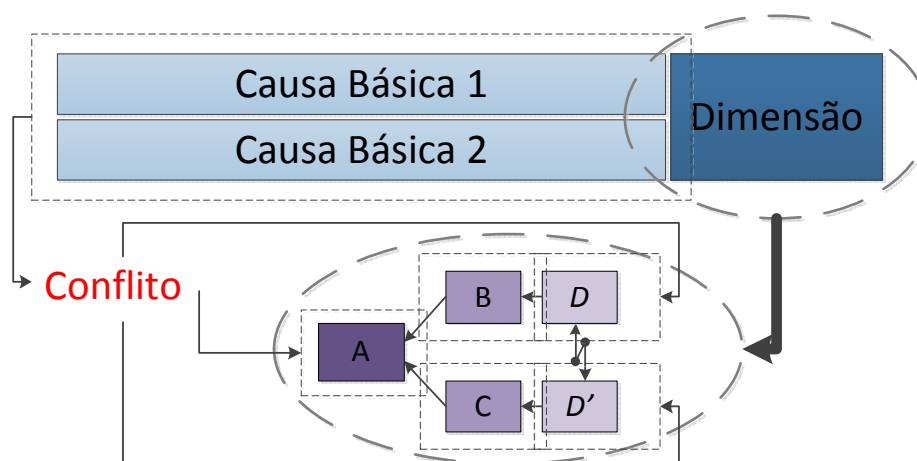
Quadro 15 – Causas básicas analisadas

Causas Básicas Internas	Dimensão
33-Líderes e funcionários da empresa detentora do modelo não conhecem (ou conhecem pouco) de simulação;	Conhecimento da ferramenta
92*É baixa a qualificação da equipe condutora do processo de modelagem	Desenvolvimento do sistema
45*Os participantes do projeto têm uma elevada demanda de suas funções na empresa	Liberação de funcionários
94* O banco de dados não é estruturado	Estruturação do banco de dados
70-O custo é elevado para manter uma equipe especializada em simulação na empresa detentora do modelo;	Viabilização da Manutenção
103*Há a falta de documentação dos processos que envolvem o modelo;	Documentação
53-O custo é elevado (tempo, pessoas,...) para manter os dados atualizados;	Viabilização da Manutenção

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Cada dimensão identificada foi analisada em nível de causa básica, para então criar as seis diferentes nuvens. Como unidades de apoio, para este processo, foram utilizados, o referencial bibliográfico e os insights do pesquisador. O processo de construção das nuvens foi realizado pelo pesquisador, seguindo a lógica da Figura 19.

Figura 19 - Processo de construção das nuvens



Fonte: Elaborado pelo Autor.

A dimensão estimulou a criação de uma nuvem. Ela explicitou um contexto em que há um conflito no sistema analisado. As causas básicas, por sua vez, evidenciaram qual é exatamente o conflito existente neste contexto. Segundo Dettmer (1997) existem várias formas de explicitação dos conflitos por meio das causas básicas, visto que se pode atuar diretamente ou indiretamente na causa básica. Uma possibilidade foi verificar se o antônimo da causa básica pode ser o objetivo comum do conflito (A). Outra forma foi verificar se a causa básica gerou o conflito através de um dos pré-requisitos (D ou D’).

Estas nuvens, que são apresentadas a partir das próximas seções, foram partes fundamentais do processo de mudança, pois explicitaram os conflitos existentes no sistema que causavam o problema central da pesquisa.

### 5.1.1 Nuvem referente à liberação dos funcionários

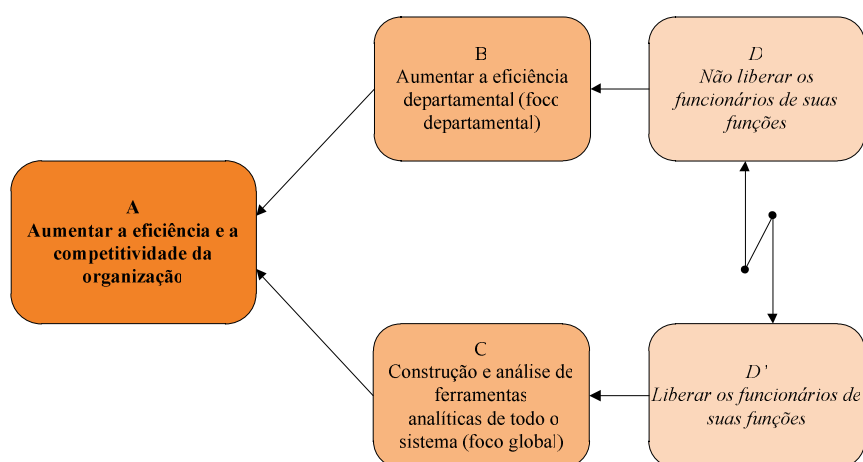
A dimensão de liberação dos funcionários referiu-se ao processo de desenvolvimento do modelo. Na fase anterior da pesquisa, foi possível verificar na ARA como este processo de desenvolvimento do modelo impacta diretamente na manutenção do mesmo. A forma como este sistema é desenvolvido garante, sobretudo, a credibilidade ao projeto.

Assim, para que o modelo de simulação ganhe credibilidade e seja “acreditado”, este deve ser construído de forma adequada, a partir da ajuda dos conhecedores do sistema. Esta nuvem surgiu da seguinte causa básica (CB):

*CB 45 - Os participantes do projeto têm uma elevada demanda de suas funções na empresa*

Nota-se, que o objetivo da elevada demanda de suas funções é aumento de eficiência e competitividade da organização e o conflito está vinculado à liberação ou não liberação dos funcionários para a construção de ferramentas analíticas de todo o sistema. Em outras palavras, o conflito está ligado indiretamente no objetivo comum A, pois o motivo de haver alta demanda em suas funções é o foco em aumentar a eficiência da organização. A Figura 20 apresenta o diagrama construído.

Figura 20 - Nuvem referente à liberação dos funcionários



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Uma forma de manter a empresa competitiva e eficiente é liberar os funcionários de suas funções para construir ferramentas analíticas capazes de analisar todo o sistema. Outra possibilidade é o aumento da eficiência departamental, que é condicionado pela não liberação dos funcionários de suas funções na empresa. Este conflito se alicerçou na maneira como os funcionários são medidos: localmente ou globalmente. A próxima nuvem evidencia o conflito referente ao desenvolvimento do modelo.

### 5.1.2 Nuvem referente ao desenvolvimento do sistema

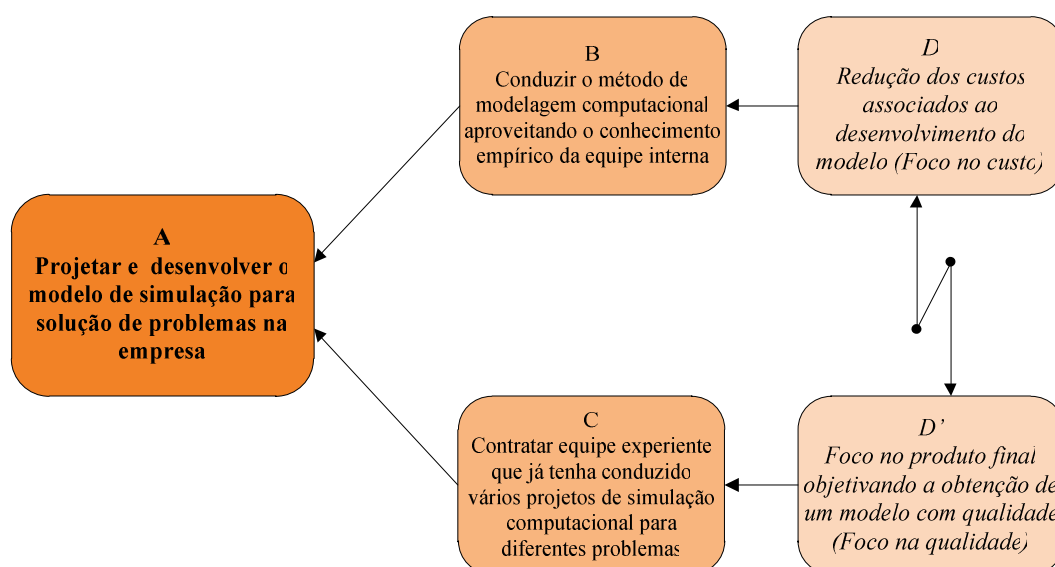
Como já foi referido na nuvem anterior, o desenvolvimento do sistema é um fator essencial no que tange à manutenção do mesmo. Para estratificar o conflito existente, diretamente nesta dimensão, examinou-se a seguinte causa básica:

*CB 92 É baixa a qualificação da equipe condutora do processo de modelagem*

Uma das possibilidades para o desenvolvimento de um modelo de simulação computacional é contratar uma equipe experiente que conheça o processo de simulação computacional e que tenha conduzido vários projetos. Esta possibilidade está vinculada ao foco na qualidade. Outra forma de desenvolver um modelo de simulação é utilizar o conhecimento empírico presente na empresa. O foco no custo relativo à realização do projeto sustenta-se sobre esta possibilidade.

Conforme Figura 21, nota-se que a causa básica está ligada ao pré-requisito (D), pois o foco no custo pode comprometer a qualidade da condução do processo de modelagem formando, assim, um conflito.

Figura 21 - Nuvem referente ao desenvolvimento do sistema



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Os alicerces deste conflito são os componentes presentes no tradeoff de custo X qualidade. A qualidade da equipe condutora influencia na qualidade final do modelo de simulação e o custo influencia na viabilidade do projeto.

Questões estruturais como o banco de dados também tiveram que ser consideradas para o desenvolvimento do modelo.

### 5.1.3 Nuvem referente à estruturação do banco de dados

Para se construir e, principalmente, garantir a longevidade funcional do modelo de simulação computacional, necessita-se de uma base de dados confiável. Esta confiabilidade

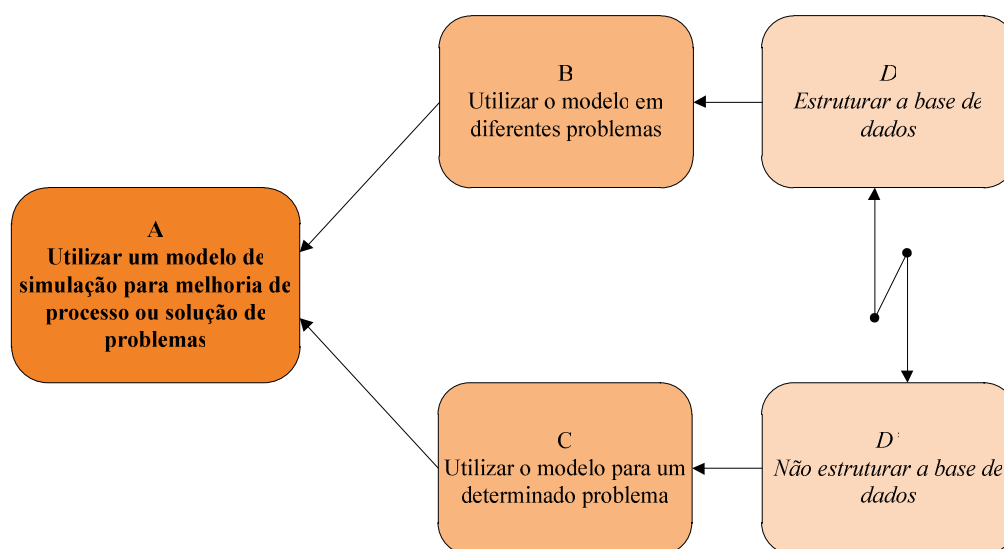
versa sobre um processo de estruturação da base de dados, onde os mesmos são coletados e tratados automaticamente para constante atualização durante o período de funcionamento do modelo.

A causa básica referente à construção da nuvem foi:

*CB 94 O banco de dados não é estruturado*

A Figura 22 evidencia que, da mesma forma que a nuvem anterior, a causa básica está presente em um dos pré-requisitos do diagrama (D').

Figura 22 - Nuvem referente ao desenvolvimento do sistema



Fonte: Elaborado pelo Autor.

O conflito existente, nesta nuvem, reside nos objetivos do projeto, pois caso este seja direcionado para a reutilização do modelo, necessita-se de uma estruturação da base de dados, visto que a constante atualização confere confiabilidade ao modelo. Contrariamente, o modelo poderia ser desenvolvido apenas para uma situação específica não necessitando, assim, tal estruturação. Esta estrutura que garante confiabilidade dos dados é necessária, visto que é a partir desta, que o modelo é acreditado pelos tomadores de decisão da empresa.

Estas três nuvens iniciais estavam ligadas indiretamente com a manutenção do modelo, mas a partir da próxima, esta questão foi tratada de forma direta.

#### 5.1.4 Nuvem referente à manutenção do sistema

Esta foi a nuvem mais correlata com o problema estudado na pesquisa, pois descreve diretamente as questões vinculadas à longevidade funcional dos modelos de simulação. Primeiramente, foi desenvolvida uma nuvem através das causas básicas provindas do desconhecimento dos profissionais da empresa e uma nuvem referente à viabilidade de manutenção de uma equipe responsável pelos modelos de simulação computacional na empresa.

Como estas estavam semelhantes, pois compartilhavam das mesmas características, optou-se apenas por uma (viabilidade de manutenção), visto que a causa básica referente ao desconhecimento dos funcionários, acerca da ferramenta, está contido de forma indireta no conflito de viabilidade. Portanto, a nuvem alusiva à manutenção do modelo envolveu aspectos referentes ao conhecimento da ferramenta e viabilidade do ponto de vista financeiro.

A nuvem emergiu das seguintes causas básicas:

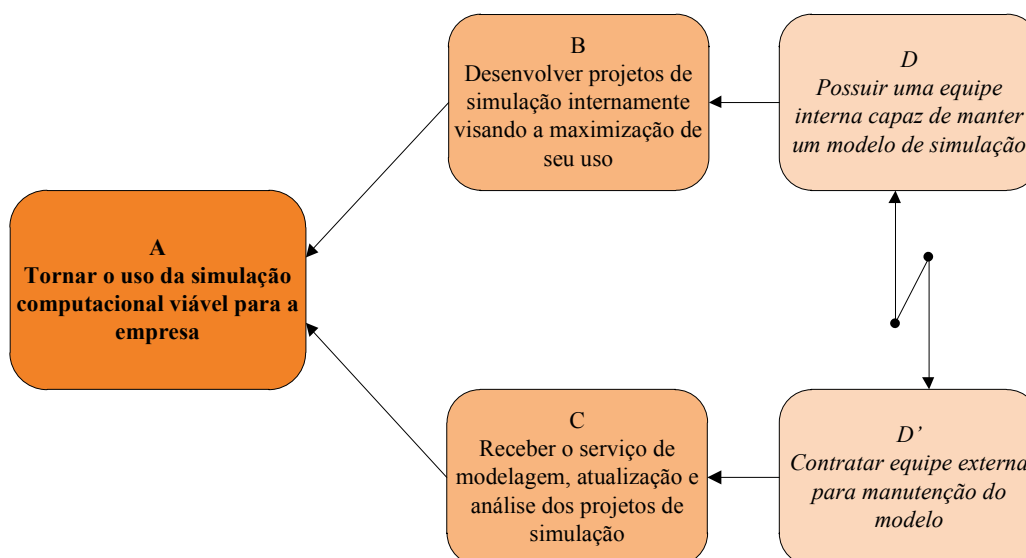
*CB 53 O custo é elevado (tempo, pessoas,...) para manter os dados atualizados*

*CB 70 O custo é elevado para manter uma equipe especializada em simulação na empresa detentora do modelo*

*CB 33 Líderes e funcionários da empresa detentora do modelo não conhecem (ou conhecem pouco) de simulação*

As causas básicas referentes aos custos de manutenção inter-relacionam-se com o objetivo comum, pois estes são causadores de inviabilidade econômica para o processo. Nota-se que a causa básica que perpassa sobre o desconhecimento dos funcionários está presente de forma indireta no pré-requisito (D), no sentido de existirem pessoas capacitadas para o desenvolvimento de projetos (demanda para o modelo) e manter o modelo atualizado. A Figura 23 evidencia o conflito presente nesta nuvem.

Figura 23 - Nuvem referente à manutenção do sistema



Fonte: Elaborado pelo Autor.

O objetivo comum da nuvem é a viabilidade que se manifesta através de uma equação de projetos desenvolvidos e custos associados ao mesmo. Existem duas possibilidades para tornar o projeto viável. Por um lado, é possível aumentar a viabilidade do modelo através da maximização da utilização da ferramenta que consequentemente aumenta os ganhos da empresa, mas que tem como requisito a necessidade de ter uma equipe interna capaz de manter todos os processos relativos ao modelo. Por outro lado, existe a possibilidade de receber análises prontas, pois desta forma o custo de manutenção seria minimizado. Como requisito, necessita-se que uma equipe externa seja contratada.

O conflito está na contratação de uma equipe externa ou manutenção de uma equipe capaz de manter o modelo internamente. Este conflito emerge de uma decisão voltada para a questão de como manter o modelo de simulação internamente.

A nuvem que tratou da formalização do conhecimento é discutida na próxima seção.

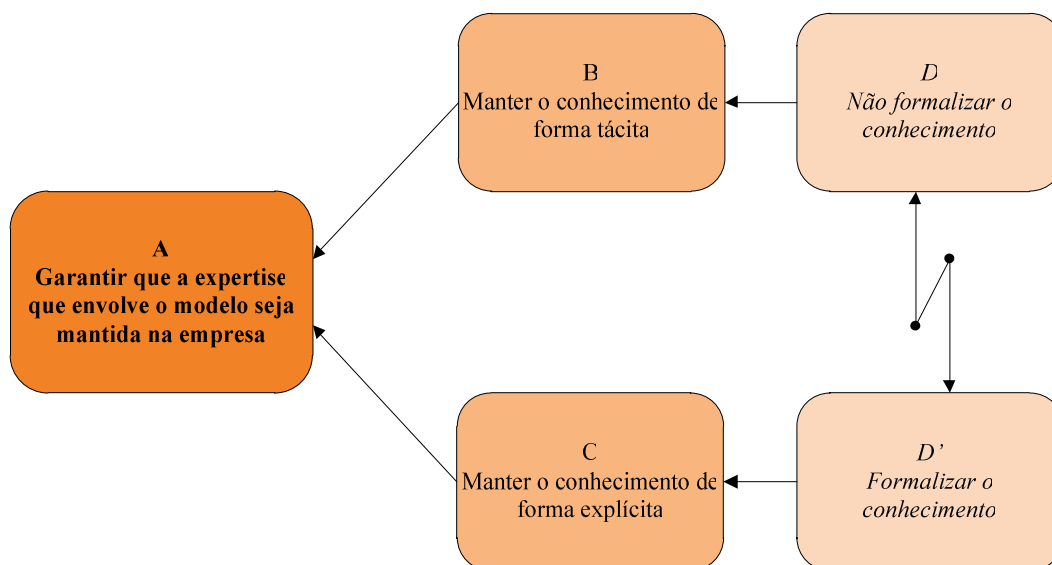
### 5.1.5 Nuvem referente à documentação dos processos de simulação

As questões referentes à documentação são importantes neste processo, pois garantem que o conhecimento seja internalizado na empresa. Esta necessidade de uma adequada gestão do conhecimento existe, não somente, em projetos de simulação computacional, mas também em sistemas ERP, inovações tecnológicas e métodos de solução de problema. A causa básica referente a este aspecto é:

*CD 103 Falta de documentação dos processos que envolvem o modelo*

A causa básica se manifestou, novamente, em forma de objetivo comum do conflito (A). Todas as particularidades da nuvem podem ser visualizadas na Figura 24.

Figura 24 - Nuvem referente à documentação dos processos de simulação



Fonte: Elaborado pelo Autor.

O conflito consiste em manter o conhecimento relativo ao produto/serviço/ inovação na empresa de duas formas: tácita e explícita. Uma forma de manter o conhecimento na empresa de forma explícita é por meio de documentações, que busca, a partir da escrita, explicitar o conhecimento em forma de alertas, dicas, fórmulas, etc. Por outro lado, uma forma de sustentar o conhecimento adquirido é através do conhecimento tácito em que não há explicitação do conhecimento, mas há a manutenção do conhecimento por meio de pessoas conhecedoras do processo.

Estas cinco nuvens foram criadas e em um segundo momento enviadas, por meio de uma carta, para os especialistas. Estes especialistas, foram, então, desafiados a verbalizar os pressupostos ocultos nas relações entre os requisitos, pré-requisitos e objetivo comum de cada nuvem para que as mesmas fossem evaporadas.

## 5.2 EVAPORAÇÃO DAS NUVENS

Nesta fase da pesquisa, os diagramas de nuvens criados foram utilizados para que uma solução para o conflito explicitado, fosse proposta. Foi solicitada a tarefa de verbalizar os



pressupostos das relações entre os requisitos e pré-requisitos dos conflitos aos especialistas. O resultado da atividade pode ser resumido pelo Quadro 16.

Quadro 16 – Resumo do processo de coleta de pressupostos

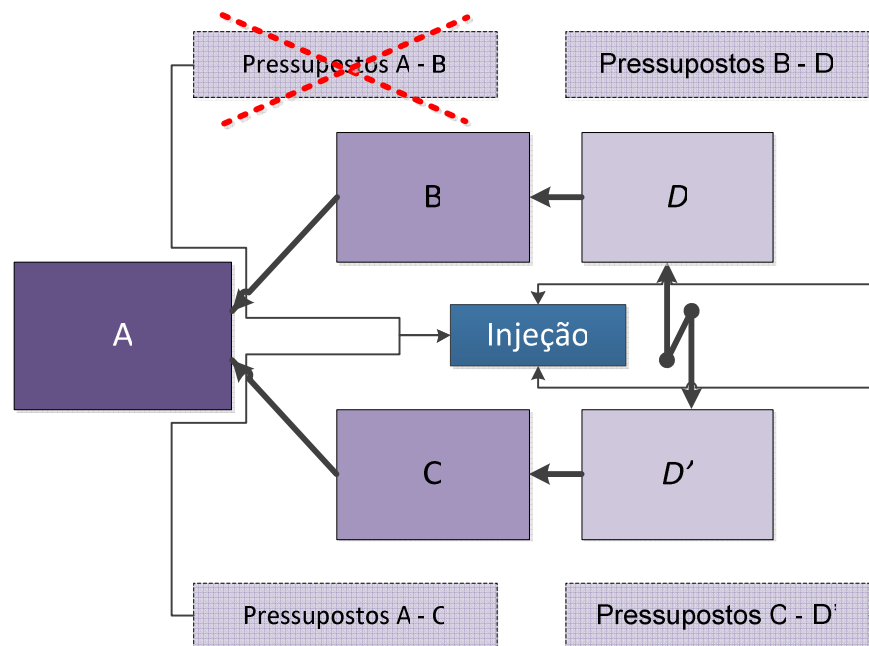
Macro atividade	Atividade	E-mails enviados	Respondidas	Total de Pressupostos	Pressupostos Finais
EN	Pressupostos	16	6	120	96

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Nesta atividade de levantamento dos pressupostos, por parte dos especialistas, foram enviadas as nuvens, criadas na etapa anterior, para 16 especialistas. Destes, 6 retornaram totalizando um total de 120 pressupostos. Como desta totalidade, alguns eram similares, então 24 pressupostos foram excluídos.

Finalmente, com os pressupostos verbalizados por especialistas da área de simulação computacional, partiu-se para a elaboração das injeções, por meio da identificação de pressupostos restritivos. Estas injeções são responsáveis pela solução dos conflitos oriundos do problema central através da invalidação dos pressupostos restritivos.

Figura 25 - Processo de construção das injeções



Fonte: Elaborado pelo Autor.

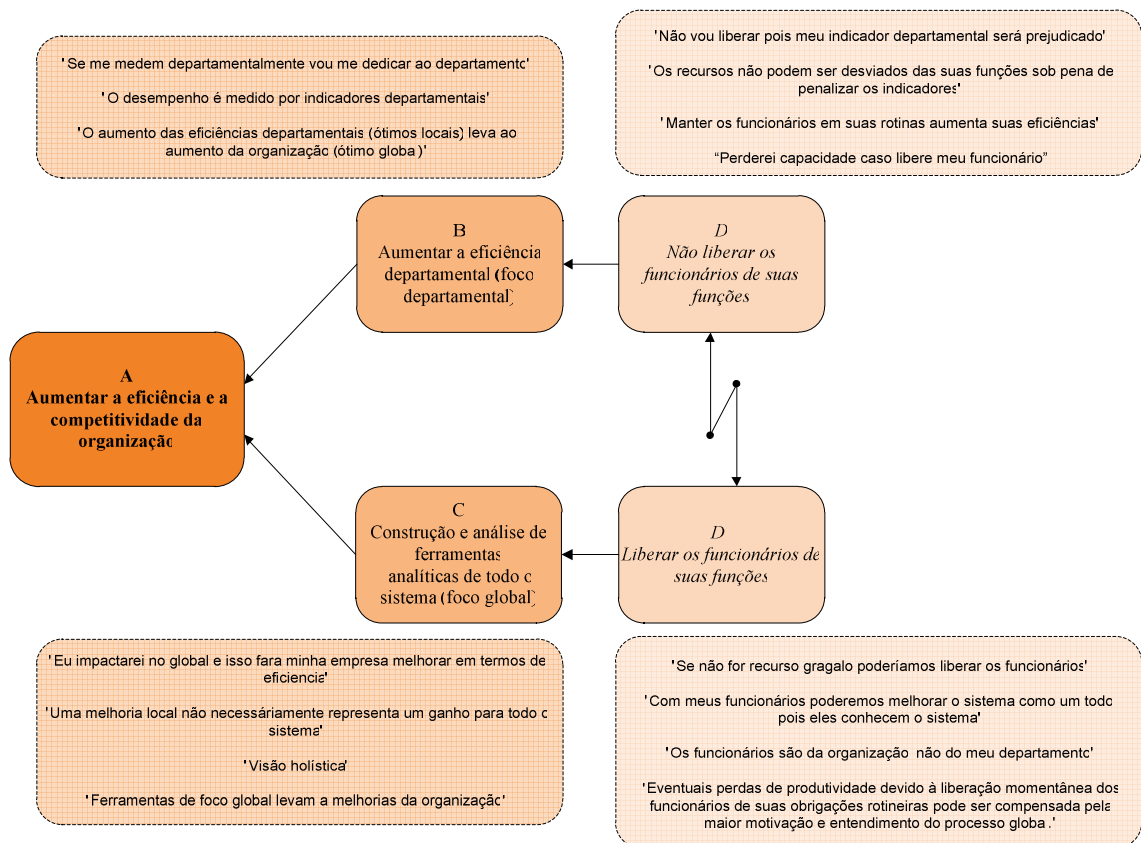
Não foi encontrada nenhuma obra específica de Goldratt que ensine a criar injeções, no entanto, a Figura 25, demonstra como foi o processo criativo de desenvolvimento das mesmas na pesquisa. As injeções emergiram a partir da invalidação dos pressupostos restritivos levantados junto aos especialistas.

Foram criadas então cinco injeções para as cinco nuvens estudadas, a partir dos pressupostos explicitados. Alguns pressupostos foram invalidados e outros contribuíram para esta tarefa essencialmente criativa. Nas próximas seções, primeiramente, os pressupostos envolvidos às relações das nuvens foram explicitados e posteriormente as injeções foram apresentadas.

### 5.2.1 Evaporação da nuvem referente à liberação dos funcionários

O conflito oriundo da forma como os funcionários são medidos está sustentado por vários pressupostos. Desta forma, a Figura 26, os explicita, mirando a organização com interesse em simulação computacional.

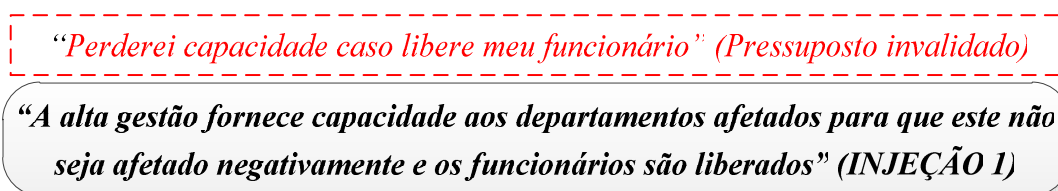
Figura 26 - Pressupostos referentes à liberação dos funcionários



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Para que a solução fosse proposta, necessitou-se que alguns pressupostos restritivos presentes nas relações conflitantes fossem invalidados. Por meio da análise de cada um dos pressupostos, notou-se que gestores de área não liberam o funcionário, porque perdem capacidade com a ausência do mesmo. Como o foco é departamental, metas podem não ser atingidas, além de aumentar a carga horária de trabalho dos demais funcionários. Sendo assim, um pressuposto restritivo, para não liberação dos funcionários estava estritamente ligado com este sentimento e, portanto uma injeção que o invalidasse foi dimensionada. A Figura 27 demonstra o pressuposto restritivo invalidado e a injeção proposta.

Figura 27 - Injeção referente à liberação dos funcionários



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Sendo assim, acredita-se que os motivos, pelos quais os funcionários não são liberados de suas funções, são invalidados e a participação destes se torna possível, pois é fornecida capacidade extra aos departamentos afetados com a ausência do funcionário. A partir desta solução, os funcionários podem participar de forma interessada e pró ativa do desenvolvimento do modelo de simulação computacional de forma a garantir a longevidade funcional do mesmo. A próxima seção preocupou-se em resolver o impasse relativo ao desenvolvimento da ferramenta propriamente dito.

### **5.2.2 Evaporação da nuvem referente ao desenvolvimento do sistema**

Os pressupostos da nuvem que explicitou o conflito de desenvolvimento da ferramenta, podem ser visualizados na Figura 28.

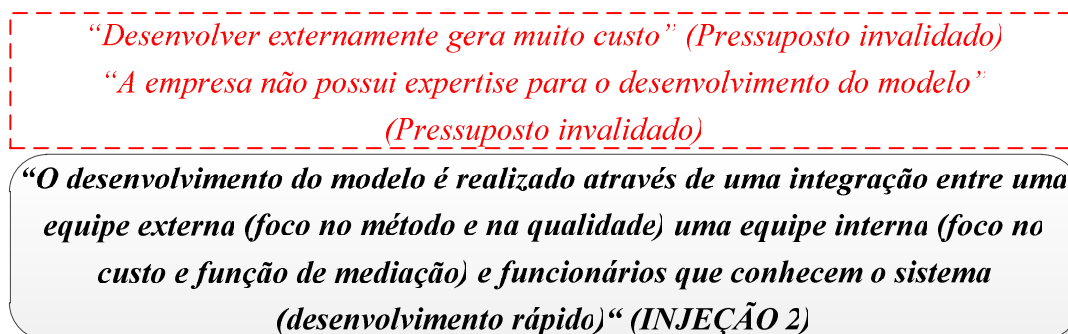
Figura 28 - Pressupostos referentes ao desenvolvimento do sistema



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Os pressupostos analisados transcorreram sobre duas ideias bem distintas. Por um lado, os pressupostos perpassam os custos e as condições internas para o desenvolvimento do sistema, por outro, a qualidade e a não capacidade interna de desenvolvimento. Considerando que a construção deve, inevitavelmente, utilizar a expertise interna para que o modelo seja corretamente dimensionado e que equipes externas experientes possuem maior desenvoltura no processo de desenvolvimento tornando-o mais rápido e eficiente e, portanto minimizando custos, dois pressupostos foram invalidados por meio da seguinte injeção:

Figura 29 - Injeção referente ao desenvolvimento do sistema



Fonte: Elaborado pelo Autor.

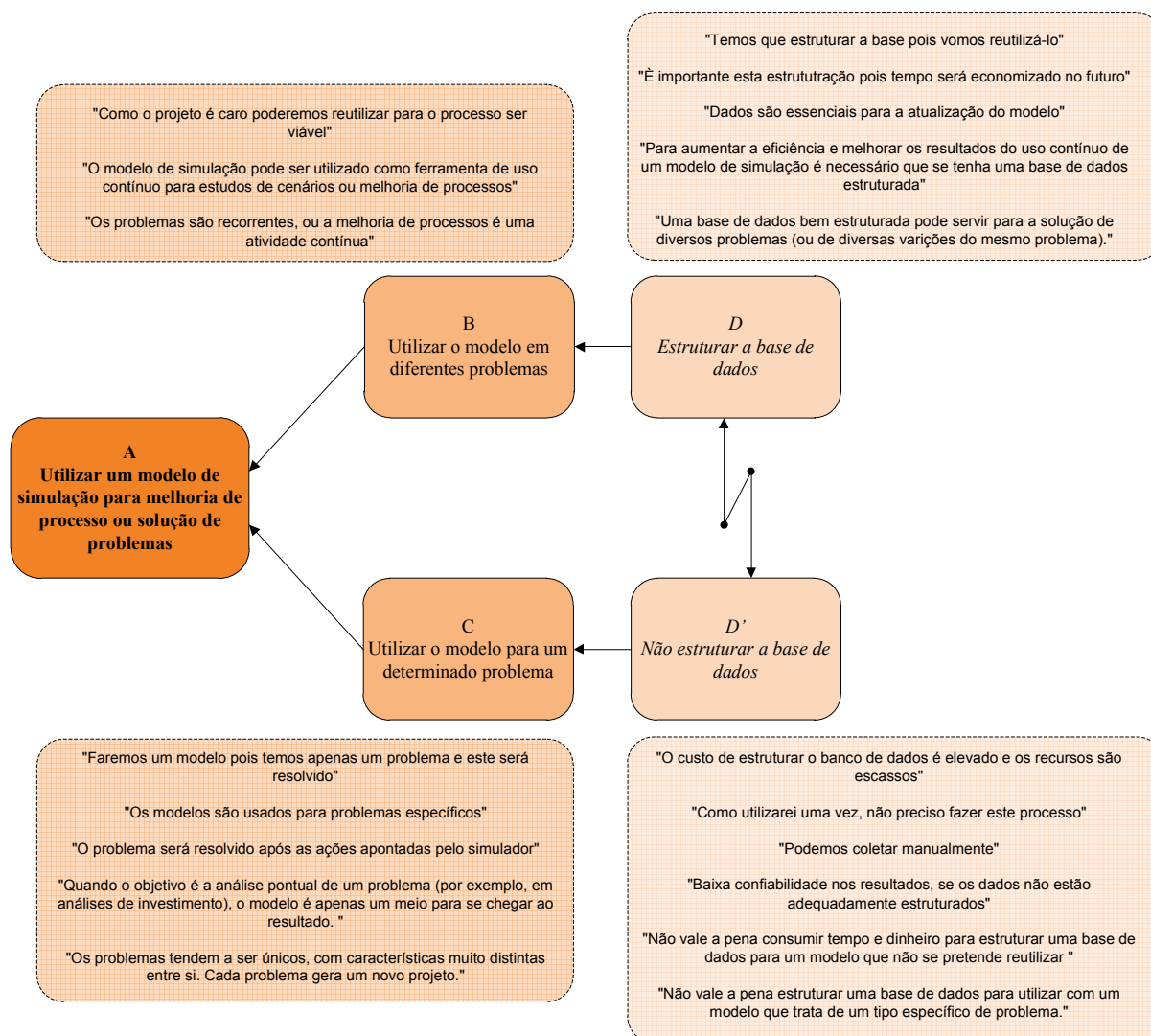
A definição dos papéis dos participantes do projeto foi a injeção para esta estrutura conflitante. Entende-se que o processo passa a ter um foco na qualidade e que o preço de desenvolvimento é minimizado, à medida que uma equipe externa conhecedora do processo de simulação computacional conduz o processo e os funcionários proporcionam um desenvolvimento rápido por meio de sua participação nas reuniões de formalização do sistema.

A integração entre as duas partes torna o processo de desenvolvimento rápido com foco na qualidade. Desta forma, entende-se que o modelo poderá ser acreditado e consequentemente estará pronto para a posterior manutenção. A próxima seção aborda a estrutura de banco de dados para o modelo.

### 5.2.3 Evaporação da nuvem referente à estruturação do banco de dados

A estrutura conflitante desta seção versou o banco de dados cuja composição deve ser estruturada ou não. Esta situação, juntamente com seus pressupostos, pode ser visualizada na Figura 30.

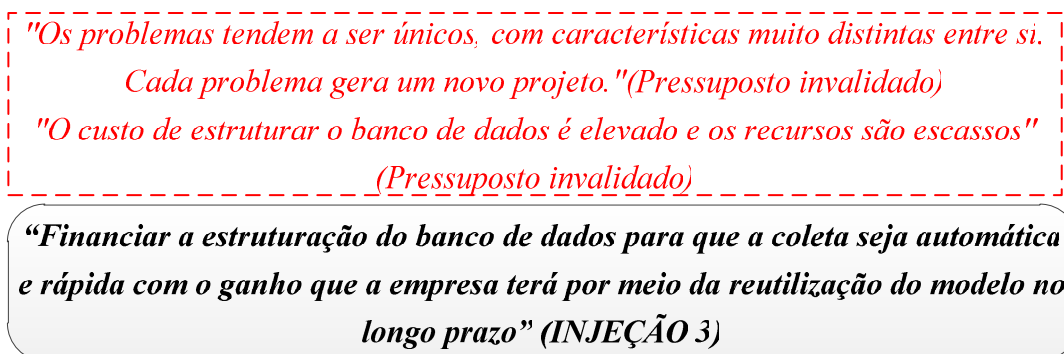
Figura 30 - Pressupostos referentes à estruturação do banco de dados



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Evidenciou-se nos pressupostos que esta decisão está muito mais vinculada ao objetivo da construção do modelo do que com uma questão paradigmática. Como o objetivo da pesquisa é estudar modelos de simulação passíveis de serem reutilizados, necessita-se que pressupostos vinculados à ideia de que o mesmo só pode ser utilizado para problemas específicos, devem ser invalidados a partir de uma ideia de reutilização. Os custos de estruturação, realmente, podem ser elevados, mas propõe-se nesta estrutura conflitante, uma nova possibilidade de compensação de custos. Sendo assim, foram invalidados os seguintes pressupostos:

Figura 31 - Injeção referente à estruturação do banco de dados



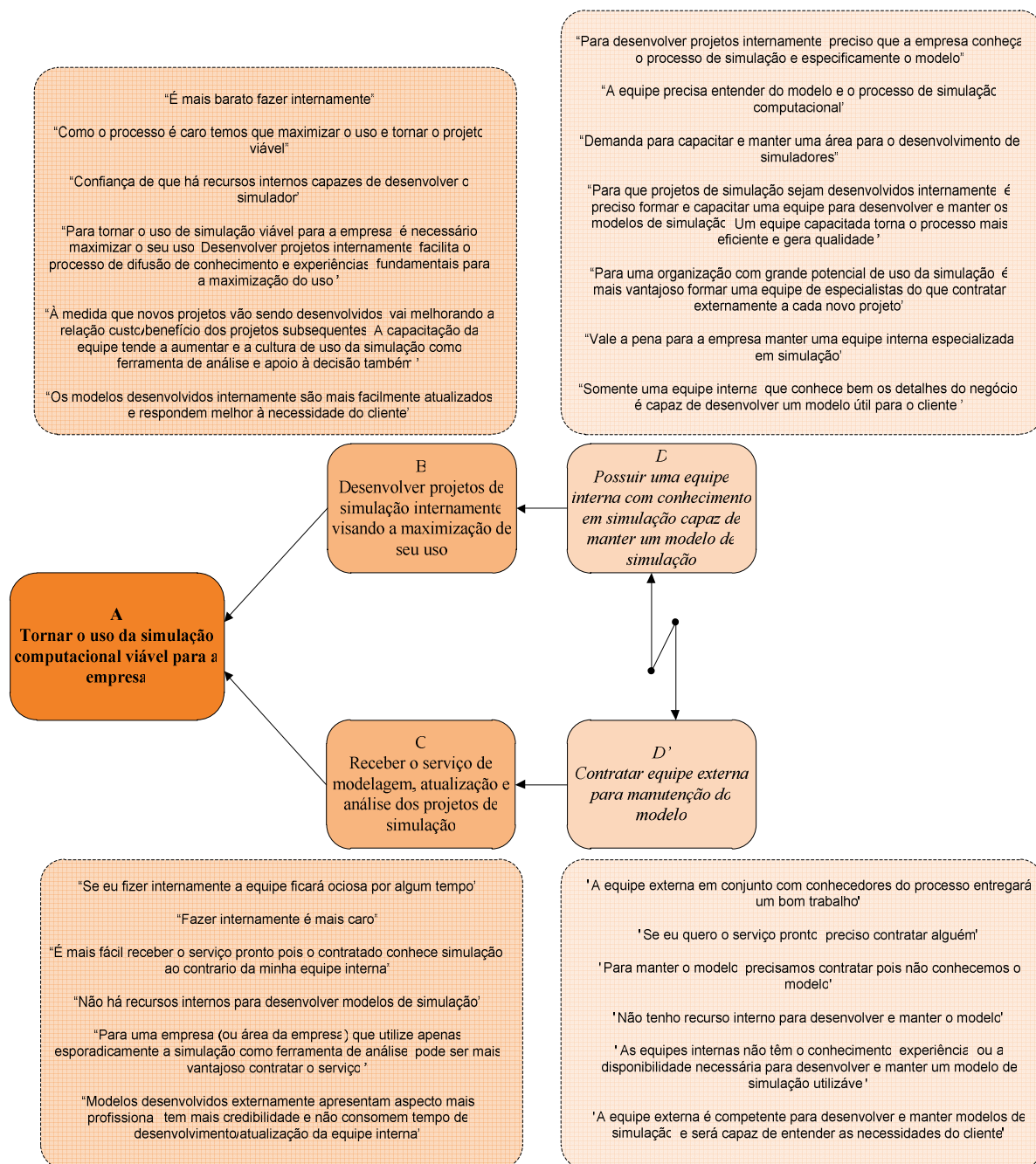
Fonte: Elaborado pelo Autor.

Esta injeção propõe que o custo de estruturação, que segundo especialistas é elevado, seja pago a longo prazo, já que o modelo será reutilizado para diferentes projetos de melhoria de processos da empresa. Desta forma, tal estruturação torna-se viável e factível, do ponto de vista financeiro, já que será reutilizado a longo prazo. O banco de dados estruturado, além de conferir confiabilidade aos dados, também fornecerá agilidade no período de coleta de dados que é um processo, muitas vezes, manual e lento. À medida que o modelo é desenvolvido é necessária a preocupação com a solução dos conflitos referentes à manutenção do sistema.

#### **5.2.4 Evaporação da nuvem referente à manutenção do sistema**

A evaporação da nuvem de manutenção do sistema foi iniciada com a definição dos pressupostos que alicerçam as relações da nuvem conflitante. Esta pode ser visualizada na Figura 32.

Figura 32 - Pressupostos referentes à manutenção do sistema



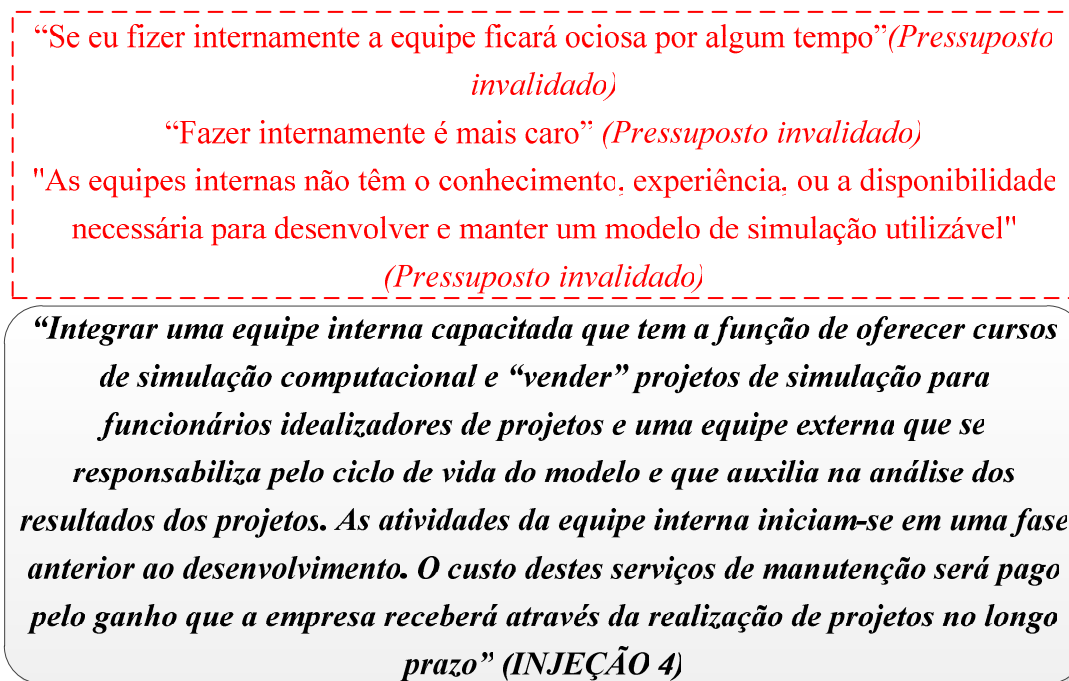
Fonte: Elaborado pelo Autor.

Foi notável na leitura de todos os pressupostos, a preocupação com a estrutura interna que pode ser inadequada, a falta de conhecimento tanto de uma equipe interna quanto dos funcionários para a manutenção do modelo, a realização de projetos e o preço tanto em termos financeiros quanto de recursos humanos para a realização desta tarefa de manutenção. Para esta situação, existe uma solução que envolve a integração da equipe interna e externa. A



injeção proposta, juntamente com os pressupostos invalidados, pode ser visualizada na Figura 33.

Figura 33 - Injeção referente à manutenção do sistema



Fonte: Elaborado pelo Autor.

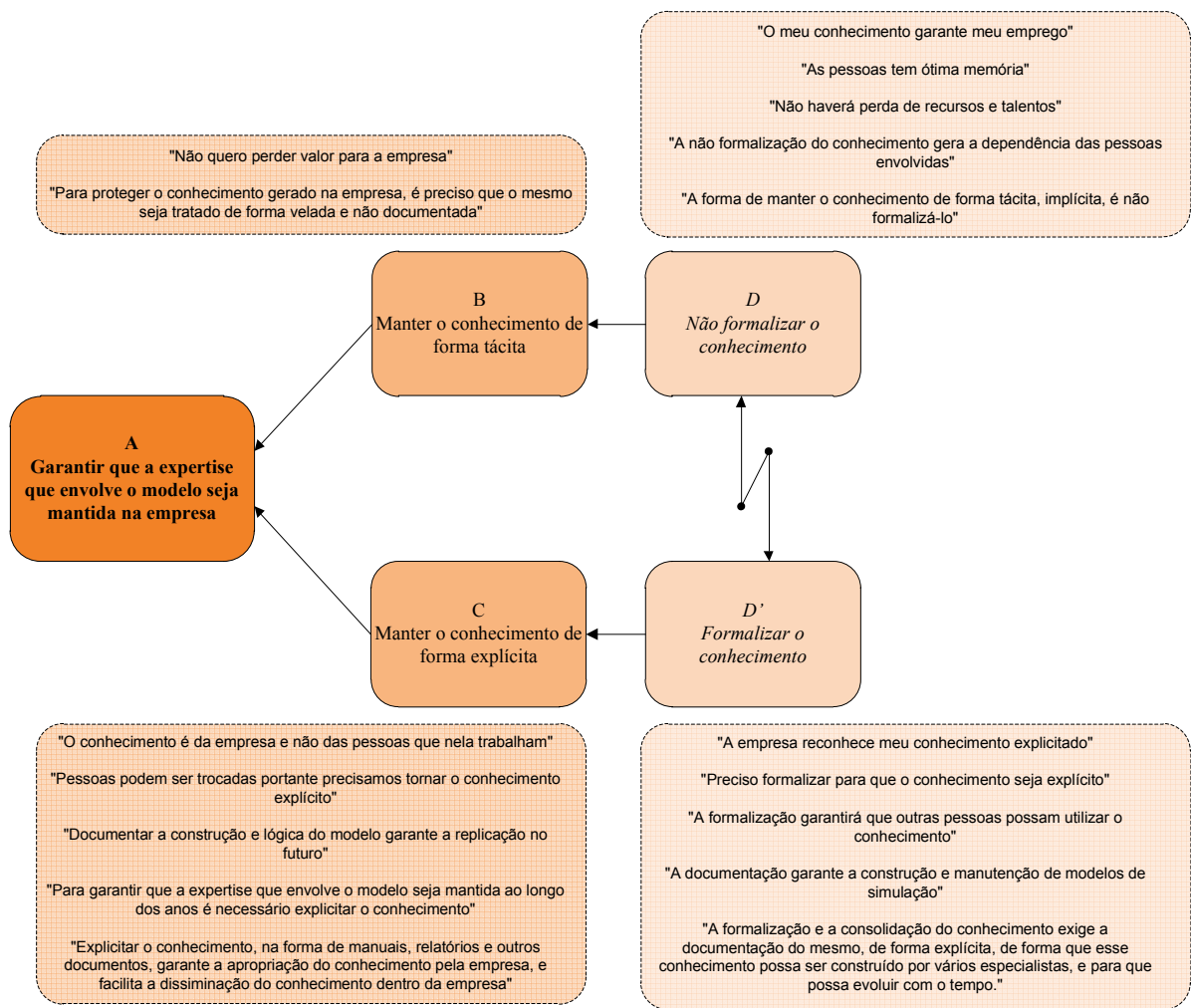
A equipe interna fica responsável pela promoção e capacitação do modelo de simulação internamente. Treinamentos e fóruns são oferecidos para que o pessoal interno (funcionários de diferentes departamentos industriais) intensifique o entendimento acerca da ferramenta, de forma a compreender a tecnologia e as potencialidades da ferramenta, e, por conseguinte, do modelo criado. Assim, esta equipe não fica ociosa e ainda tem papel fundamental na manutenção do modelo a longo prazo. Por meio da injeção proposta, o custo de manutenção pode ser pago com o ganho que os projetos poderão proporcionar à empresa. Acredita-se que assim, os pressupostos restritivos, possam ser invalidados.

O conflito referente à documentação interna também necessita ser resolvido para que a manutenção do conhecimento, relativo ao modelo, seja totalmente internalizado.

### 5.2.5 Evaporação da nuvem referente à documentação dos processos de simulação

A Figura 34 sintetizou os pressupostos do conflito referente à formalização do conhecimento.

Figura 34 - Pressupostos referentes à documentação dos processos de simulação



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Os pressupostos envolvidos nesta estrutura simplificam a sustentação do conflito. Os funcionários tendem a não formalizar o conhecimento por entenderem que perderão o valor para a empresa, caso este seja documentado. Este pressuposto está presente não somente em situações que envolvem documentações de modelos de simulação computacional, mas também em qualquer aplicação de tecnologias, em que funcionários adquirem conhecimento e

não o compartilham. Para que uma solução fosse proposta, exatamente o pressuposto em que os funcionários evidenciam o medo de perder valor na empresa, teve que ser invalidado. A proposta para tal conflito, conforme, Figura 35, garante que os departamentos/funcionários, inclusive, ganhem um bônus pela documentação, e, portanto se tornem valorizados pela empresa. Entendem-se departamentos/funcionários como os funcionários da empresa de um determinado departamento que receberão bônus por documentarem adequadamente os projetos realizados no modelo de simulação computacional

Figura 35 - Injeção referente à documentação dos processos de simulação

*"Não quero perder valor para a empresa" (Pressuposto invalidado)*

*“A equipe externa recebe pelos serviços contratados a medida que entrega a documentação dos processos referentes ao sistema e a documentação interna é incentivada por cursos (equipe interna), e um bônus (equipe interna e departamentos/funcionários), vinculado ao ganho da empresa, caso este esteja totalmente concluído (planejamento, execução, análise e documentação)”*

**(INJEÇÃO 5)**

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Para que esta total formalização seja efetivada propõe-se o incentivo a cursos, pois assim, a equipe interna sempre estará atualizada de forma a garantir valor junto à empresa. Contribuindo para este compartilhamento através da formalização do conhecimento oriundo das rodadas de simulação, estrutura do modelo e sistema modelado, a empresa institui um bônus para estes mesmos participantes (equipe interna e departamentos/funcionários). Acredita-se que desta forma, estes passariam a contribuir com a documentação de todos os aspectos referentes ao modelo de simulação computacional. A entrega de documentação da equipe externa é condiciona ao pagamento pelo serviço por parte da empresa. Acredita-se que assim o impasse do processo de formalização do conhecimento seja resolvido. Estas foram as injeções propostas para cada uma das nuvens conflitantes. O Quadro 17 resume como ocorreu a evaporação de cada uma das nuvens.

Quadro 17 – Resumo do processo de evaporação das nuvens

Nuvem	Causa Básica	Injeção
Liberação dos funcionários	45*Os participantes do projeto têm uma elevada demanda de suas funções na empresa	“A alta gestão fornece capacidade aos departamentos afetados para que este não seja afetado negativamente e os funcionários são liberados” (INJEÇÃO 1)
Desenvolvimento do sistema	92*É a baixa qualificação da equipe condutora do processo de modelagem	“O desenvolvimento do modelo é realizado através de uma integração entre uma equipe externa (foco no método e na qualidade) uma equipe interna (foco no custo e função de mediação) e funcionários que conhecem o sistema (desenvolvimento rápido)” (INJEÇÃO 2)
Estruturação do banco de dados	94* O banco de dados não é estruturado	“Financiar a estruturação do banco de dados para que a coleta seja automática e rápida com o ganho que a empresa terá por meio da reutilização do modelo no longo prazo” (INJEÇÃO 3)
Manutenção do sistema	33-Líderes e funcionários da empresa detentora do modelo não conhecem (ou conhecem pouco) simulação	“Integrar uma equipe interna capacitada que tem a função de oferecer cursos de simulação computacional e “vender” projetos de simulação para funcionários idealizadores de projetos e uma equipe interna que se responsabiliza pelo ciclo de vida do modelo e que auxilia na análise dos resultados dos projetos. As atividades da equipe interna iniciam-se em uma fase anterior ao desenvolvimento. O custo destes serviços de manutenção será pago pelo ganho que a empresa receberá através da realização de projetos no longo prazo” (INJEÇÃO 4)
	70-O custo é elevado para manter uma equipe especializada em simulação na empresa detentora do modelo	
	53-O custo é elevado (tempo, pessoas,...) para manter os dados atualizados	
Documentação dos processos de simulação	103*Há a falta de documentação dos processos que envolvem o modelo	“A equipe externa recebe pelos serviços contratados a medida que entrega a documentação dos processos referentes ao sistema e a documentação interna é incentivada por cursos (equipe interna), e um bônus (equipe interna e departamentos/funcionários), vinculado ao ganho da empresa, caso este esteja totalmente concluído (planejamento, execução, análise e documentação)” (INJEÇÃO 5)

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Este quadro pode ser considerado como o produto desta fase de evaporação das nuvens. Nas próximas fases do Processo de Pensamento, cada uma das injeções foi analisada profundamente.

Com as injeções construídas, precisou-se ter a certeza de que estas fossem efetivas e que não causassem ramificações negativas. Recomendam-se injeções complementares para os casos em que ramificações negativas são identificadas.

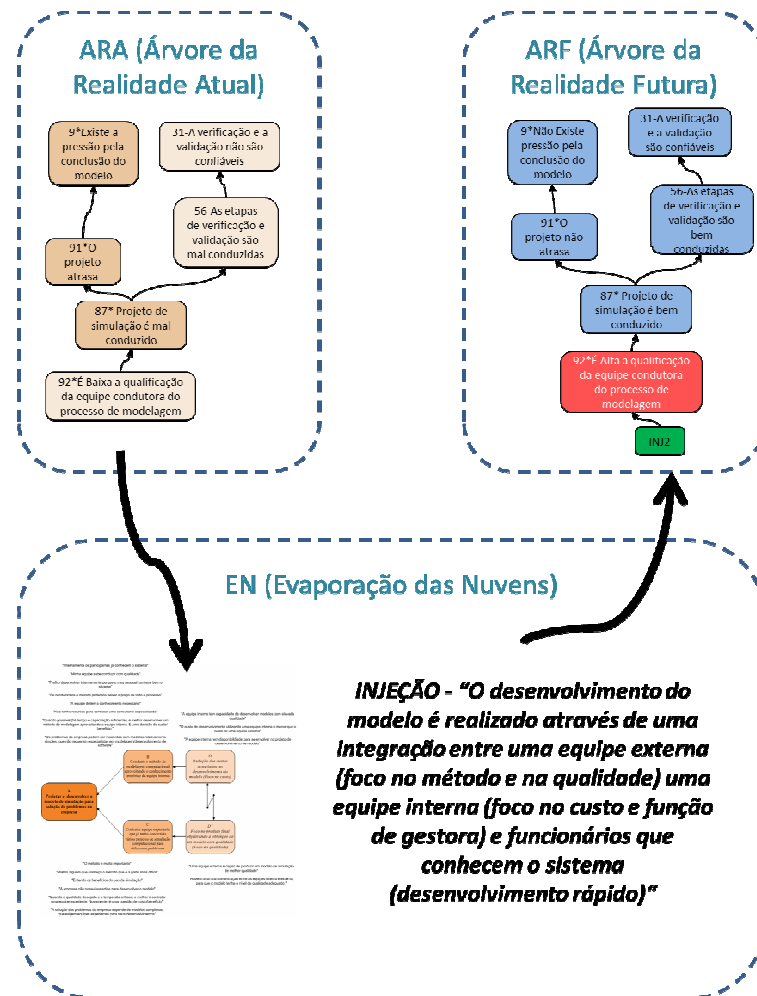
### 5.3 CONSTRUÇÃO DA ÁRVORE DA REALIDADE FUTURA

Todas as injeções desenvolvidas tiveram que ser testadas na Árvore de Realidade Futura. Esta ferramenta permitiu identificações de ramificações negativas, ou seja, situações em que uma determinada injeção neutraliza uma dada causa básica, mas paralelamente causa uma ramificação de efeitos indesejados que corroboram com o problema central. Estas ramificações negativas precisaram ser identificadas e posteriormente eliminadas com a adição de novas injeções.

Primeiramente a Árvore da Realidade Futura foi construída e posteriormente analisada. O processo de construção da realidade futura consistiu na identificação da capacidade de solução do problema central através das injeções criadas no processo anterior.

O processo versou sobre a verificação de como a ARA se comporta após a adição da injeção criada nas causas básicas que motivaram a criação das mesmas. No momento em que a injeção é adicionada à causa básica, ocorre um encadeamento de transformações de efeitos indesejados em efeitos desejados. A Figura 36 exhibe como esta etapa transcorreu na pesquisa.

Figura 36 - Processo de construção da ARF

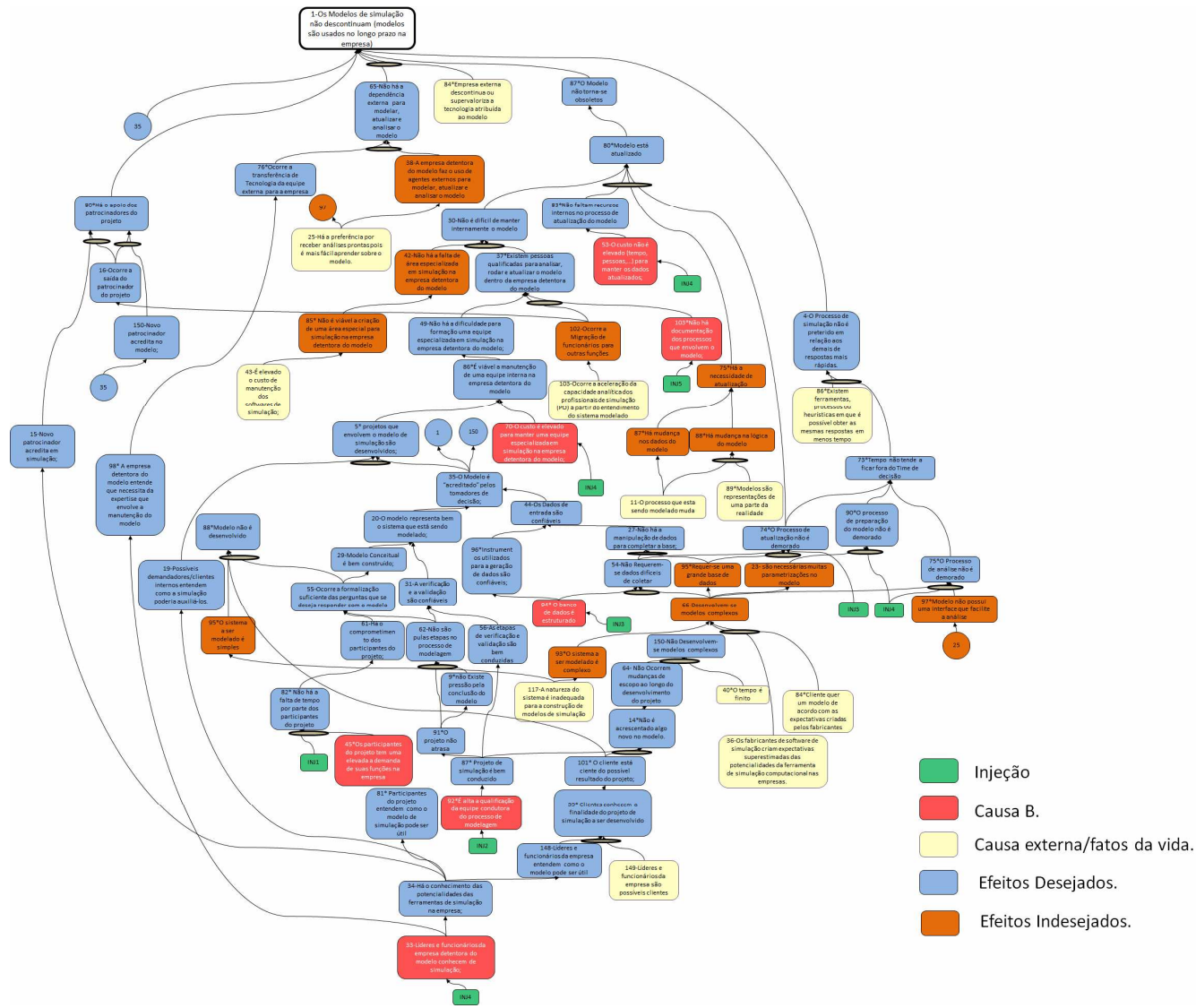


Fonte: Elaborado pelo Autor.

Este exemplo é um segmento da ARA que trata da baixa qualificação da equipe condutora. Embora não esteja completa, esta Figura 36 exemplifica o que foi efetivamente feito em toda a ARA para que a ARF fosse também concluída.

Após a construção constatou-se que a ARF foi eficaz, pois mitigou o problema central da pesquisa que é a descontinuação dos modelos de simulação. Na Figura 37 é possível visualizar a ARF com as causas básicas, causas externas/ fatos da vida, efeitos desejados e injeções.

Figura 37 – ARF Final



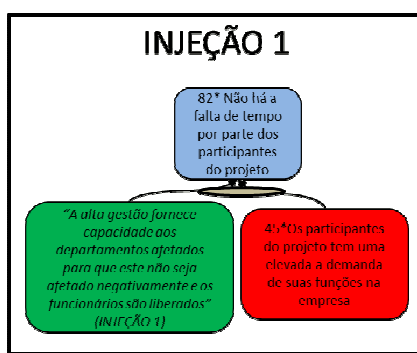
Fonte: Elaborado pelo Autor.

As próximas seções apresentam como cada injeção afetou a causa básica e os efeitos indesejados de primeiro nível de relação de causa e efeito.

### 5.3.1 Aplicação da Injeção 1 (Liberação dos funcionários)

A injeção desenvolvida para a solução do impasse referente à liberação dos funcionários foi utilizada em uma das causas básicas identificadas pela ARA, conforme Figura 38.

Figura 38 - Aplicação da Injeção 1 na ARF



Fonte: Elaborado pelo Autor.

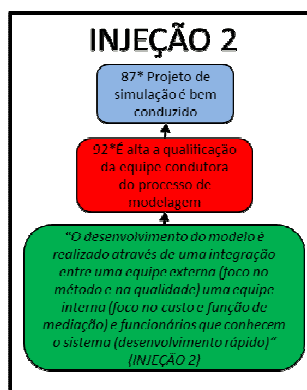
Como pode ser visualizado, a presença da injeção 1, juntamente com efeito indesejado que explicita a alta demanda dos funcionários, resultou em um efeito desejado em que não há falta de tempo por parte dos participantes dos projetos. Sendo assim, os funcionários podem participar do desenvolvimento do mesmo de forma adequada. A próxima seção demonstra como a injeção 2 alterou os efeitos indesejados

### 5.3.2 Aplicação da Injeção 2 (Desenvolvimento do Modelo)

A aplicação desta injeção, conforme Figura 39, já foi utilizada para exemplificação da dinâmica entre a ARA, EN e ARF.



Figura 39 - Aplicação da Injeção 2 na ARF



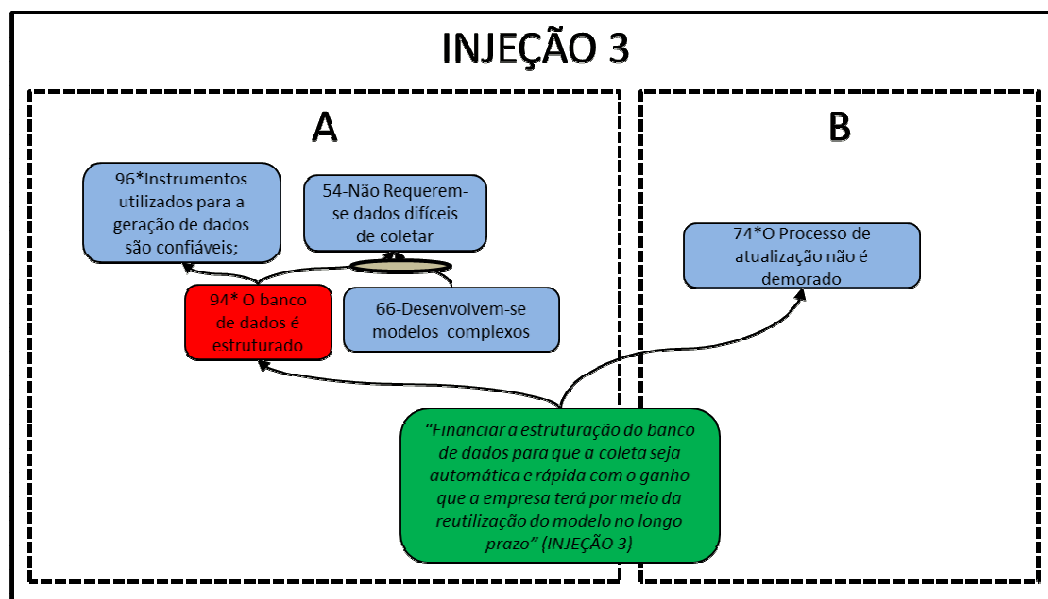
Fonte: Elaborado pelo Autor.

Com a inserção de uma injeção referente ao desenvolvimento do modelo, transformou-se o efeito indesejado, referente à baixa qualidade da equipe condutora do método, em um efeito desejado, que qualifica positivamente a equipe. Como consequência desta transformação, os projetos de simulação são bem conduzidos, o que impacta positivamente em todos os efeitos indesejados relativos ao desenvolvimento e manutenção do sistema. Visto que o sistema não é somente o modelo computacional, a estruturação do banco de dados também necessita ser descrita.

### 5.3.3 Aplicação da Injeção 3 (Estruturação do banco de dados)

Diferentemente das injeções anteriores, esta que se preocupou com a estruturação do banco de dados foi aplicada em dois pontos da ARA, conforme Figura 40.

Figura 40 - Aplicação da Injeção 3 na ARF



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Na aplicação A, o banco de dados se tornou estruturado e por consequência os instrumentos utilizados para a geração de dados passaram a ser confiáveis. Assim, juntamente com o desenvolvimento de modelos complexos, também não se requerem dados difíceis de coletar, pois a estruturação garante a padronização deste processo de coleta.

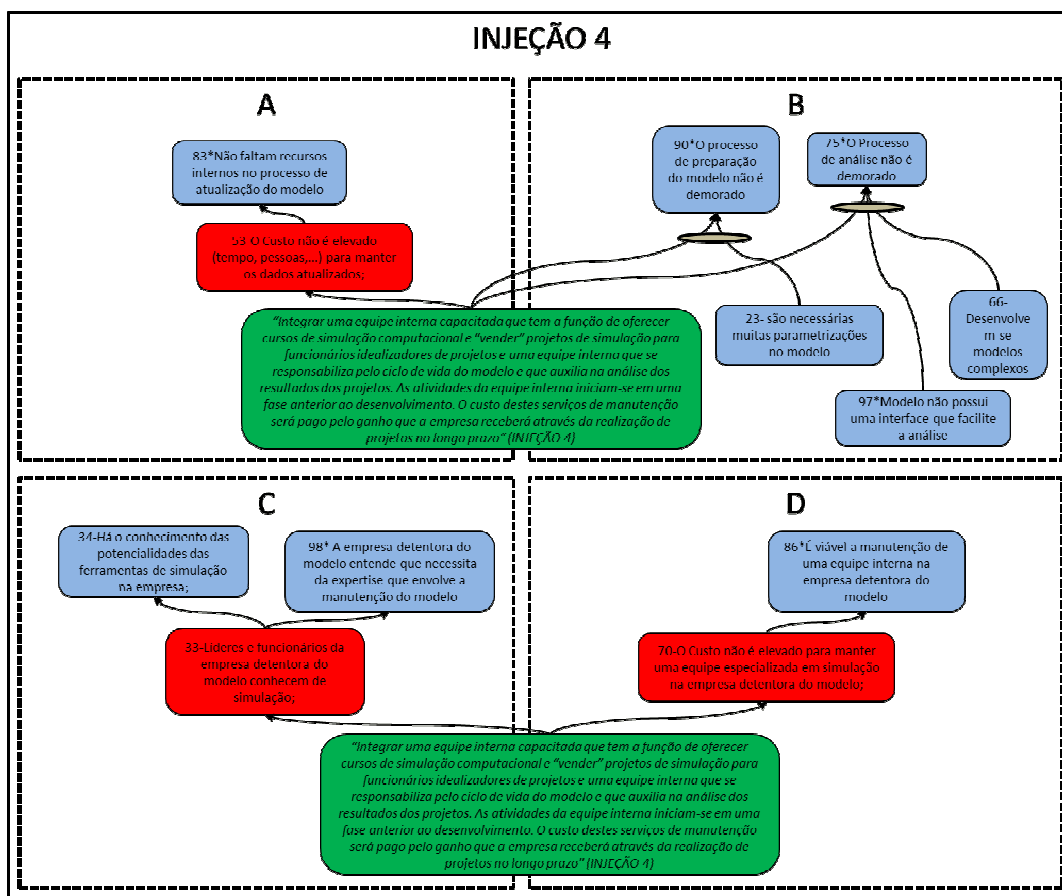
A aplicação B foi diferente das demais descritas até então. Ao contrário das outras injeções citadas, esta foi aplicada em efeitos indesejados intermediários para que o problema central da pesquisa fosse resolvido. A injeção que busca a estruturação do banco de dados torna o processo de atualização mais rápido em função da automaticidade do processo proposto.

O valor desta injeção remeteu, principalmente, às questões de coleta e atualização dos dados que são etapas importantes em todo o processo de simulação. Outro fator importante, sobre a qual a estruturação atua diretamente, é na longevidade funcional do modelo, pois padroniza o processo de manutenção.

#### 5.3.4 Aplicação da Injeção 4 (Manutenção do Modelo)

A injeção de manutenção foi a mais representativa em termos de aplicações na ARA. Foram quatro aplicações. Estas podem ser verificadas na Figura 41.

Figura 41 - Aplicação da Injeção 4 na ARF



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Ponderando que a injeção buscou pagar os custos de manutenção dos serviços relativos ao modelo, a aplicação A e D fazem com que estes não sejam elevados. Assim não faltam recursos para manter os dados atualizados e é viável o desenvolvimento de uma equipe interna para os serviços de simulação, A e D respectivamente.

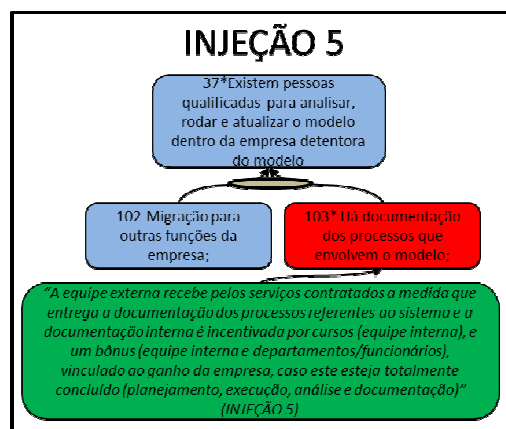
A aplicação B afetou efeitos indesejados intermediários. Se por um lado, com a manutenção sendo feita por meio de uma integração entre uma equipe interna e externa, o processo de preparação não se torna demorado, por outro lado, a análise se torna rápida considerando que a equipe externa auxilia neste processo e a equipe interna é capacitada.

Por fim, a aplicação C foi efetivada pelo fato de ocorrerem treinamentos sobre simulação e especificamente do modelo no ambiente de trabalho. Desta forma, os funcionários conhecem as potencialidades da ferramenta e entendem a necessidade de internalização do conhecimento sobre o modelo. A última aplicação de injeção esteve voltada para esta questão de formalização do conhecimento.

### 5.3.5 Aplicação da Injeção 5 (Documentação)

A Figura 42 verifica de que forma a injeção referente à documentação foi implementada.

Figura 42 - Aplicação da Injeção 5 na ARF



Fonte: Elaborado pelo Autor.

A injeção garantiu que haja documentação de todas as atividades que envolvem o modelo de simulação interna. Portanto, mesmo que ocorra a migração de pessoas internas para outras funções, existem pessoas qualificadas para continuarem a desempenhar as funções de manutenção interna do modelo, pois estas facilmente são niveladas por meio dos documentos.

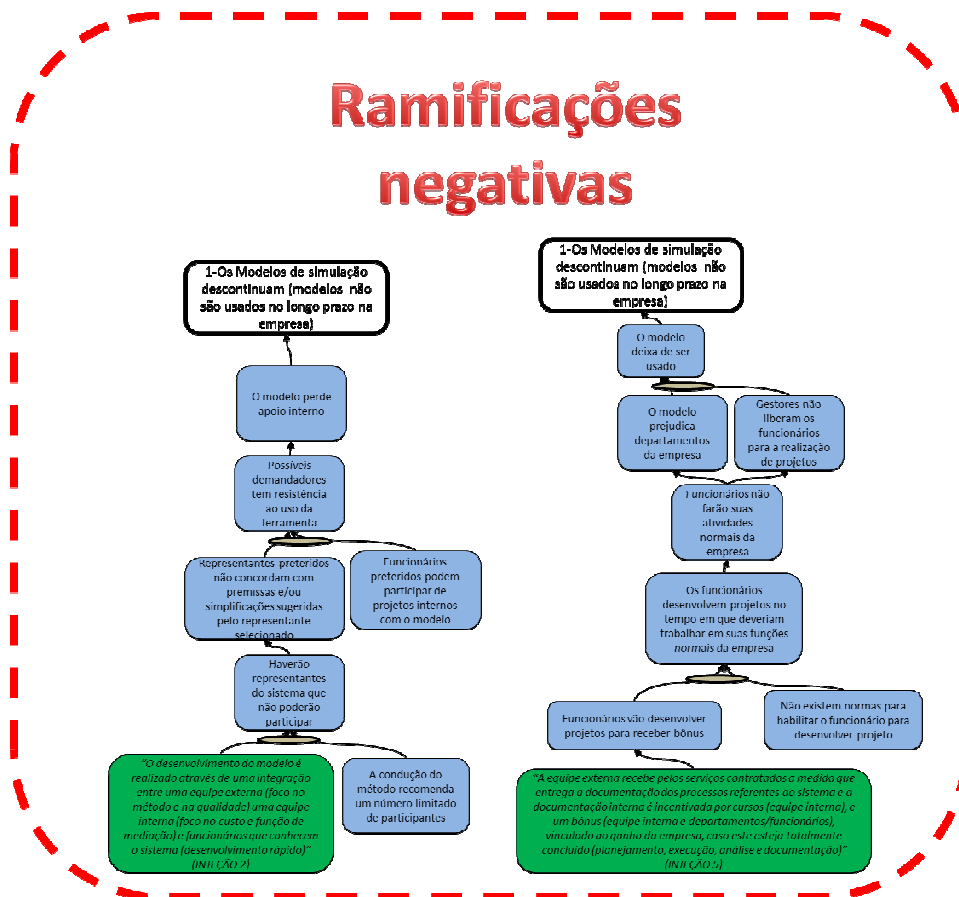
Resumindo, na dinâmica da ARF, as injeções foram transformando os efeitos indesejados da ARA em efeitos desejados, fazendo com que o problema seja eliminado gradativamente. A partir desta situação, em que o problema central foi “eliminado”, partiu-se para a identificação das ramificações negativas.

### 5.3.6 Ramificações negativas

As ramificações negativas foram analisadas a partir das injeções desenvolvidas. Ao mesmo tempo em que estas podem estar resolvendo o problema central analisado, as mesmas podem estar causando paralelamente outros problemas no sistema. Neste sentido, o pesquisador analisou cada uma das injeções a fim de encontrar ramificações negativas, para garantir que as mesmas não gerem outros efeitos indesejados.

Ao final do processo, foram identificadas duas ramificações negativas, conforme Figura 43. Estas foram então mapeadas e exploradas a fim de desenvolver injeções auxiliares de forma a neutralizar os efeitos indesejados causados pelas mesmas.

Figura 43 - Ramificações negativas



Fonte: Elaborado pelo Autor.

A Figura 43 explicita estas duas ramificações que, de forma diferente da ARA, também causam a descontinuação dos modelos de simulação.

A essência da primeira ramificação remeteu à injeção de desenvolvimento do método onde há a integração entre os selecionados conhecedores do sistema, equipe interna e externa. Esta ramificação identifica a possibilidade de pessoas interessadas no modelo não participarem da condução por não serem selecionados. Quando ocorrer esta situação, estes funcionários preteridos poderiam não concordar com premissas e/ou modelagem sugerida pelo funcionário selecionado e desta forma apresentar resistência ao uso do modelo, por acreditar que o mesmo não foi construído adequadamente. Se este for construído de forma errônea, segundo estes funcionários, este perde apoio e pode ser descontinuado.

A segunda ramificação transcorreu sobre a injeção que garante bônus variáveis aos funcionários que desenvolveram projetos de simulação. Como não há nenhuma restrição quanto à habilitação para desenvolvimento de projetos de simulação estes funcionários deixam de fazer suas tarefas rotineiras de sua empresa para ganhar bônus nos projetos de simulação. Como esta situação pode começar a gerar perdas ao departamento em que o funcionário trabalha, os gestores de área começam a não liberar o funcionário para tal atividade. Ora, se o modelo deixa de ser usado, este tende a descontinuar.

Para estas ramificações fez-se necessária a criação de injeções adicionais, com base nos pressupostos existentes nas ramificações negativas, para que estes novos efeitos indesejados também fossem transformados em efeitos desejados. Desta forma, todos os caminhos que poderiam levar à descontinuação dos modelos de simulação computacional estariam neutralizados.

As injeções adicionais desenvolvidas são apresentadas na Figura 44:

Figura 44 - Injeções adicionais

***“Entre reuniões com a equipe condutora são realizadas reuniões entre funcionários interessados que não participam da construção do modelo para acordar e participar do desenvolvimento do mesmo” (INJEÇÃO 2’)***

***“Podem desenvolver projetos de simulação funcionários com alto desempenho em suas funções na empresa” (INJEÇÃO 5’)***

Fonte: Elaborado pelo Autor.

A primeira injeção foi desenvolvida a partir da identificação do pressuposto básico do encadeamento de efeitos indesejados. Esta ramificação negativa pressupõe que somente as pessoas que participam das reuniões de desenvolvimento, efetivamente, construirão o modelo de simulação. Para invalidar este pressuposto incluíram-se reuniões entre funcionários que participam das reuniões com os que não participam. Acredita-se que desta forma todos os funcionários, interessados no sistema, o desenvolvem e assim não são criadas resistências.

A injeção 5’ também invalidou um pressuposto que envolve as relações de causa e efeito da ramificação negativa. Os funcionários entendem que podem desenvolver projetos de simulação quando quiserem independentemente de suas funções na empresa. Criou-se então, uma condição de desenvolvimento de projetos de simulação. Os funcionários necessitam ter alto desempenho em suas funções na empresa, para que possam desenvolver projetos de

simulação que lhes gerem bônus adicionais. Na Figura 45, evidenciam-se as injeções adicionais desenvolvidas e de que forma ocorre a neutralização dos efeitos indesejados.

Figura 45 - Injeções adicionais na ARF



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Estas injeções desenvolvidas, da mesma forma que na ARF, encontraram uma causa básica e neutralizam os efeitos indesejados. Com uma injeção para cada ramificação negativa o problema central novamente foi resolvido.

A injeção da primeira ramificação previu reuniões internas departamentais, para que os funcionários preteridos e interessados no desenvolvimento sejam nivelados sobre as simplificações do modelo a fim de acordar sobre o mesmo. Sendo assim, acredita-se que não são criadas situações em que os funcionários preteridos criam resistência sobre o modelo desenvolvido.

Por outro lado, a ramificação negativa relativa ao bônus de realização de projetos, se utilizou de uma injeção que criou uma restrição para a realização de projetos. Esta injeção criou uma condição para a habilitação para a realização dos projetos. Somente funcionários

com alto desempenho em suas funções, em seus departamentos estão habilitados a realizarem projetos com o modelo de simulação computacional desenvolvido.

Vale ressaltar que mais nenhuma ramificação negativa foi encontrada após o teste das injeções adicionais, portanto esta etapa foi finalizada.

Resumindo, as causas básicas, identificadas no capítulo anterior forneceram as bases, pelas quais, nuvens de conflito foram estruturadas. Estas, por sua vez, foram enviadas aos especialistas para que pressupostos fossem explicitados. A identificação de pressupostos restritivos foi o ponto inicial do desenvolvimento de injeções, que buscavam resolver o conflito anteriormente identificado. Ao final do processo, injeções foram desenvolvidas testadas e avaliadas através da análise da Árvore da Realidade Futura e das ramificações negativas. A próxima etapa do Processo de Pensamento, referente ao próximo capítulo, versa sobre a análise destas injeções. Além de identificar os obstáculos, o mesmo aborda o desenvolvimento de um plano de ação para cada uma das injeções.

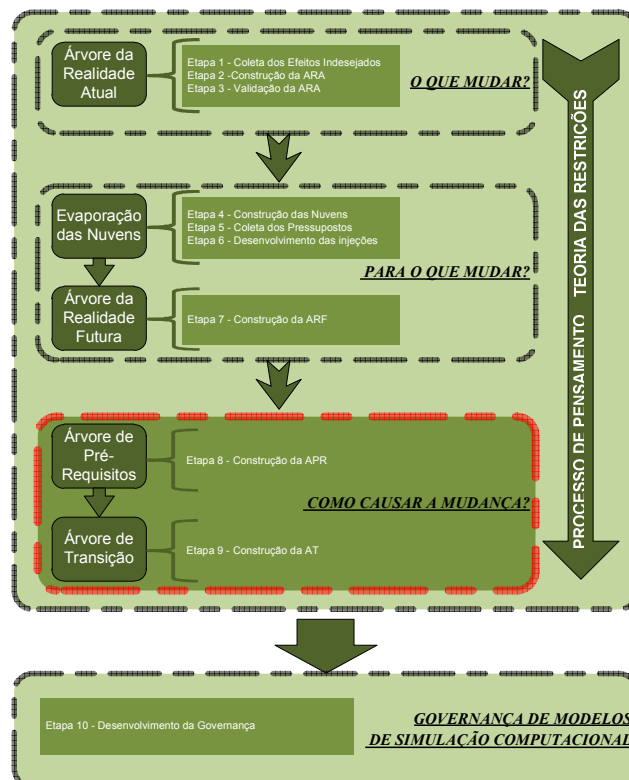


## 6 COMO CAUSAR A MUDANCA

O foco desta fase é a ação (SHEINKOPF, 1999). Como relata Alvarez (1996), mesmo que se tenha a melhor das ideias, estas não serão implementadas se não houver a preocupação com as ações. Estas são vitais para que as injeções desenvolvidas realmente transformem os efeitos indesejados em desejados e resolvam o problema central. Esta etapa, nominada em forma de pergunta “como causar a mudança?”, focou-se nestas ações. Vale ressaltar que, a partir deste capítulo, não houve mais interações com especialistas. Como nas interações anteriores ocorrem atrasos no processo de envio de respostas, por parte dos especialistas, não foi possível interagir mais com os mesmos, considerando o prazo de entrega da pesquisa.

Existem duas ferramentas da Teoria das restrições para esta função: a Árvore de Pré-Requisitos (APR) e a Árvore de Transição (AT), conforme Figura 46, que posiciona o andamento da pesquisa.

Figura 46 - Acompanhamento da pesquisa: como causar a mudança?



Fonte: Elaborado pelo Autor.

A Árvore de Pré-Requisitos identificou os obstáculos e estratificou os objetivos intermediários. Estes objetivos intermediários foram usados para a neutralização dos obstáculos das injeções desenvolvidas na etapa anterior.

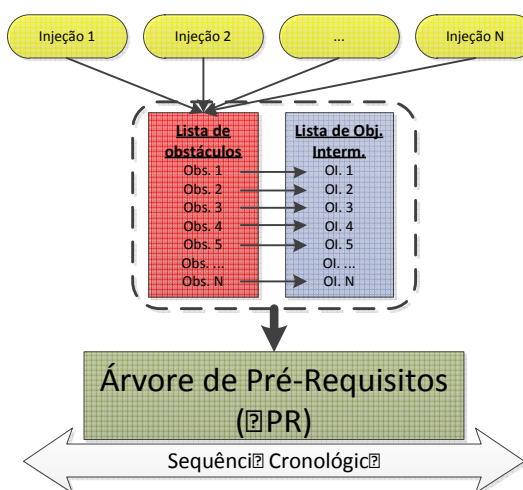
A Árvore de Transição funcionou como um plano de ação e considerou a união entre os mesmos objetivos intermediários e obstáculos da APR com o acréscimo de ações específicas para alcançar os mesmos objetivos intermediários. A aplicação destas duas ferramentas é descrita e desenvolvida nas próximas seções deste capítulo.

## 6.1 CONSTRUÇÃO DA ÁRVORE DE PRÉ-REQUISITOS

Contrariamente a algumas abordagens citadas por Dettmer (1997) que exemplificam a utilização da ferramenta por meio de apenas uma APR, optou-se pelo isolamento das injeções. Deve-se esta opção às naturezas distintas das injeções. Considerando esta estratégia, foram desenvolvidas sete Árvore de Pré-Requisitos, ou seja, uma APR para cada uma das injeções desenvolvidas.

O processo de construção da cada APR, efetuado pelo pesquisador, seguiu o esquema apresentado na Figura 47.

Figura 47 - Processo de construção da APR



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Cada injeção, desenvolvida na etapa de evaporação das nuvens, originou uma APR. O processo se iniciou a partir da listagem dos possíveis obstáculos para a implementação da injeção, conforme indicado por Dettmer (1997). Estes obstáculos são possíveis dificuldades

de implementação da injeção e que poderiam inviabilizar a mesma. O levantamento dos mesmos justificou-se pela indicação de Goldratt (1994), de que se deve começar sempre com o que as pessoas são especialistas em fazer, ou seja, dificuldades para implementação da mudança.

A partir da lista de obstáculos, foi feita também, a listagem de objetivos intermediários capazes de superar cada um dos obstáculos listados. Estes objetivos intermediários são condições necessárias capazes de superar obstáculos. Sendo assim, foi desenvolvido um objetivo intermediário para cada obstáculo, anteriormente identificado. A função dos objetivos intermediários é somente estabelecer a condição que supere cada um dos obstáculos listados no passo anterior (GOLDRATT, 1994). Os pares de obstáculos/Objetivos intermediários foram então introduzidos em forma de APR que estabeleceu a ordem cronológica dos mesmos.

As próximas seções descrevem as APR's para cada uma destas sete injeções.

### **6.1.1 APR referente à liberação dos funcionários - APR1**

A primeira APR, Figura 48, refere-se à Injeção1, preocupando-se com a liberação dos funcionários, por parte dos gestores departamentais, para que estes participem ativamente do processo de desenvolvimento do modelo.

O ponto inicial deste processo esbarra na falta de conhecimento de como a ferramenta será mantida e para que situação, esta será usada. Este obstáculo é superado quando políticas de manutenção e controle são desenvolvidas.

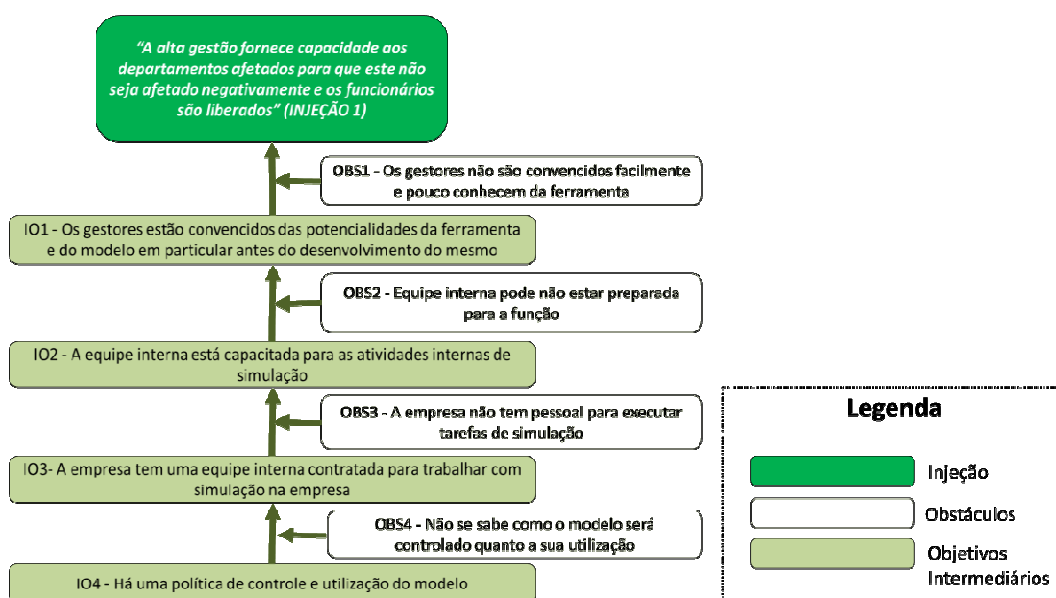
A injeção mencionou a alta gestão para o fornecimento de capacidade extra para os departamentos afetados, para que os funcionários sejam liberados no processo de desenvolvimento do modelo. Para solicitar junto à alta gestão, capacidade extra, para os departamentos afetados pela ausência de funcionários utilizados na etapa de desenvolvimento do modelo, necessita-se uma equipe interna, que conduza as ações voltadas para o modelo de simulação computacional.

Mesmo que uma equipe interna integre o quadro de funcionários da empresa, esta, não necessariamente tem o conhecimento necessário para a manutenção e o desenvolvimento do modelo de simulação. A empresa necessita, assim, de uma equipe interna bem capacitada, pois esta tem papel fundamental nesta primeira APR, visto que é responsável pela atividade do convencimento da alta gestão. Como estes gestores não são convencidos facilmente sobre

uma ferramenta que não conhecem, necessita-se que sejam apresentados os benefícios que o modelo proporcionará à empresa antes da construção do mesmo, juntamente com as políticas de controle e manutenção do mesmo.

Acredita-se que o principal obstáculo, reside justamente neste ponto que é o convencimento da alta gestão sobre os benefícios da ferramenta e especificamente do modelo. Os argumentos, desta atividade, devem transcorrer sobre a ferramenta a ser desenvolvida e também sobre como esta pode ser útil futuramente para a geração de melhorias no processo modelado. Na Árvore de Transição, esta atividade, enquanto subjetiva, foi mais bem descrita através das atividades específicas para se chegar aos objetivos intermediários aqui descritos.

Figura 48 - APR referente à liberação dos funcionários



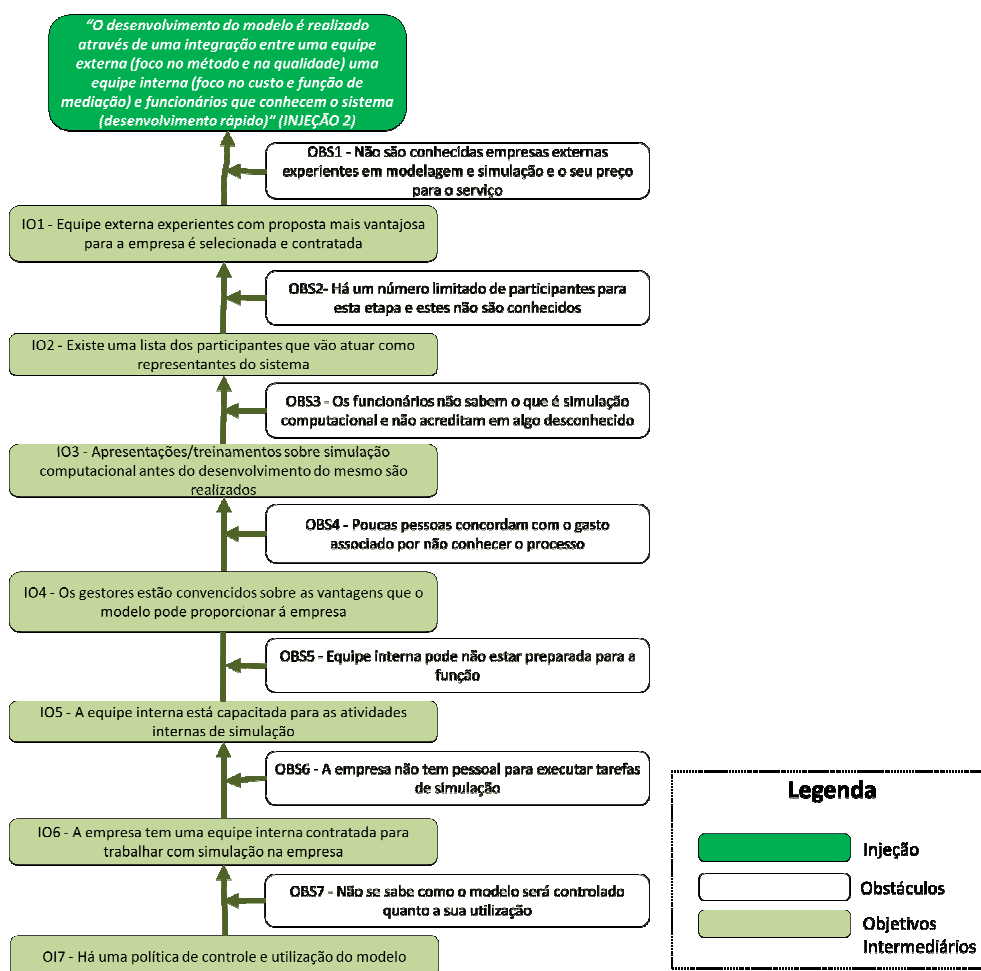
Fonte: Elaborado pelo Autor.

No momento em que os obstáculos referentes à liberação dos funcionários foram neutralizados, os mesmos referentes ao desenvolvimento também foram.

### 6.1.2 APR referente ao desenvolvimento do sistema - APR2

A Figura 49 descreveu a APR da injeção criada para o desenvolvimento do modelo de simulação computacional.

Figura 49 - APR referente à liberação dos funcionários



Fonte: Elaborado pelo Autor.

A parte inicial desta APR reside novamente na obtenção de uma equipe interna preparada, que conduza as ações internas voltadas para a construção do modelo e no desenvolvimento de políticas de controle e utilização para o modelo desenvolvido. Este último torna-se importante porque evidencia a característica pretendida de reutilização do modelo.

O início do desenvolvimento do modelo é marcado pelo descrédito e desacordo de gestores sobre o valor gasto com o desenvolvimento do mesmo. Devem-se então deixar os gestores convencidos das potencialidades do modelo para a empresa. Também os funcionários devem estar nivelados sobre simulação computacional e sobre o modelo a ser construído, para que o processo de modelagem transcorra adequadamente. Esta condição necessária vincula-se à possibilidade destes desconhecerem a ferramenta, bem como o projeto do modelo a ser desenvolvido.

O número de funcionários representantes do sistema modelado, participantes do processo de modelagem, é limitado e para esta situação a empresa precisa ter uma lista de funcionários selecionados para participar da etapa de modelagem.

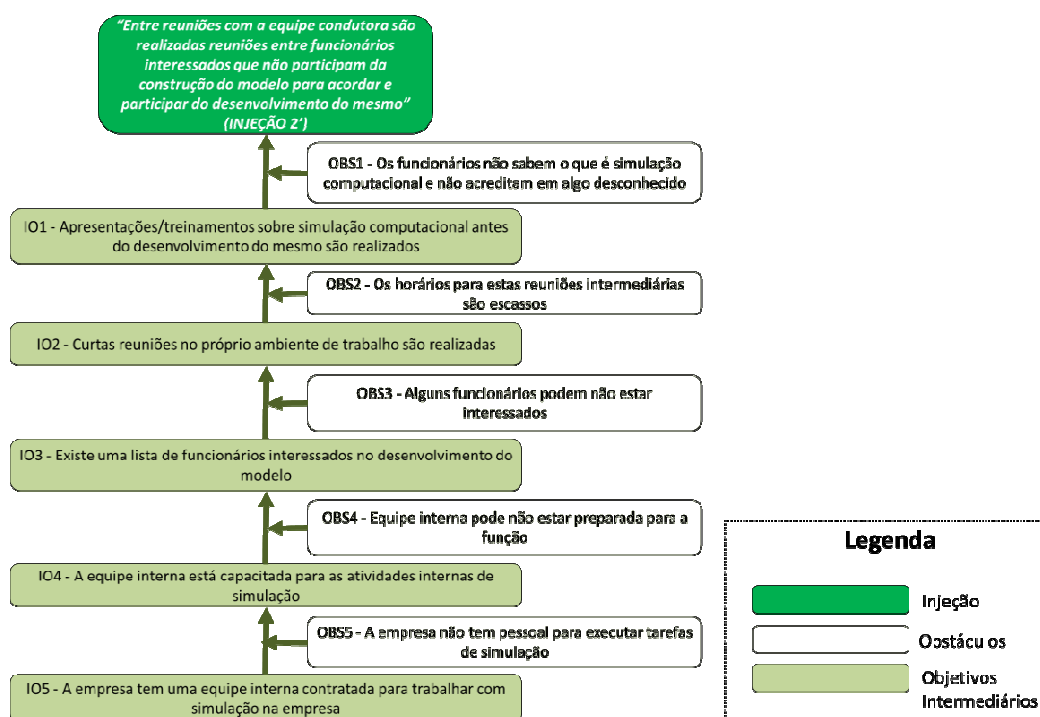
À medida que a equipe interna e os funcionários, conhecedores do sistema, estejam selecionados e prontos para a realização do modelo traz-se para a empresa uma equipe externa para conduzir o método de simulação computacional. A condução deve ocorrer adequadamente e, por esta razão, uma equipe experiente no método deve ser selecionada para a ação. O preço para a demanda que prevê desenvolvimento e posterior manutenção também deve ser conhecido.

Para finalizar a etapa de desenvolvimento do modelo, necessitou-se que a injeção adicional também fosse analisada.

### 6.1.3 APR referente ao desenvolvimento do sistema – APR3 (Injeção adicional)

Como foi identificada uma ramificação negativa para esta injeção específica, fez-se, conforme a Figura 50, a descrição da APR da injeção adicional desenvolvida.

Figura 50 - APR referente ao desenvolvimento do sistema (Injeção adicional)



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Para a realização de reuniões departamentais de acompanhamento do desenvolvimento do modelo, há necessidade de superação de alguns obstáculos.

Como nem todos os funcionários estão interessados no desenvolvimento do modelo faz-se necessária uma lista com a catalogação dos interessados em participar do processo de construção do modelo. Entende-se que nem todos os funcionários poderiam estar interessados no processo.

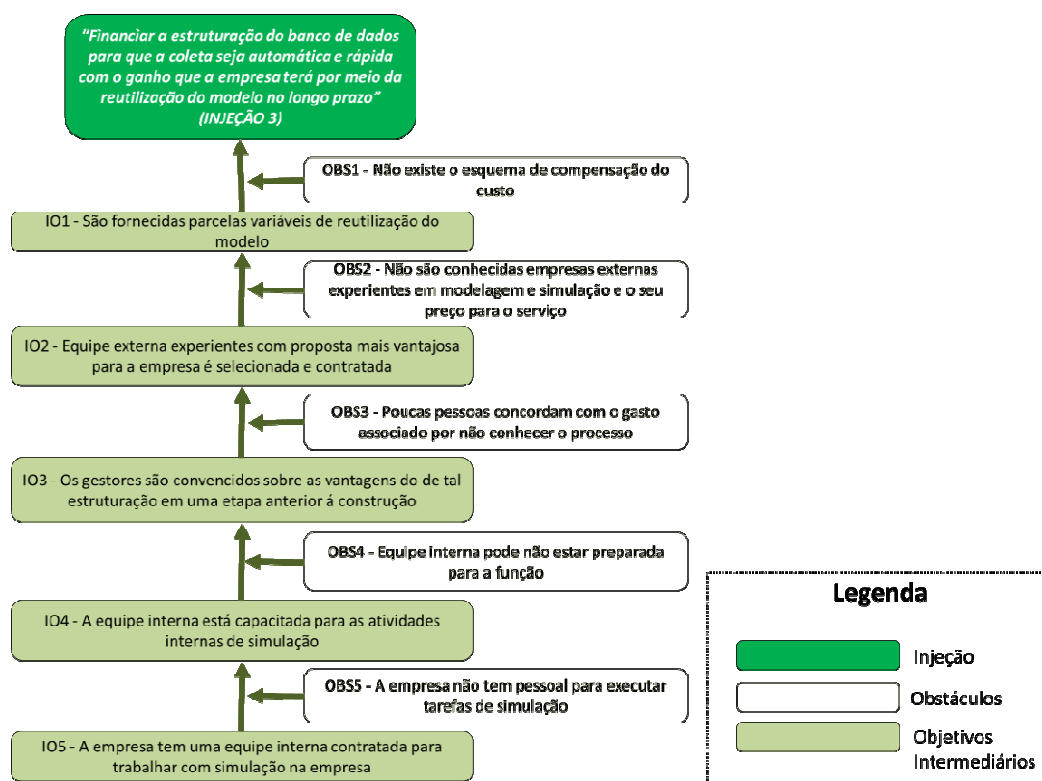
Os horários disponíveis para realizar as reuniões de nivelamento sobre o desenvolvimento do modelo são escassos e por isto, curtas reuniões departamentais são realizadas. Finalmente, estas reuniões são curtas e inclusivas a partir da catalogação de funcionários interessados no desenvolvimento do sistema. Os obstáculos referentes à estruturação dos dados que é um passo importante para o desenvolvimento e principalmente a manutenção do sistema é descrito na próxima seção.

#### **6.1.4 APR referente à estruturação do banco de dados – APR4**

Esta APR refere-se aos obstáculos presentes no processo de estruturação do banco de dados. O primeiro obstáculo refere-se a não concordância das pessoas internas com o gasto associado à estruturação do banco de dados. Portanto, a empresa deve convencer os gestores sobre as vantagens do modelo e da estruturação do banco de dados em uma etapa anterior à construção do modelo de simulação.

Como não existe esquema de compensação do custo da estruturação do banco de dados, necessita-se que a empresa utilize parcelas variáveis do ganho dos projetos, ou seja, uma porcentagem dos ganhos de projetos compensa o gasto com a estruturação do banco de dados. Outro fator que deve ser explicitado é que a empresa deve ter uma equipe interna qualificada, e, principalmente, uma equipe externa capaz de apoiar tal serviço.

Figura 51 - APR referente à estruturação do banco de dados



Fonte: Elaborado pelo Autor.

A APR referente ao desenvolvimento foi completada, necessitou-se então que os obstáculos encontrados nos processos de manutenção fossem superados.

### 6.1.5 APR referente à manutenção do sistema - APR5

Para a realização da ideia de manutenção do modelo proposta, faz-se necessária a conclusão de uma política de controle e utilização do modelo. Os fins dos projetos de simulação não são controlados e não se sabe como este poderia ser. Faz-se necessária, assim, uma política de controle e utilização do modelo.

Um obstáculo no processo de manutenção é a não existência de pessoal qualificado para ser responsável pela simulação na empresa. Os objetivos intermediários bem como os obstáculos referentes a esta questão já foram identificados em APR's anteriores.

À medida que a equipe interna e os funcionários (conhecedores do sistema) estão disponíveis na empresa, necessita-se de uma equipe externa experiente para a manutenção do ciclo de vida do modelo. O custo para esta demanda de manutenção não é conhecido. Como forma de resolver este impasse, a empresa tem uma lista de empresas experientes e



respectivos custos dos serviços de manutenção. Entende-se que a empresa objetiva e opta pela solução viável do ponto de vista financeiro para a manutenção do modelo.

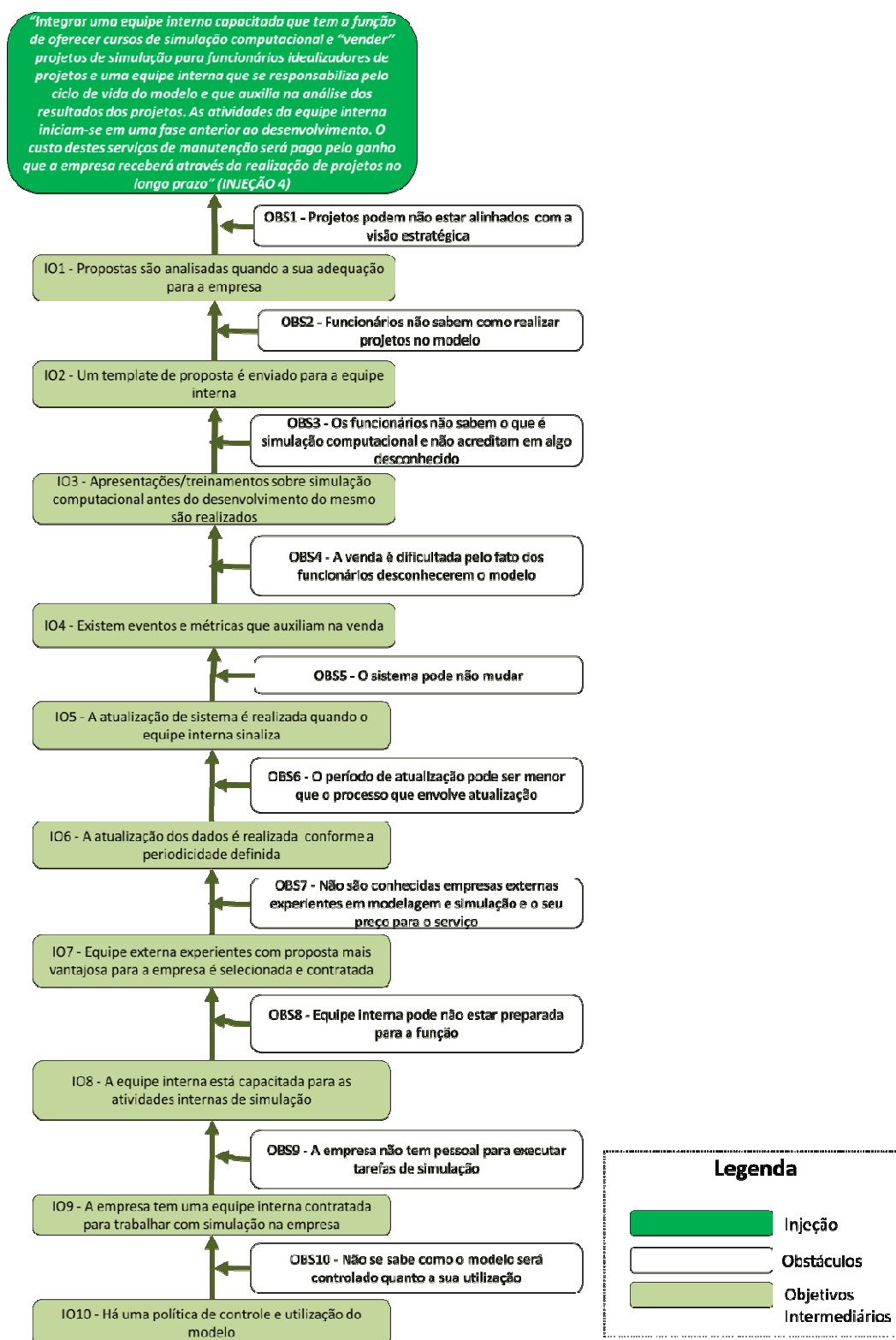
A ideia central deste tipo de modelo é a reutilização, necessitando-se, assim, a definição de periodicidade da atualização. Para a definição desta periodicidade de atualização transcorre uma análise do processo de atualização, pois esta deve ser maior que o leadtime de todo o processo de atualização dos dados. A empresa deve atualizar os dados considerando uma periodicidade pré-definida.

Não somente a atualização de dados é realizada durante a fase de manutenção do modelo. O sistema real modelado pode mudar e, para isto, a equipe externa atualiza o modelo quando recebe informação de alguma modificação no sistema.

Continuando a leitura da APR, a manutenção do modelo de simulação depende da continuidade da realização de projetos na empresa. A equipe interna realiza então a “venda” de projetos de simulação junto aos departamentos/funcionários para que o mesmo seja utilizado. Identifica-se uma dificuldade neste processo, quando os funcionários não conhecem o modelo e não existem métricas de avaliação dos projetos realizados e do modelo. Nesta situação, recomenda-se que existam na empresa eventos especiais e métricas de avaliação de projetos que auxiliam o processo de “venda” dos projetos internamente.

A Figura 52 apresenta todos os obstáculos identificados e os objetivos intermediários propostos para a etapa de manutenção.

Figura 52 - APR referente à manutenção do sistema



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Identificando-se o obstáculo referente ao desconhecimento da ferramenta e consequente descrédito na ferramenta, necessita-se de apresentações e/ou treinamentos sobre

simulação em uma fase preparatória ao desenvolvimento. Este processo visa nivelar os funcionários da empresa.

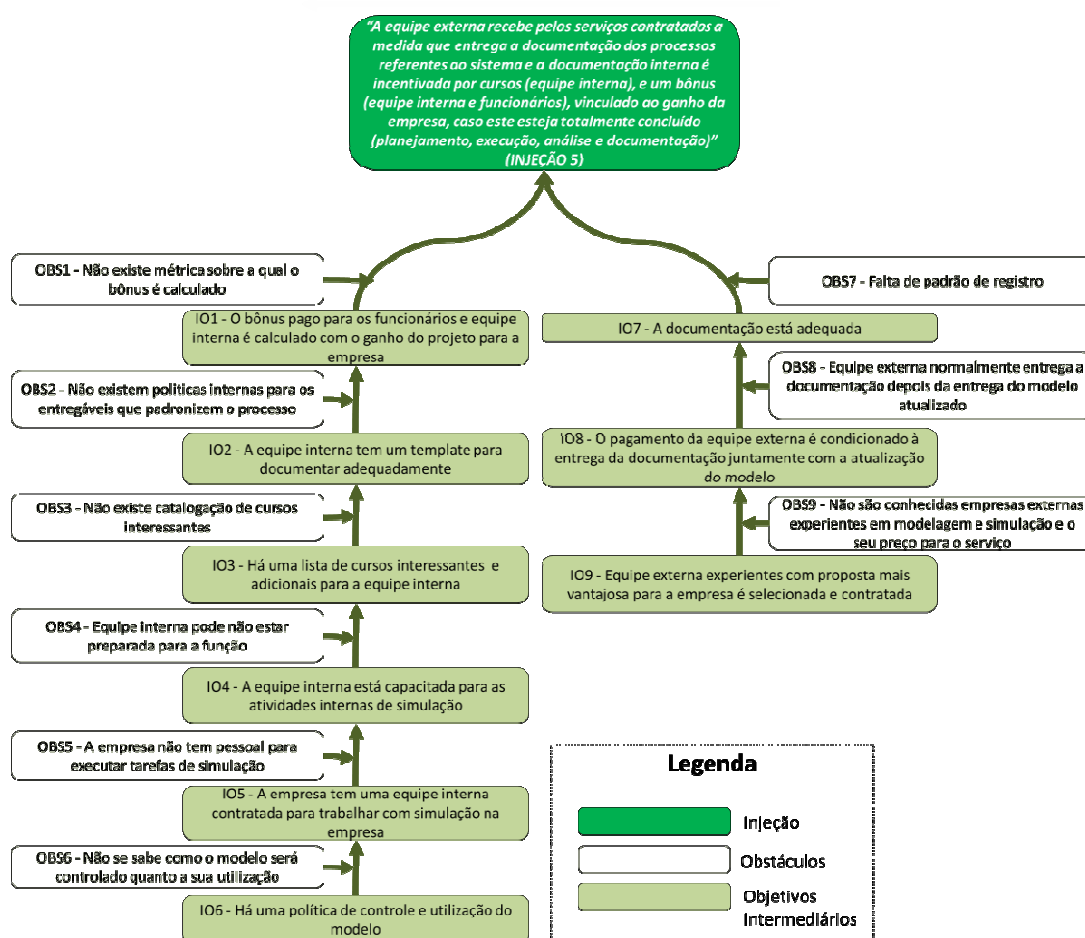
Para a realização dos projetos, a empresa tem um *Template* de proposta que deve ser enviado pelos departamentos/funcionários interessados para a equipe interna. Esta ação é necessária à medida que os funcionários não sabem como realizar projetos de simulação.

Mesmo assim, não está garantido ainda que a proposta esteja alinhada com os objetivos da empresa e que o projeto seja possível de ser simulado. Desenvolve-se, para isto, um processo de avaliação das propostas por parte da equipe interna. A próxima seção evidencia os objetivos intermediários e os obstáculos referentes à documentação dos processo de simulação.

#### **6.1.6 APR referente à documentação dos processos de simulação – APR6**

O processo de formalização do conhecimento também é importante, no que tange à manutenção. Portanto, parte-se para a documentação, que é parte essencial para a sustentação do conhecimento na empresa. Esta injeção é tratada na APR da Figura 53.

Figura 53 - APR referente à documentação dos processos de simulação



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Perpassando as etapas de necessidade de equipe externa, as condições estruturais voltam-se para o incentivo da equipe interna à realização de cursos acerca da ferramenta de simulação computacional. Esta assegura a atualização constante dos funcionários membros da equipe interna. A referida realização é de difícil alcance pela inexistência de uma lista atualizada de cursos disponíveis.

Objetiva-se que a equipe interna e funcionários documentem os processos realizados através de uma política de entregáveis de projetos. O obstáculo encontrado remete à ausência deste tipo de política de entregáveis. Como condição necessária para que este obstáculo seja superado, necessita-se de uma política de entregáveis.

A injeção referente à documentação se utiliza de um método de bonificação de departamentos/funcionários e equipe interna, motivando para uma adequada conclusão da documentação dos projetos realizados no modelo. Este bônus é abstrato, pois não existe uma

métrica sobre a qual este é calculado. Como solução a empresa pode optar por pagar um bônus sobre o ganho que o projeto proporcionará à empresa.

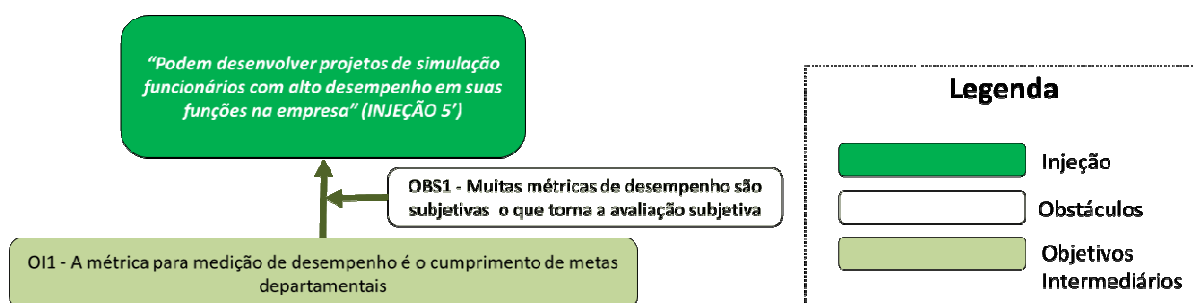
Outro objetivo intermediário é condicionar o pagamento da equipe externa à entrega da documentação, juntamente, com o modelo e/ou atualização do sistema. Este critério merece ser considerado visto que, muitas vezes, a equipe externa entrega a documentação depois da entrega do modelo ou atualização periódica e o objetivado pode não ser cumprido.

Como último obstáculo para esta injeção, identifica-se a situação em que a documentação é feita de forma inadequada por parte da equipe externa. Neste caso, a equipe interna deve verificar a documentação segundo políticas e critérios próprios desenvolvidos. A última APR transcorreu sobre a injeção adicional para a documentação dos processos de simulação.

### 6.1.7 APR referente à documentação dos processos de simulação – APR7 (Injeção adicional)

A próxima APR, Figura 54, refere-se à injeção adicional para que funcionários com alto desempenho tenham a habilitação para desenvolverem projetos de simulação.

Figura 54 - APR referente à documentação dos processos de simulação (Injeção adicional)



Fonte: Elaborado pelo Autor.

A atividade interna de simulação define metas departamentais como métrica de desempenho para utilização do modelo de simulação computacional. Justifica-se tal condição pela subjetividade de métricas de desempenho que podem comprometer a implementação desta injeção. Vale ressaltar que para que se tenha um bom desempenho da injeção, a empresa necessita de uma equipe interna capacitada.

Estas condições de desenvolvimento encerram os obstáculos sobre as injeções relativas à documentação dos processos de simulação computacional.

Sendo assim, todos os obstáculos que poderiam inviabilizar a implementação das injeções desenvolvidas foram identificados e neutralizados através de objetivos intermediários. Estes são necessários para que a injeção seja atingida.

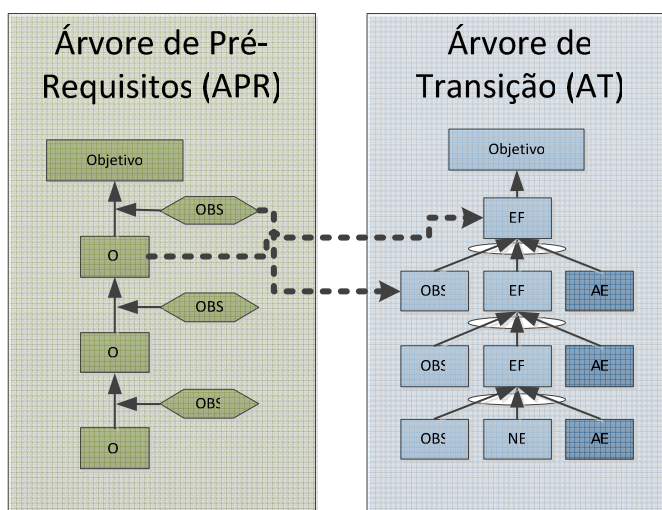
Para finalizar o processo de pensamento fez-se uso da Árvore de Transição (AT). Esta se preocupou com as ações que devem ser realizadas para que os objetivos intermediários sejam atingidos e conseqüentemente a injeção seja desenvolvida na prática. As Árvores de Transição de cada uma destas injeções são descritas no próximo capítulo.

## 6.2 CONSTRUÇÃO DA ÁRVORE DE TRANSIÇÃO

O plano de ação para cada uma das injeções desenvolvidas nas etapas anteriores foi desenvolvido na Árvore de Transição (AT). A AT é a última etapa do Processo de Pensamento da Teoria das Restrições, e, portanto, finaliza o processo de melhoria do sistema analisado.

A ferramenta preocupou-se em estratificar ações necessárias para realizar cada uma das injeções. Estas ações derivaram das condições necessárias identificadas como objetivos intermediários para neutralização dos obstáculos na APR e demais ações que fossem necessárias para atingir a injeção, conforme Figura 55.

Figura 55 - Processo de construção da AT



Fonte: Elaborado pelo Autor.

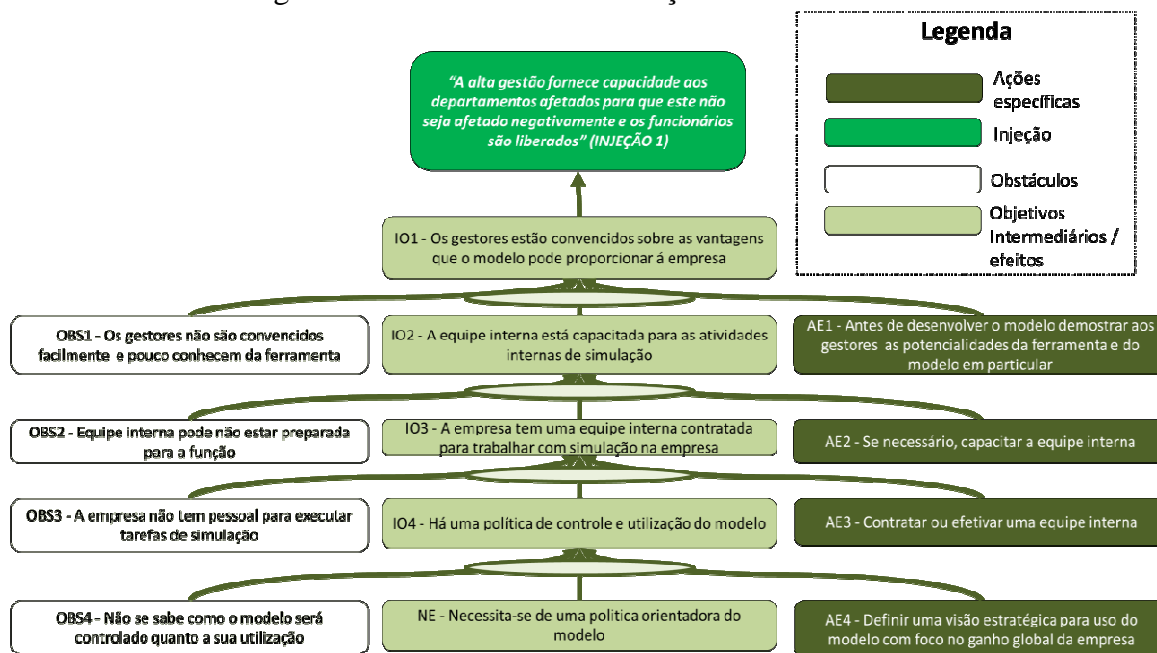
Cada AT, referente a cada uma das injeções, foi desenvolvida a partir de uma ação específica, uma necessidade e um obstáculo. As ações específicas (AE) são atividades capazes

de causar os objetivos intermediários, identificados nas APR's, que, por sua vez, superam possíveis obstáculos (OBS). O conjunto destas ações específicas forma um plano de ação para o atingimento das injeções desenvolvidas na fase anterior do Processo de Pensamento. Para tanto, o pesquisador desenvolveu sete Árvores de Transição. Ressalta-se que algumas ações necessárias para realização das injeções foram explicitadas em mais de uma AT.

### 6.2.1 AT referente à liberação dos funcionários – AT1

A Figura 56 descreve a ação necessária que a alta gestão forneça capacidade extra aos departamentos afetados pela ausência de funcionários utilizados no desenvolvimento do modelo.

Figura 56 - AT referente à liberação dos funcionários



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Para iniciar as operações de simulação, necessita-se que uma visão estratégica seja desenvolvida. Após esta atividade, exige-se que uma equipe seja criada. Esta equipe pode ser contratada ou simplesmente efetivada. Importante é que haja a qualificação da equipe interna para o serviço. Pelo fato de que, posteriormente os funcionários demandarão projetos, estes precisam estar nivelados sobre a ferramenta, pois assim saberão das potencialidades da

ferramenta e do funcionamento do processo de simulação. Estas ações tem, também, a função de motivá-los.

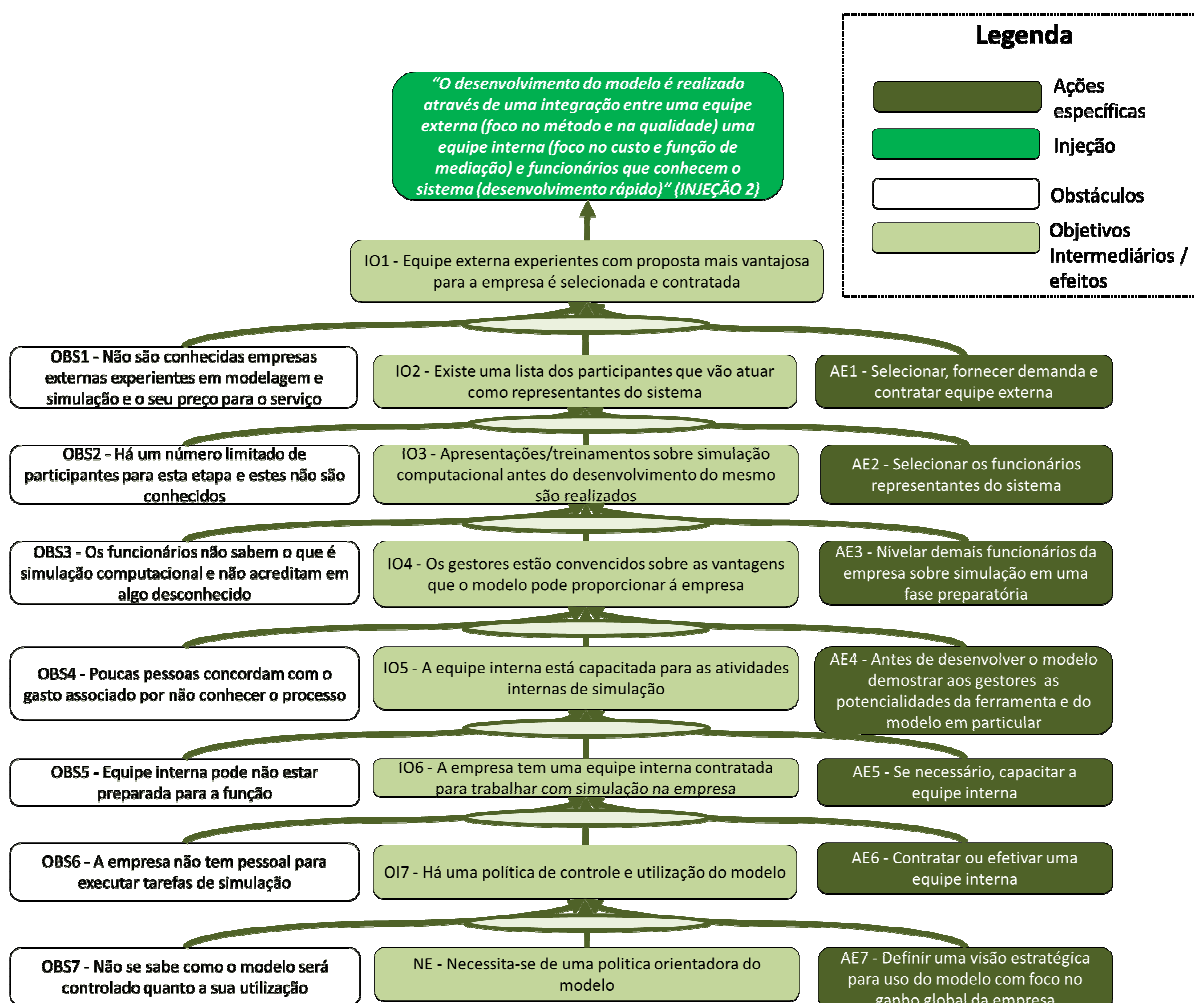
Antes que as reuniões de modelagem sejam iniciadas, a equipe interna, juntamente com o responsável pelo projeto, devem demonstrar para a alta gestão as potencialidades da ferramenta e do modelo a ser desenvolvido em particular. Acredita-se que, desta forma, os gestores possam fornecer capacidade extra aos departamentos afetados. Os meios para esta tarefa são cases de sucesso, exemplos, literatura, etc. As políticas de controle e utilização também necessitam ser desenvolvidas, pois podem auxiliar no processo de convencimento da alta gestão. As ações específicas para o desenvolvimento do sistema são descritas na próxima seção.

### **6.2.2 AT referente ao desenvolvimento do sistema – AT2**

A Figura 57 apresenta as ações para que a injeção de desenvolvimento seja alcançada. Antes de dar início à organização interna para o recebimento do modelo de simulação desenvolvido, uma série de ações deve ser desenvolvida. As primeiras são a definição da visão estratégica, que foca o uso do modelo no ganho global da empresa e a contratação de uma equipe interna que é a responsável tanto pela manutenção como pelo desenvolvimento do mesmo. Esta equipe interna tem papel fundamental na continuidade do sistema desenvolvido.



Figura 57 - AT referente ao desenvolvimento do sistema



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Na hipótese, da equipe interna não conhecer a ferramenta de simulação computacional, prevê-se um período para capacitação. A equipe deve estar familiarizada com a ferramenta e com o modelo para que as atividades internas sejam desenvolvidas adequadamente.

Uma ação de nivelamento para os demais funcionários está prevista em uma etapa preparatória da empresa. Esta etapa preparatória objetiva nivelar os funcionários sobre as potencialidades da ferramenta, processo e objetivo final do modelo. A importância desta ação vincula-se à possibilidade dos funcionários já entenderem da ferramenta e, como consequência, facilitar o desenvolvimento e a manutenção do mesmo.

O processo de modelagem do modelo de simulação necessita de um grupo condutor e uma equipe representante do sistema. Esta equipe representante do sistema é formada pela equipe interna identificada com o objetivo do mesmo e pelos funcionários que conhecem o

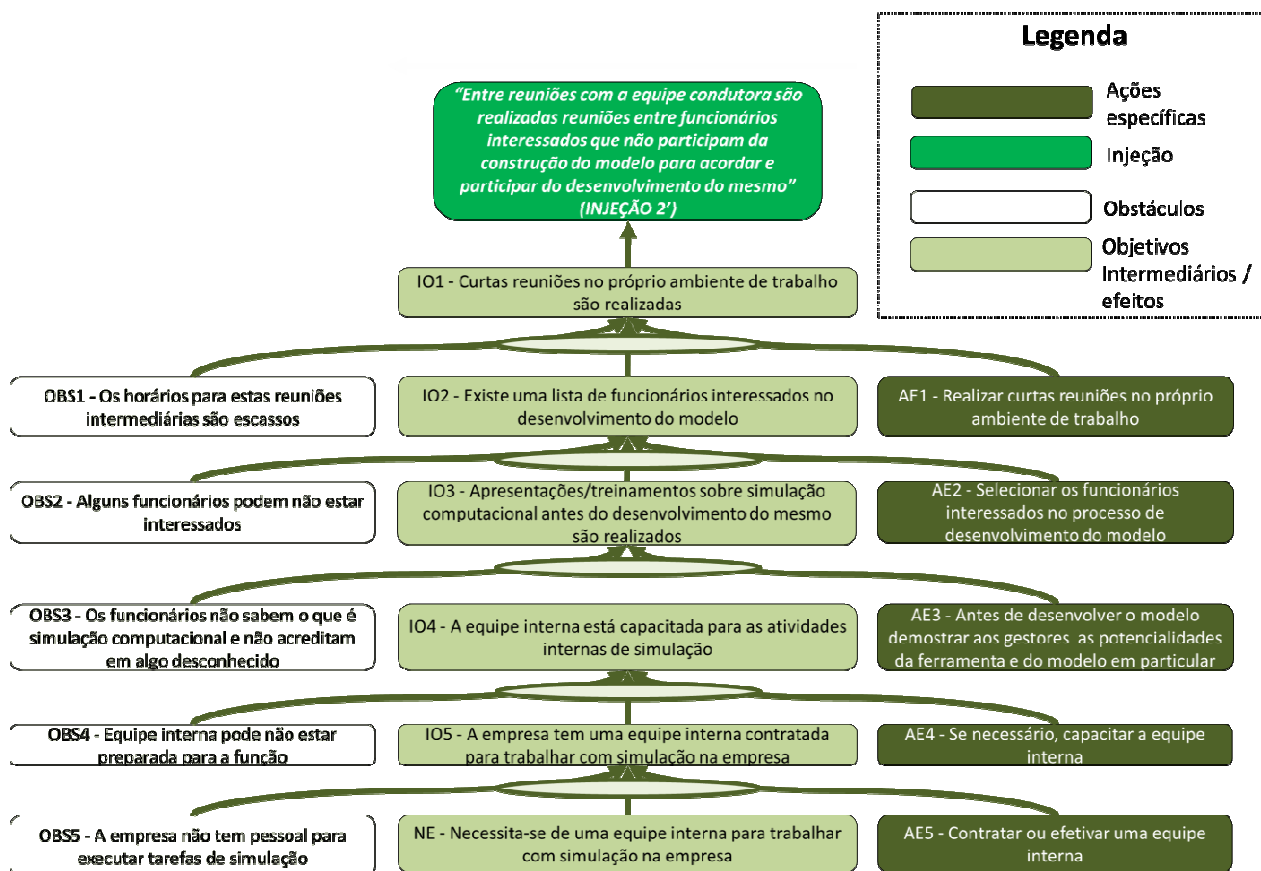
sistema modelado. Como existe um número limitado de participantes neste processo, espera-se que a equipe interna selecione os funcionários representantes do sistema.

O processo de modelagem inicia-se quando estes participantes estão claramente definidos. Percebe-se a necessidade da seleção das equipes externas experientes que possam modelar e conduzir o método. Para alcançar este estágio deve-se primeiramente selecioná-las. A contratação é finalizada quando é feito um levantamento de preços com as equipes externas catalogadas. Este levantamento de preços é realizado com o envio da demanda do sistema (modelo com base de dados estruturada) acrescido do serviço de manutenção dos mesmos atualizados para as equipes externas. A equipe interna seleciona a equipe externa que tenha o menor preço considerando a demanda solicitada. As ações específicas referentes à injeção adicional de desenvolvimento do modelo são descritas na próxima seção.

### **6.2.3 AT referente ao desenvolvimento do sistema – AT3 (Injeção adicional)**

As ações relativas à injeção extra, desenvolvida para a neutralização da ramificação negativa causada pela última injeção, são apresentadas na Figura 58.

Figura 58 - AT referente ao desenvolvimento do sistema (Injeção adicional)



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Inicialmente, necessita-se que a visão seja desenvolvida, que a equipe interna seja contratada e capacitada e, além disso, convém convencer os gestores sobre as potencialidades da ferramenta a fim de obter apoio interno. Estas são atividades estruturais necessárias para as ações específicas voltadas diretamente com o desenvolvimento do modelo.

Avalia-se, na AT, o fato de muitos funcionários que foram preteridos pela equipe interna para a fase de desenvolvimento do modelo, não estarem interessados no desenvolvimento do modelo. Por esta razão necessita-se que os funcionários preteridos e interessados sejam listados. A escolha de participar ou não do desenvolvimento do sistema fica a critério do funcionário.

Com estes funcionários interessados, organizam-se reuniões departamentais no próprio local de trabalho. Estas reuniões são importantes no sentido de acordar sobre o desenvolvimento do modelo. Desta forma os funcionários departamentais preteridos na seleção da equipe interna, de forma indireta, também participam do desenvolvimento do sistema.

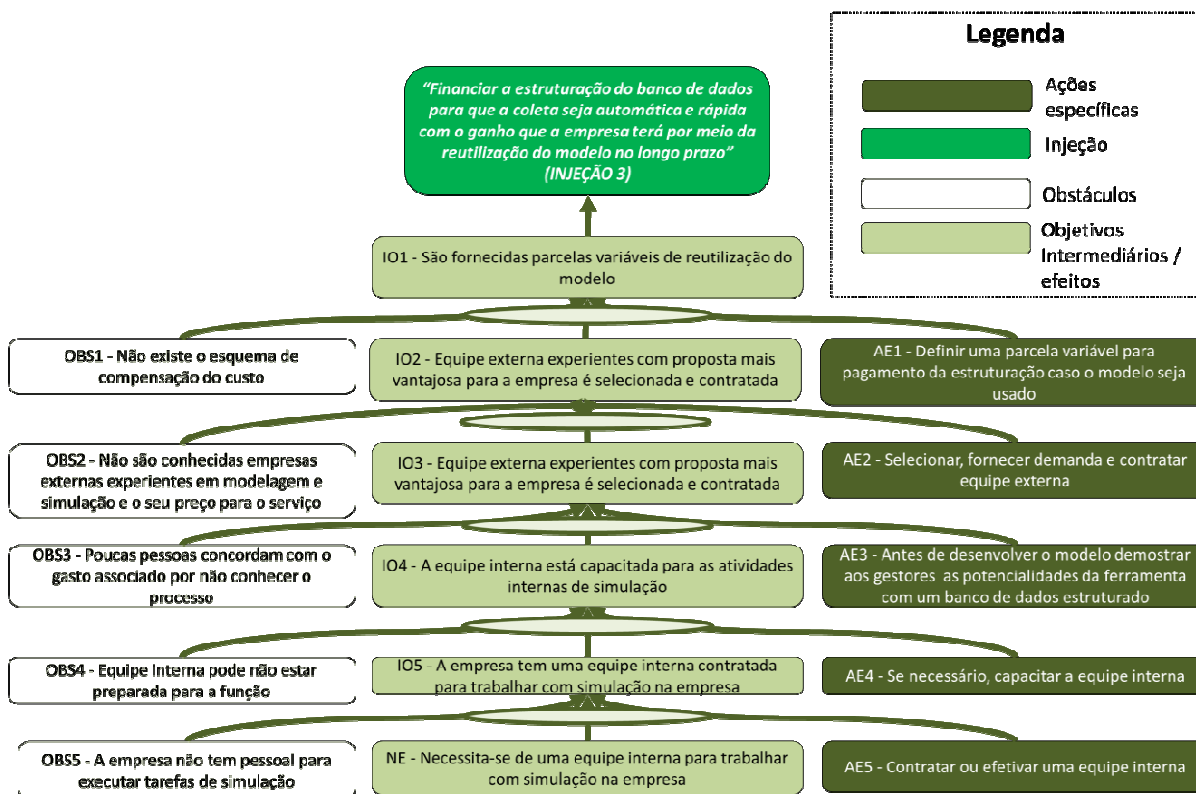
Lembra-se que esta injeção é necessária para que movimentos de resistência do sistema sejam neutralizados. Exalta-se assim, novamente, uma evidência de que a forma pela qual se procedem as atividades de desenvolvimento do sistema influenciam na longevidade funcional do modelo. A manutenção do mesmo está ligada diretamente às decisões tomadas durante a etapa de desenvolvimento.

Por fim, estas foram as ações específicas desenvolvidas para a realização de objetivos intermediários referentes à participação dos funcionários no processo de desenvolvimento do sistema. Exige-se ainda que ações específicas referentes à estruturação do banco de dados também fossem apresentadas.

#### **6.2.4 AT referente à estruturação do banco de dados – AT4**

Esta proposta, que aqui está sendo desenvolvida, não aborda somente o modelo, mas também um sistema de estruturação de banco de dados e sua respectiva manutenção. Este sistema de estruturação de banco de dados é pago com a reutilização do modelo. Para que esta situação seja efetivamente realizada, espera-se que algumas ações sejam realizadas, conforme Figura 59.

Figura 59 - AT referente à estruturação do banco de dados



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Inicialmente necessitam-se todas as questões estruturais evidenciadas nas AT's anteriores. Necessita-se de uma equipe interna que esteja devidamente qualificada, pois esta gerencia internamente todo o sistema, desde o desenvolvimento até a manutenção da ideia. Menciona-se "ideia", pelo fato da manutenção não esta somente vinculada ao sistema físico, mas também aos projetos e à capacitação.

Da mesma forma que na injeção anterior, espera-se que antes da construção de todo o sistema, gestores da empresa estejam convencidos de que o modelo de simulação com o sistema de estruturação do banco de dados seja uma boa ferramenta para ser desenvolvida na empresa. Uma forma para chegar a esta condição seria convencer os referidos gestores sobre os benefícios que esta ferramenta proporcionará à empresa.

Como próximo passo, uma equipe externa deve ser contratada para manter também este sistema de estruturação do banco de dados. Esta tarefa é importante no sentido de garantir que os dados pelos quais o modelo é abastecido sejam confiáveis. Na ARA, já foi possível visualizar como é o impacto deste fator desde a etapa de desenvolvimento até a manutenção do sistema.

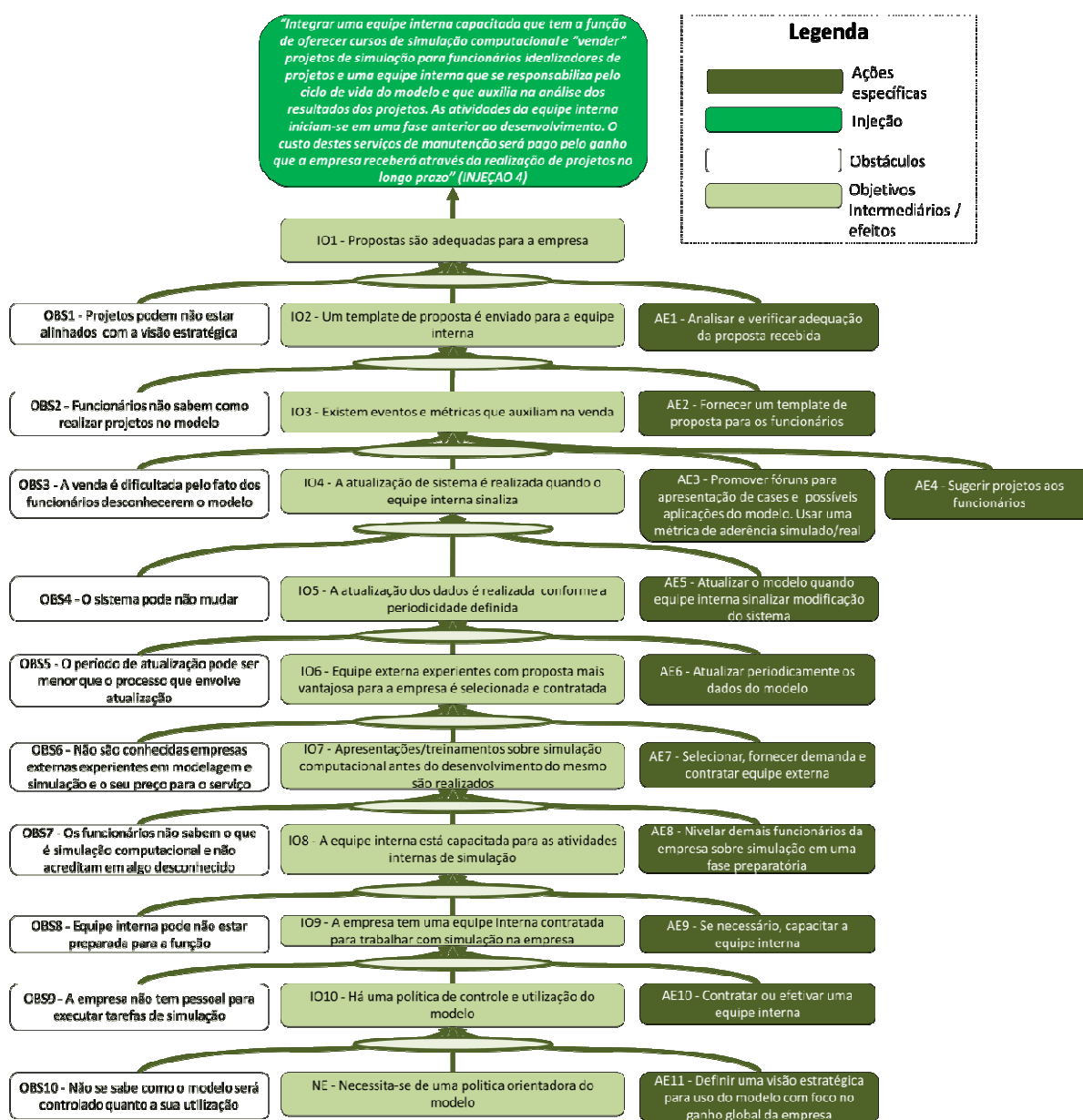
Por fim, define-se uma parcela variável referente ao ganho que o modelo proporciona à empresa. Esta parcela variável deve ser definida de acordo com a dimensão dos projetos, considerando que esta pode variar de acordo com o tamanho da empresa.

As ações específicas referentes à manutenção do sistema foram desenvolvidas na próxima seção.

#### **6.2.5 AT referente à manutenção do sistema – AT5**

A Figura 60 apresenta as atividades previstas para se atingir a injeção referente à manutenção do sistema proposto.

Figura 60 - AT referente à manutenção do sistema



Fonte: Elaborado pelo Autor.

As ações para esta injeção são voltadas, em primeiro lugar, para a definição de visão estratégica para orientar o uso do modelo com um foco global. Esta visão pode ser direcionada para o aumento do ganho, eficiência e/ou redução de custos. Da mesma forma que orienta a aplicação do modelo, é usada para fazer as vendas internas de projeto e para o convencimento dos gestores.

Embora já tenha sido descrita em outras AT's, também convém explicitar, nesta AT, a importância de contratar ou efetivar e, se necessário, capacitar uma equipe interna para que se desenvolvam as atividades de simulação. Tanto na etapa de manutenção como no

desenvolvimento e preparação, esta equipe lidera os esforços referentes ao modelo. A equipe externa também precisa ser selecionada. A contratação da equipe externa é realizada após uma seleção de possíveis equipes externas e levantamento de preços para o serviço de manutenção do modelo. A equipe interna opta pelo melhor preço para o serviço de manutenção.

A partir deste momento as demais ações desta AT são contínuas. Tendo todos os recursos para a manutenção necessita-se da definição da periodicidade de atualização, considerando que para que o modelo seja reutilizado indefinitivamente este necessita de constante atualização. Observa-se, nesta ação, que é necessário que esta periodicidade seja maior que o processo de atualização. Contrariamente esta seria inviabilizada. A empresa, desta forma, realiza a atualização dos dados constantemente, seguindo a periodicidade anteriormente definida. Uma destas atividades de atualização volta-se para o modelo, caso o sistema tenha sido modificado. A atualização do modelo é sinalizada pela equipe interna que monitora o sistema modelado continuamente.

As “vendas” dos projetos de simulação são uma das atividades mais importantes para esta injeção, pois garante a reutilização do modelo. A continuidade do modelo de simulação depende dos departamentos/funcionários que demandam projetos com foco na visão estratégica anteriormente definida. Para esta atividade, são organizados fóruns de apresentações de cases pela equipe interna, através dos quais, juntamente com uma métrica de aderência de simulado/real acredita-se que a atividade seja facilitada. Esta métrica compara os valores previstos pelo simulador com valores reais, coletados após a implementação dos projetos. Entende-se que esta métrica de aderência, possa demonstrar qual é o grau de representação do sistema e conseqüentemente gerar credibilidade para o mesmo. Outra atividade prevista, nesta fase para a equipe interna, é a sugestão de projetos. A métrica de aderência garante que o modelo esteja prevendo corretamente o comportamento do sistema, caso a modificação seja implementada no sistema real.

As condições para a realização dos projetos foram definidas, mas os departamentos/funcionários ainda precisam especificar que representações seriam simuladas no modelo e que propósitos há neste projeto. Como estes não sabem como realizar projetos de simulação, os funcionários devem preencher e encaminhar uma proposta com todas as características do projeto pretendido para a equipe interna, caso estejam interessados na realização deste.



Considerando o fato de que os funcionários possam não ter a habilidade de verificar se o projeto pretendido pode ser simulado, ou ainda, se a proposta é adequada do ponto de vista da visão estratégica, prevê-se, nesta fase, a verificação da adequação do projeto por parte da equipe interna e externa. Caso esteja adequado, o projeto pode prosseguir. Esta é a última ação prevista para que o modelo tenha uma vida longa dentro da empresa. A próxima seção preocupa-se também com a manutenção, mas documental.

#### **6.2.6 AT referente à documentação dos processos de simulação – AT6**

Considerando o fato de o desenvolvimento ser realizado de forma adequada parte-se para as ações para que a documentação seja feita de maneira adequada, conforme a Figura 61.

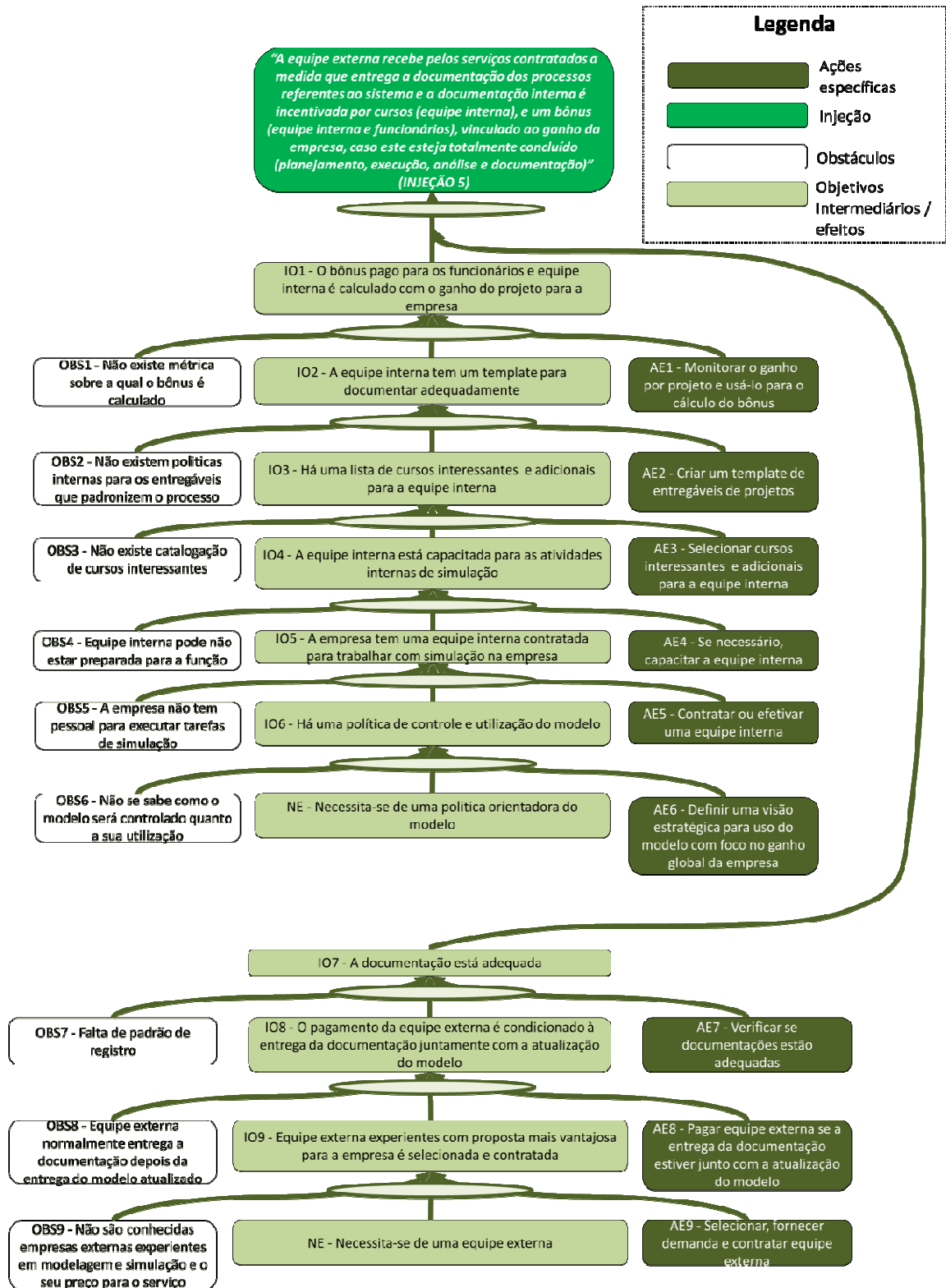
Para a motivação da equipe interna e funcionários em relação à documentação, são oferecidos cursos adicionais. Assim, exige-se que os cursos sejam selecionados previamente, para posterior escolha dos mesmos que serão realizados.

Esta promoção da empresa não garante ainda que a documentação será feita de forma adequada, assim, para maior segurança é criado um *Template* para entregáveis de projetos. O *Template* funciona como um sistema padronizador através do qual todas as características dos projetos são documentadas. Tanto os funcionários, quanto a equipe interna, devem preencher este *Template*. Após o total preenchimento, este deve ser encaminhado, para o sistema de documentações da empresa.

A injeção também prevê um bônus para a equipe interna e funcionários caso o projeto seja implementado, tenha sido realizado adequadamente e a documentação esteja correta. Por esta razão, uma atividade necessária é o monitoramento do ganho que o projeto incrementa para a empresa, pois é parte deste ganho que é pago, em forma de bônus, à equipe interna e aos funcionários de departamentos que desenvolverem projetos de simulação computacional.

Necessita-se, por outro lado, que a equipe externa documente adequadamente os processos que lhe foram atribuídos. Se paga pelo serviço da equipe externa, apenas quando esta entregar a documentação da atualização realizada ou do sistema desenvolvido.

Figura 61 - AT referente à documentação dos processos de simulação



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Muitas vezes, esta documentação proveniente da equipe externa, pode ser desenvolvida de forma inadequada ou mal feita. Espera-se que a equipe interna verifique se este processo está desenvolvido de forma adequada. Como foi identificada uma ramificação negativa, nesta injeção, exige-se que algumas ações fossem apresentadas para que a injeção adicional fosse atingida.

### 6.2.7 AT referente à documentação dos processos de simulação – AT7 (Injeção adicional)

O bônus proposto por esta injeção pode acarretar situações negativas, em que o funcionário deixa de desempenhar as funções normais na empresa, e passa a desenvolver projetos a fim de ganhar um acréscimo em seu salário mensal.

Conforme a Figura 62, para que os funcionários possam desenvolver projetos de simulação, estes devem ter alto desempenho em suas funções. Monitoram-se, para isto, metas de desempenho departamentais. Caso os funcionários tenham alto desempenho, este pode desenvolver projetos de simulação. Ainda como forma de autorização formal, o funcionário precisa requerer uma assinatura de seu respectivo gestor departamental.

Figura 62 - AT referente à documentação dos processos de simulação (Injeção adicional)



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Finalizou-se assim, o Processo de Pensamento da TOC, que objetivou conduzir a mudança do problema central analisado. O próximo capítulo objetivou fazer um apanhado geral do andamento do Processo de Pensamento na pesquisa além de fazer uma análise crítica sobre o mesmo. Este capítulo pode ser analisado como uma memória de “cálculo” da

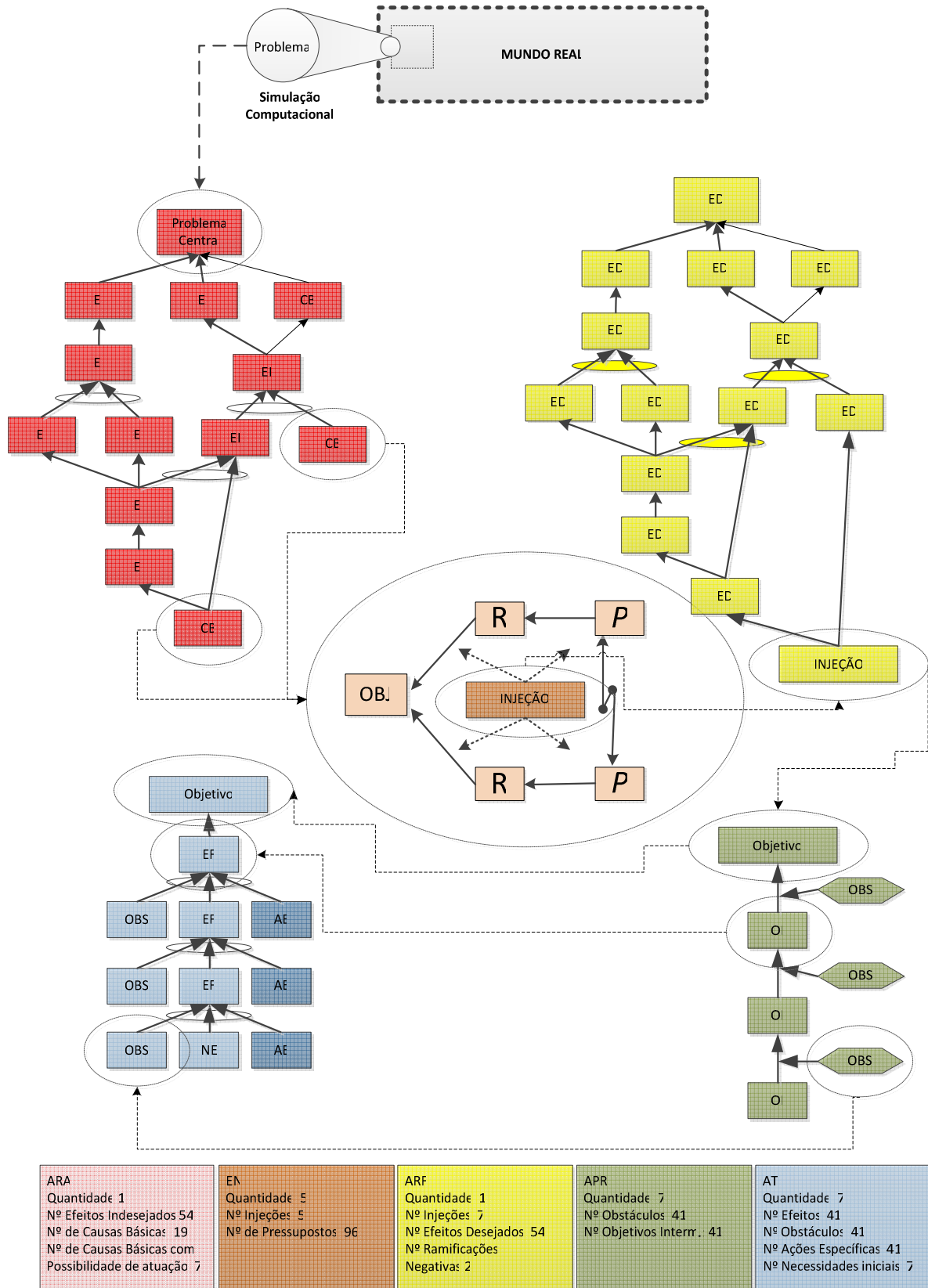
pesquisa, de forma a preparar o entendimento para a proposição da Governança para modelos de simulação, propriamente dita.

### 6.3 AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE PENSAMENTO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES NA PESQUISA

As ferramentas sequenciais (Árvore da Realidade Atual, Evaporação das Nuvens, Árvore da Realidade Futura, Árvore de Pré-Requisitos e Árvore de Transição) foram utilizadas para chegar, ao final, a este resultado, um plano de ação, considerando obstáculos para a implementação de um conjunto de injeções que foram testadas e desenvolvidas a partir de um problema central. O andamento destas ferramentas foi sequencial à medida que as perguntas “O que mudar?”, “Para o que Mudar” e “Como causar a Mudança?” foram sendo respondidas.

Para que este processo de desenvolvimento do Processo de Pensamento da TOC, na pesquisa, cuja dinâmica entre as ferramentas é complexa, seja entendido e avaliado, fez-se uma estrutura do andamento da pesquisa por meio da Figura 63.

Figura 63 - Processo de Pensamento na pesquisa



Fonte: Elaborado pelo Autor.

O processo da pesquisa se iniciou a partir de um problema, observado no mundo real. No caso específico da pesquisa, nos modelos de simulação computacional utilizados pelas empresas. A construção da ARA foi iniciada a partir deste problema e de 54 efeitos indesejados (EI) que poderiam estar causando o mesmo. Os efeitos indesejados foram agrupados em *clusters* por meio da identificação das relações de causa e efeito entre os mesmos, de forma a criar uma única estrutura. Quando terminada, foi possível identificar as causas básicas (CB) do problema que são os efeitos indesejados causadores do problema central.

A ARA mostrou-se como uma ferramenta capaz de estratificar o problema e, principalmente, localizar pontos de alavancagem para a realização da mudança. Como houve apenas duas interações entre pesquisador e especialista, acredita-se que a ARA, embora validada e dotada de muitos aspectos relevantes acerca do problema da pesquisa, não tenha considerado todas as questões referentes à longevidade funcional dos modelos de simulação, justamente por sua natureza indutiva e por sua delimitação. De qualquer forma, acredita-se que o pesquisador tenha conseguido em duas interações com especialistas, por meio de uma limitação de escopo de atuação, levantar questões importantes que auxiliaram na continuidade da pesquisa. Cabe ressaltar que até o momento anterior a estruturação da ARA, acreditava-se que a pesquisa se direcionaria, principalmente, aos aspectos referentes à manutenção dos modelos de simulação, mas após o processo de análise da ARA, constatou-se que existem questões relevantes no desenvolvimento do sistema que, igualmente, deveriam ser consideradas. Esta é uma evidência da aplicabilidade da ARA no processo de entendimento do problema analisado.

As 19 causas básicas identificadas, na ARA, foram o ponto inicial para a identificação de conflitos no sistema através da EN. Foram feitas 5 nuvens de conflito a partir de 7 causas básicas que eram passíveis de controle. Estes conflitos que eram os causadores do problema central da pesquisa tiveram que ser solucionados através de uma injeção. Como havia 5 nuvens, foram desenvolvidas 5 injeções, que poderiam solucionar o problema analisado, a partir da análise de 96 pressupostos presentes conflitos.

Muito mais que uma ferramenta, acredita-se que a EN seja uma nova forma de analisar conflitos. Encontraram-se dificuldades na tarefa de estruturação das nuvens. A natureza das causas básicas variou em nível de detalhamento e assim, muitas vezes, necessitou-se a análise e reflexão das causas básicas em uma dimensão menos agregada de detalhamento. A classificação das causas básicas em nível de dimensão de atuação possibilitou tal análise. A

ferramenta EN, mostrou-se como uma eficaz forma de estruturação de conflitos. A dificuldade foi encontrada na diferenciação entre requisitos e pré-requisitos, pois, muitas vezes, o conflito não estava localizado nos pré-requisitos, mas nos requisitos, obrigando assim, o pesquisador a reformulá-lo.

A formulação das injeções não foi uma tarefa simples. Ao final do processo, pode-se afirmar que tal tarefa foi realizada de forma adequada, visto que os pressupostos restritivos foram invalidados por meio de injeções criativas. O processo de Pensamento da TOC não tem mecanismos para a geração destas injeções, portanto esta atividade foi, essencialmente, realizada por meio de insights do pesquisador.

As injeções poderiam não ser totalmente eficazes, visto que poderiam estar causando ramificações negativas o sistema. Desta forma, as 5 injeções se tornaram 7, pois verificou-se na ARF que somente com as 5 primeiras injeções mais 2 adicionais, o problema central poderia, definitivamente, ser resolvido.

A ARF, que se atentou a esta tarefa, foi imprescindível no teste das injeções e no estudo das ramificações negativas e assim garantiu que o problema pudesse ser realmente resolvido. A construção da mesma não se mostrou uma tarefa complexa, pois a ARA e as injeções forneceram as ferramentas necessárias para tal realização. Contrariamente, para a análise das ramificações negativas, necessitou-se, primeiramente, de um processo reflexivo, semelhante à construção da ARA, e posteriormente criativo utilizado também na EN.

Todas as 7 injeções precisaram ser analisadas quanto a sua implementação. Para isto, necessitou-se que fosse verificada a presença de obstáculos para a implementação das mesmas. Estes obstáculos (OBS) são neutralizados a partir da inclusão de Objetivos Intermediários (OI) que são condições necessárias para que cada obstáculo seja sequencialmente superado. Para tanto, foram criadas 7 APR's, uma para cada injeção, para que os obstáculos identificados fossem neutralizados.

Esta ferramenta foi importante à medida que injeções não são garantias de solução. Os obstáculos são criados a cada momento no processo de mudança, portanto tal tarefa se mostrou significativa na implementação da mesma. O processo construtivo foi facilitado à medida que a verbalização de obstáculos é um processo que o ser humano gosta de fazer, segundo Goldratt (1994).

Poderiam, as APR's, terem sido construídas de forma agregada em uma mesma estrutura, mas acredita-se que o desenvolvimento paralelo aprofundou a reflexão sobre cada uma das injeções, visto que estas tinham naturezas distintas. Outro motivo para a

paralelização das APR's transcorre sobre o objetivo da pesquisa, pois a última fase da pesquisa preocupou-se com a interconexão das mesmas. Esta opção ainda evidenciou os elos entre as injeções, até então separadas, através do surgimento de obstáculos comuns nas diferentes APR's.

Como última parte do processo de pensamento, foram feitas 7 AT's para que um plano de ação fosse desenvolvido. Cada AT foi desenvolvida a partir dos obstáculos identificados (OBS), efeitos esperados (EF) e ações específicas (AE) para que os objetivos intermediários, identificados na APR, fossem alcançados.

Visto que foram encontradas diferentes formas de estruturações de AT's na literatura, o pesquisador teve que optar por uma, que lhe parecesse adequada. Encontrou-se, na AT, uma limitação, pois quando ações específicas contínuas foram necessárias, a mesma não teve a capacidade de estratificá-las. Considerando que a injeção pode ser uma atividade contínua, necessitar-se-ia que ações contínuas fossem realizadas. Embora seja uma limitação, esta não impactou o resultado da pesquisa.

A construção da AT não foi dificultada, visto que está vinculada ao resultado da APR. Embora, a APR e a AT se mostrem inter-relacionadas e, portanto, poderiam se tornar uma única ferramenta, acredita-se que tal diferenciação reside justamente no conceito de transição. Por esta razão, a Árvore de Transição caracteriza-se como um plano de ação que não considera mais obstáculos, apenas ações específicas e objetivos intermediários para a realização da mudança.

De uma maneira geral, o Processo de Pensamento se mostrou lógico e intuitivo no processo de gestão da mudança. A pesquisa construiu, com especialistas, a ARA, por se tratar da ferramenta base para as demais. O restante das ferramentas foi desenvolvido, portanto, a partir da ARA e de insights do pesquisador. Considerando que o tempo de realização das ferramentas é longo, impossibilitando o desenvolvimento de todas as ferramentas com interações com especialistas. Logicamente, isto contribuiria para a proposição final.

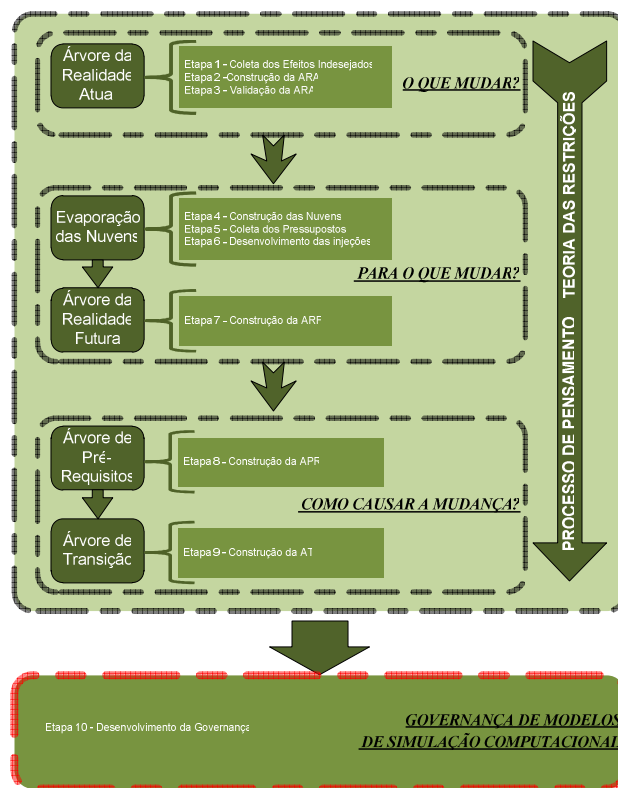
De qualquer maneira, acredita-se que, mesmo que cada uma das ferramentas tenha uma função específica e lógica e pudesse ser desenvolvida individualmente, a complementaridade das ferramentas contribuiu sinergicamente para um processo robusto de transformação. Como esta complementaridade considera todas as camadas de resistência à mudança, acredita-se que esta forneceu as condições necessárias para a proposição de uma mudança na forma de desenvolver, e principalmente manter o modelo de simulação computacional na empresa. Esta proposição foi desenvolvida no próximo capítulo.



## 7 GOVERNANCA DE MODELOS DE SIMULACAO

A pesquisa chegou à última etapa do método de trabalho, conforme Figura 64. Esta etapa buscou, principalmente, propor a estrutura de governança de modelos de simulação computacional a partir dos aspectos emergidos das ferramentas do Processo de Pensamento da TOC.

Figura 64 - Acompanhamento da pesquisa: governança de modelos de simulação computacional



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Para iniciar tal proposição, necessitou-se que o conceito de governança fosse apresentado e analisado:

A governança corporativa é o sistema segundo o qual as corporações de negócios são dirigidas e controladas. A estrutura de governança especifica a distribuição de direitos e responsabilidades entre os diferentes participantes da corporação (...) além de definir as regras e procedimentos para a tomada de decisão em relação a questões corporativas e oferece as bases através das quais os objetivos da empresa são estabelecidos, definindo os meios para se alcançarem tais objetivos [...] (ANDRADE E ROSSETTI, 2004, p. 23)

Este é o conceito de governança, pelo qual transcorreram as ideias para o desenvolvimento da estrutura de governança, pretendida pela pesquisa. A primeira pergunta que teve que ser respondida para a continuidade do desenvolvimento da proposição foi: por que se utilizou o termo governança e não o de modelo de gestão na pesquisa, considerando que conceitualmente são semelhantes?

Realmente, a essência das definições converge para uma mesma linha norteadora, optando-se pela definição "por governança" considerando, em especial, as características conceituais. A governança, conforme Hitt *et al* (2002) *apud* Andrade e Rossetti (2004), é o resultado do divórcio entre a propriedade e a gestão, caracterizando seu foco numa estrutura que maximiza a relação entre os membros executivos e acionistas do sistema. Entende-se que Mc Farlane e Kruzins (2006) se basearam nesta característica, pois embora não tenham explicitado o conceito de governança de simulação, se apropriaram de tal termo, por entender que os investimentos de simulação, que segundo os mesmos, são altos, necessitam de um gerenciamento adequado. Assim sendo, considerando que os altos custos da ferramenta (desenvolvimento e manutenção) e considerando a possibilidade de descontinuidade dos modelos de simulação (fatos evidenciados pela ARA), acredita-se que a empresa detentora dos modelos precisa compreender, incorporar, apoiar e acompanhar o investimento em simulação, realizado por ela. Em conclusão, desta forma, o termo governança é o mais adequado para esta função referida.

Para o problema de pesquisa, a corporação foi considerada, como um sistema pelo qual as atividades que envolvem simulação computacional são geridas internamente na empresa. O modelo que se pretende gerenciar através destas atividades é complexo e pode ser reutilizado por meio de simulações de diferentes áreas da empresa. Portanto, a governança aborda a definição das responsabilidades, processos, métricas e políticas orientadoras em um sistema que gere as atividades de simulação computacional na empresa.

A estrutura proposta é apresentada, primeiramente, em forma de Framework, que explicita o esqueleto de toda a proposta. Posteriormente, para detalhar o mesmo, integrar todas estas questões presentes no conceito de governança e unir as características dos aspectos que emergiram a partir do Processo de Pensamento da TOC, fez-se o uso, da metodologia de EPN, ARIS. Para finalizar, a contabilidade de ganhos da proposta também foi apontada para relacionar os custos e os ganhos da proposta, já que tal análise da governança é ampla e de difícil associação, quando os processos encontram-se separados. A contabilidade também

evidencia de que maneira a proposta de governança torna-se sustentável para os funcionários, empresa, equipe externa, etc. Estes três arranjos são descritos a partir da próxima seção.

## 7.1 PROPOSTA DE FRAMEWORK DA GOVERNANÇA DE MODELOS DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

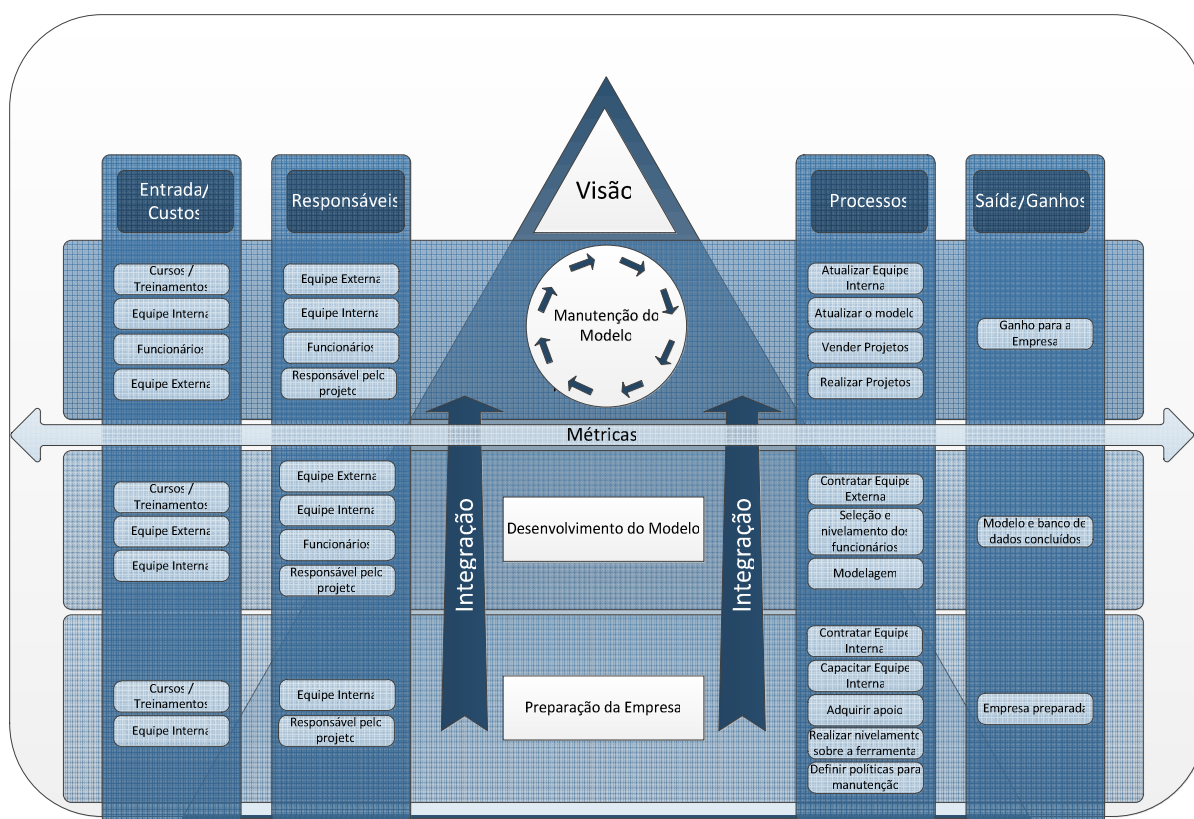
A estrutura desenvolvida que pode ser resumida em forma de Framework foi deduzida, pelo pesquisador, das relações de causa e efeito encontradas durante a evolução do processo de pensamento da Teoria das Restrições e referencial teórico.

O *Framework* está dividido em quatro dimensões de análise: entrada, responsáveis, processos e ganhos para a empresa. Estas se relacionam de forma matricial com as três fases distintas no processo de integração do modelo de simulação na empresa (preparação, desenvolvimento e manutenção).

A entrada / custos e a saída / ganhos são os aspectos pertinentes no cálculo da viabilidade econômica da governança. A entrada identifica os custos referentes a cada uma das fases de implementação da governança. Além de custos referentes às contratações e eventos e cursos, também são explicitados os valores que devem ser repassados aos departamentos/funcionários e à equipe interna caso o projeto de simulação seja implementado. A saída, principalmente da fase de manutenção, evidencia de que forma a empresa se beneficia de cada uma das fases. Os detalhes de cada uma das inter-relações entre a entrada/custos e a saída/ganhos da governança são explicitados na seção 7.5, por meio de uma contabilidade de ganhos.

Responsáveis e processos estão interacionados. Enquanto que os responsáveis descrevem os recursos humanos participantes de cada uma das fases de implementação da governança de modelos de simulação computacional, os processos apresentam de forma agregada o que deve ser feito. A inter-relação entre estas características para a preparação da empresa, desenvolvimento do sistema e a manutenção do mesmo são apresentadas nas seções 7.2, 7.3 e 7.4 respectivamente. O Framework pode ser visualizado da Figura 65.

Figura 65 - Framework da governança de modelos de simulação



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Existem duas questões que precisam ser apresentadas neste momento, pois sustentam todo o restante da estrutura e, por consequência, a integração e manutenção do modelo na empresa: a visão estratégica para a utilização do modelo e as métricas de controle.

A visão estratégica refere-se à aplicação do modelo de simulação computacional. O conteúdo desta diretriz orientadora pode conter o “como” e/ou o “para que” o modelo deva ser utilizado. Concordando com McFarlane e Kruzins (2006), esta visão deve estar voltada para o ganho global da empresa. Estes autores definiram que o modelo deve ser usado para treinar, testar e preparar a empresa com cenários em que há aumento de capacidade ou diminuição de custos. Acredita-se que a visão, para esta pesquisa, deva transcorrer sobre esta diretriz, cujo foco centraliza-se sobre o resultado global da empresa.

Outro fator relevante do Framework são as métricas de desempenho que sustentam a manutenção do modelo na empresa. São duas as principais métricas propostas: aderência real/simulado e o monitoramento do ganho de projeto implementado no sistema real. A primeira sustenta o modelo no que tange à credibilidade do modelo e a segunda aponta para os resultados que os projetos resultam para a empresa.

É importante salientar que a medida de aderência pode ser feita de diferentes formas (produção, ganho, [...]), mas deve ser calculada levando-se em consideração o delta entre o valor simulado no modelo e o valor real, ou seja, quando o projeto estiver implementado no sistema real. Esta métrica, não somente sustenta a realização da atividade de simulação através da credibilidade do modelo, como também auxilia o processo de “venda” de projetos internos.

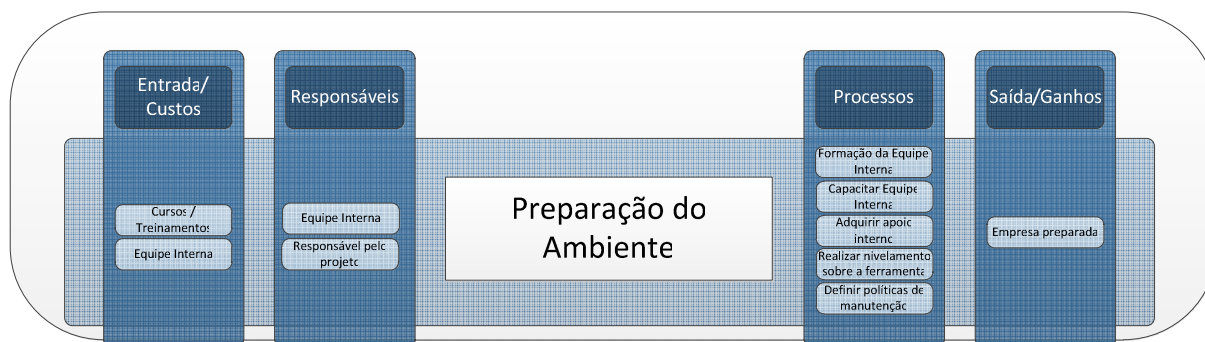
O ganho, conforme o conceito da TOC, também deve ser monitorado para que o projeto seja desenvolvido no sistema real, pois é através deste que é calculado o custo benefício de uma modificação no processo simulado. Como o sistema prevê o pagamento de um bônus variável aos departamentos/funcionários que realizarem projetos de forma adequada (planejamento do projeto através de uma proposta, teste de cenários no modelo, implementação no sistema real e documentação), esta métrica também tem a função de dimensionar tal benefício dado aos departamentos/funcionários, equipe interna e pagamento da estruturação dos dados. Enquanto que a dimensão dos projetos pode variar, dependendo do tamanho da empresa, recomenda-se que seja definida uma porcentagem do ganho do projeto como forma de pagamento de bônus. Considera-se para o bônus o delta do ganho do projeto conforme o conceito da TOC. Não é escopo da pesquisa, definir tal conceito, apenas evidenciar as diretrizes de mensuração. Embora a avaliação do retorno sobre investimentos seja importante no processo de decisão de implementação de projetos, a pesquisa não se preocupa com tal atividade, apenas foca na manutenção de modelos de simulação complexos reutilizáveis capazes de fornecer apoio no processo de decisão da empresa.

As três fases da implementação da governança são apresentadas, nas próximas seções, na forma de processos, para facilitar a compreensão das relações com os responsáveis pela integração do modelo na empresa.

## 7.2 PREPARAÇÃO DO AMBIENTE PARA O USO DO MODELO DE SIMULAÇÃO NA EMPRESA

A preparação é a etapa que antecede ao desenvolvimento do modelo. Antes do desenvolvimento do modelo, propriamente dito, necessita-se que a empresa esteja preparada para o recebimento do modelo, evitando, assim, movimentos internos de resistência e desconhecimento do projeto. Esta seção preocupa-se com o detalhamento das relações entre processos e responsáveis, relativos à fase de preparação da empresa, conforme Figura 66.

Figura 66 – Preparação do ambiente



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Como entrada para a concretização da etapa de preparação, necessita-se de recursos financeiros para a realização de cursos junto aos demais funcionários da empresa e manutenção da equipe interna para que os processos sejam concluídos adequadamente e seja possível preparar a empresa adequadamente. Este valor faz parte de um orçamento básico necessário para a manutenção das atividades de simulação na empresa que será detalhado na contabilidade de ganhos. Diferentemente às demais fases (desenvolvimento do sistema e manutenção) que emergiram, de forma conceitual, desde a ARA, esta fase se tornou evidente a partir das APR's e AT's, pois, estas demonstraram alguns obstáculos que deveriam ser superados em uma fase anterior ao desenvolvimento do modelo, ou seja, uma fase preparatória.

Inicia-se a preparação da empresa através de uma ideia, de incorporar à empresa um modelo de simulação computacional. Para a formalização desta ideia, uma pessoa, funcionário ou não, assume o papel de responsável pelo projeto. O responsável pelo projeto, que é o idealizador do modelo, tem participação vital nesta parte inicial da integração do modelo.

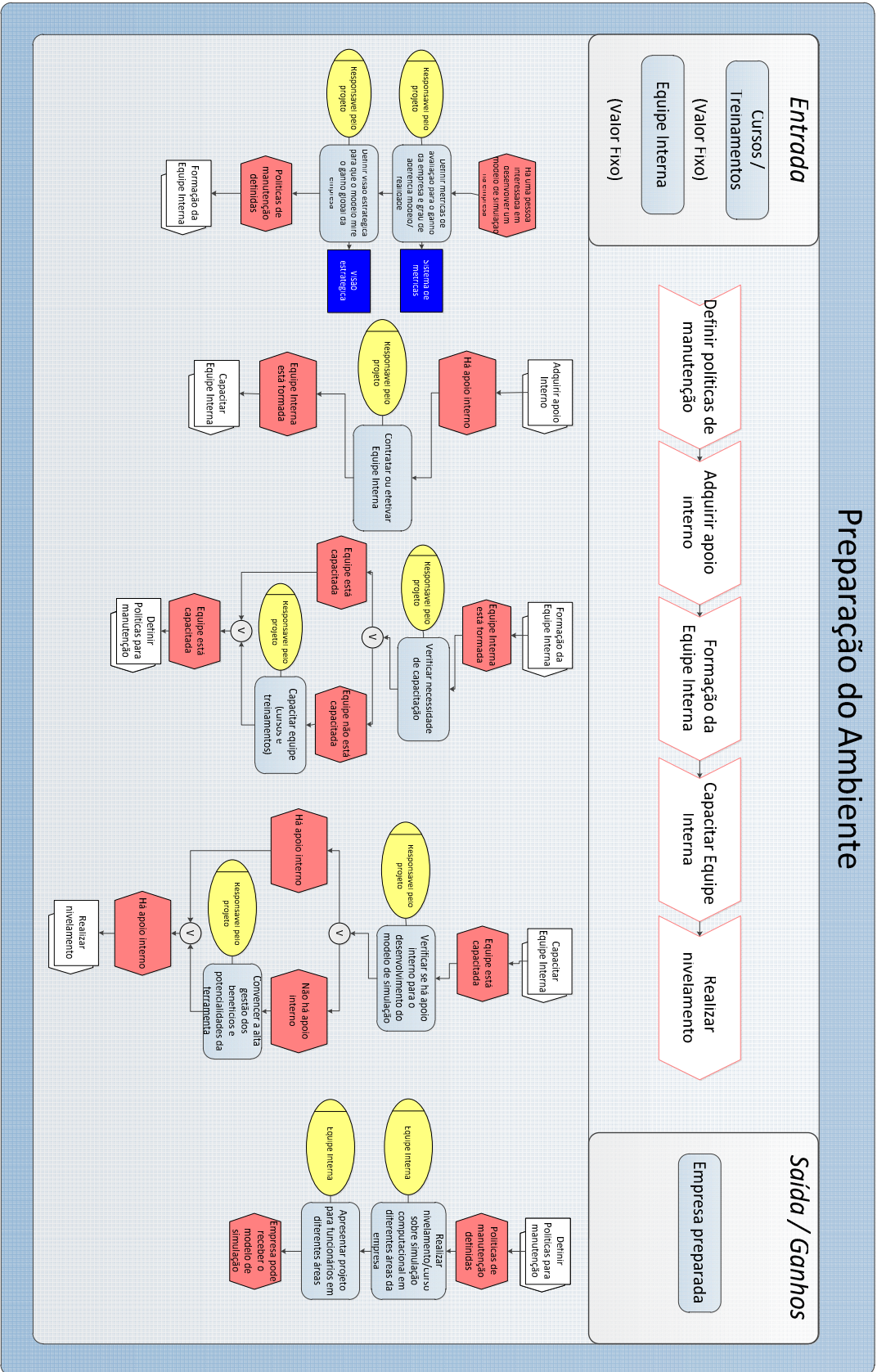
Resumidamente, o responsável pelo projeto inicia a preparação da empresa que remete às questões estruturais como contratações, convencimento da alta gestão e preparação dos departamentos/funcionários para posteriormente interagirem tanto no processo de desenvolvimento, como de manutenção do mesmo e tem como objetivo final deixar a empresa preparada para o desenvolvimento do modelo. A Figura 67 sintetiza a estrutura de processos referente à fase de preparação.

### **7.2.1 Definir políticas de manutenção dos modelos de simulação computacional**

As primeiras atividades de preparação da empresa consideram a formação daquelas que são as bases da integração do modelo na empresa: a visão estratégica e as métricas. As características destas questões já foram descritas anteriormente na seção 1.1, mas é nesta etapa que são desenvolvidas.

As métricas de aderência e de ganho são definidas no primeiro momento e posteriormente a visão estratégica é deliberada. As políticas orientadoras surgiram em todas as AT's, visto que sustentam a utilização e, principalmente, a manutenção do modelo. A sustentação garante não somente a manutenção, mas o processo de aceitação da ferramenta, que também se mostrou muito importante por meio da AT2 (desenvolvimento do modelo). Estas políticas devem ser desenvolvidas para que também sejam usadas no próximo processo, onde o apoio junto à alta gestão da empresa é solicitado.

Figura 67 – Processos da fase de preparação da empresa



Fonte: Elaborado pelo Autor.



### 7.2.2 Adquirir apoio Interno

Como principal processo desta etapa, o responsável pelo projeto deve adquirir apoio interno para desenvolver o sistema (modelo de simulação e base de dados estruturada) e solicitar o fornecimento de capacidade extra para os departamentos afetados pela falta de profissionais que participam da etapa de construção do sistema.

O processo de adquirir apoio interno que surgiu dos obstáculos presentes no desenvolvimento do modelo na AT2, objetiva antes de qualquer coisa, convencer a alta gestão da empresa sobre as potencialidades de um modelo de simulação computacional na empresa, juntamente com a base de dados estruturada, pois estes dificilmente acreditam em algo desconhecido, segundo relação de causa e efeito identificada na ARA. Um modelo construído corretamente não garante utilidade e credibilidade se não for abastecido de uma base de dados confiável. Portanto, prevê-se também a realização de uma ação de convencimento sobre os benefícios de um banco de dados estruturado que surgiu a partir da AT4 (financiamento da estruturação do banco de dados).

Este processo precisa, ainda, convencer os gestores a fornecer capacidade extra aos departamentos que disponibilizarem funcionários para o desenvolvimento do sistema (Injeção 1). O apoio garante que os funcionários participantes do desenvolvimento do sistema participem de forma pró ativa no que tange à formalização do mesmo e que os gestores dos departamentos afetados não criem resistência sobre o modelo.

Acredita-se que a forma adequada de adquirir o apoio para ambas às finalidades seja através de apresentações, demonstrações e cases de modelos utilizados por outras empresas. A ARA demonstrou que os gestores são convencidos à medida que conhecem a ferramenta e acreditam nas potencialidades da mesma. Mclean e Leong (2001) afirmam que para que a simulação seja aceita e utilizada pela empresa, esta precisa ser educada sobre as potencialidades da ferramenta. As políticas para manutenção são importantes para este processo, pois dão sustentação e regulam o funcionamento do modelo (visão estratégica) e medem a aderência do mesmo (métricas de desempenho). Desta maneira, o projeto torna-se factível, no que se refere à aplicação, pois está orientado ao ganho global da empresa, se regula e controla através de métricas de desempenho dos projetos (ganho para a empresa) e modelo (real/simulado).

Especialmente para justificar a estruturação do banco de dados que acarretará um adicional de custo ao projeto, paga-se o processo com uma porcentagem dos ganhos que os

projetos proporcionam à empresa. A forma de como esta equação é realizada, além dos custos de desenvolvimento do sistema e manutenção da estrutura responsável pela sustentação do modelo, é descrita na seção referente à contabilidade dos ganhos da proposta, seção 7.5. Esta que posteriormente é descrita também poderia auxiliar no processo de convencimento, pois evidencia a sustentabilidade financeira da proposta a longo prazo.

Quando estas atividades essenciais estiverem concluídas, parte-se para a etapa de formação da equipe interna. A formação da equipe interna inicializa o desenvolvimento estrutural do sistema. A próxima seção descreve como é realizado este processo.

### **7.2.3 Formação da equipe interna para as atividades de simulação na empresa**

A alta gestão está convencida sobre as potencialidades da ferramenta e conhece qual será sua participação no processo. Este é o ponto de partida para a formação da equipe interna, que será responsável pela execução de grande parte dos processos internos que envolvem a ferramenta.

O próximo passo do responsável pelo projeto, que é o primeiro membro da equipe interna e gestor da área, é a contratação ou efetivação de funcionários internos para esta função. Esta necessidade se tornou evidente em todas as AT's e ressaltou a importância de uma equipe interna na empresa para a realização das atividades referentes à simulação. Existem duas possibilidades para esta atividade: contratação ou efetivação. A contratação remete à busca no mercado por pessoas para desempenharem as atividades que envolvem os projetos de simulação na empresa. Outra possibilidade é a efetivação de funcionários da empresa para esta função.

O tamanho da equipe interna depende da dimensão do modelo, da empresa e dos projetos, portanto não pode ser pré-determinado. O mais importante é que esta equipe esteja formada e conheça o processo de simulação computacional. Para isto, exige-se que esta competência seja verificada na contratação ou efetivação da equipe interna.

### **7.2.4 Capacitação da Equipe interna de simulação**

Caso a equipe não esteja capacitada, há a necessidade de capacitação que pode ser concluída através de treinamentos e/ou cursos sobre simulação computacionais pagos pelo orçamento básico da área. Embora existam diferentes formas para tal verificação (provas,

especialistas, etc) recomenda-se que esta tarefa seja realizada pelo responsável do projeto. Entende-se que este, deva estar familiarizado com a ferramenta e por esta razão, tenha a capacidade de avaliação.

Todas as expertises identificadas por Machado (2006) devem ser verificadas. Isto significa que a equipe interna deve ter habilidade estatística, computacional e de modelagem. Cabe ressaltar que, não necessariamente, cada membro da equipe interna deve ter estes conhecimentos, mas o conjunto da equipe.

A capacitação, caso seja necessária, é proporcionada pela empresa por meio de um orçamento básico, que é detalhado na seção 7.5, que paga cursos e treinamentos para os mesmos. Estes cuidados garantem que a empresa tenha uma equipe capacitada para exercer o cargo na empresa. O conhecimento relativo ao sistema que se pretende modelar também deve ser dominado pela equipe interna, pois este é o fio condutor entre o sistema e o modelo concluído. Sendo assim, caso não o tenham, necessita-se que o nivelamento sobre a empresa ou sistema analisado seja realizado.

Estas características necessárias para a equipe interna também surgiram de todas as AT's, pois existe a preocupação com a formação de uma equipe interna, e, principalmente, com a capacidade destes gerirem, de maneira adequada, as atividades de simulação computacional. A equipe interna capacitada se torna importante à medida que se identifica como um elo de ligação entre a empresa, departamentos/funcionários interessados em realizar os projetos, modelos de simulação e equipe externa.

A partir deste momento, a equipe interna, precisa preparar os funcionários para que estes estejam familiarizados com o projeto e conheçam as potencialidades da ferramenta que está sendo desenvolvida.

### **7.2.5 Realizar nivelamento dos funcionários sobre a ferramenta e o modelo de simulação**

Os funcionários têm papel fundamental no que se refere à continuidade do modelo, portanto, estes precisam, já nesta fase, conhecer o projeto. Além de entenderem sobre o projeto e a finalidade do mesmo, estes também necessitam, sobretudo, conhecer o processo de simulação computacional. Possíveis consumidores precisam conhecer a ferramenta, bem como o modelo que esta sendo desenvolvido (MCLEAN E LEONG, 2001).

Evidenciou-se esta importância através dos obstáculos identificados nas APR 2 e 5 referentes ao desenvolvimento, no que tange à construção do modelo e à manutenção do

sistema por meio da realização de projetos, respectivamente. As AT's trataram desta situação por meio de ações específicas voltadas para o nivelamento dos funcionários.

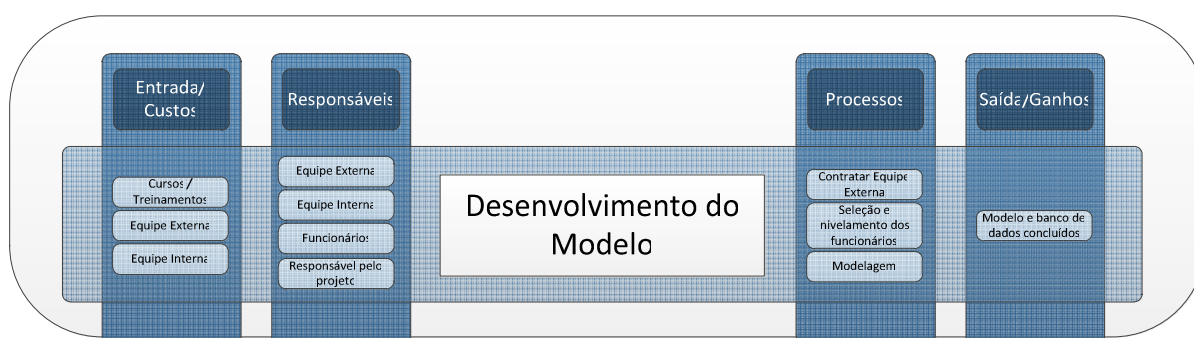
Este processo de nivelamento pode ser realizado através de apresentações sobre o projeto e a partir dos conhecimentos básicos de simulação. O processo de nivelamento serve para que os funcionários estejam aptos a avaliarem as possibilidades de projetos de melhoria da empresa, bem como a possibilidade de adequação destes à ferramenta de simulação proposta.

Estes processos, quando concluídos, habilitam a empresa a iniciar a fase de desenvolvimento do modelo que, além de demandar a equipe interna, também faz uso de uma equipe externa. A fase de desenvolvimento do modelo foi descrita na próxima seção.

### 7.3 DESENVOLVIMENTO DO MODELO

A etapa de desenvolvimento do modelo é responsável por tornar o projeto, cujas diretrizes já foram definidas anteriormente, em um modelo de simulação computacional, capaz de auxiliar os gestores departamentais no processo de tomada de decisão. A Figura 68 explicita os componentes desta fase de desenvolvimento do modelo.

Figura 68 – Desenvolvimento do modelo



Fonte: Elaborado pelo Autor.

A entrada do processo contém a necessidade de recursos financeiros para a realização de cursos e treinamentos, manutenção da equipe interna e contratação da equipe externa. Os participantes deste processo são a equipe externa e interna, departamentos/funcionários e responsável pelo projeto. Estes participantes realizam atividades voltadas para a contratação de equipe externa, seleção e nivelamento dos funcionários e modelagem do sistema. O

produto final desta fase é um sistema (modelo de simulação e banco de dados estruturado) concluído e pronto para ser utilizado na empresa.

Cabe ressaltar que esta fase considera o desenvolvimento de um sistema, que não impede que outros sejam incorporados à organização. A empresa pode desenvolver vários sistemas para o apoio à tomada de decisão, aproveitando a estrutura interna já desenvolvida.

Embora, a empresa esteja preparada, algumas ações identificadas nas AT's do processo de pensamento devem ser realizadas para que o processo de desenvolvimento seja concluído de forma adequada. Assim, existem as condições necessárias para o processo de obtenção do modelo, propriamente dito.

### **7.3.1 Contratar a Equipe Externa**

A contratação da equipe externa está vinculada, primeiramente, à listagem de equipes externas experientes na expertise requerida por parte da equipe interna e responsável pelo projeto e pela formalização da demanda. Faz-se então, a listagem de equipes externas experientes para o desenvolvimento e posterior manutenção do sistema. Compreendem-se equipes externas, como empresas especializadas em modelagem de sistemas produtivos. Esta necessidade se tornou evidente na análise das AT's 2 e 5, para a manutenção e desenvolvimento do sistema computacional respectivamente.

Como estas ações específicas surgiram separadamente nas AT's referentes ao desenvolvimento do sistema e banco de dados estruturado e manutenção dos mesmos, AT2, AT4 e AT5 respectivamente, acredita-se que estas possam ser desempenhadas pela mesma equipe externa.

Sendo assim, considerando que seja a mesma equipe externa responsável pelo desenvolvimento e manutenção, necessita-se que, paralelamente à listagem das equipes externas, um documento referente à demanda pretendida, seja formalizado. Para esta atividade, algumas características básicas do projeto devem ser explicitadas:

- I. Os modelos de simulação têm como característica o foco na análise global da empresa e a reutilização. Com um sistema configurado desta forma, é possível que diferentes departamentos internos possam desenvolver projetos de simulação computacional sobre uma mesma base de análise.
- II. A estruturação do banco de dados também é especificada. Como particularidade deste sistema, exige-se rapidez na coleta de dados e uma solução computacional que

confira automaticidade a este processo de coleta, que, muitas vezes, é manual e lento. Através deste sistema, os dados são dotados de confiabilidade e de fácil aquisição. Desta forma, necessita-se que seja pago um valor fixo pelo desenvolvimento do modelo e da estruturação do banco de dados.

- III. O último ponto do escopo da demanda, formalizada pela empresa, contém os termos de manutenção do sistema. O período de atualização definido deve ser obrigatoriamente, maior que o tempo necessário para atualização do sistema. Para estas tarefas, um valor fixo é pago à equipe externa para que esta acompanhe o ciclo de vida do sistema desenvolvido. Um valor variável também pode ser considerado para ser pago à equipe externa caso sejam simulados cenários complexos em que a estrutura do modelo é modificada, mas esta situação não é considerada na pesquisa. Estas configurações devem ser planejadas e especificadas, dependendo da complexidade do modelo e do sistema modelado.
- IV. O pagamento está condicionado à entrega do sistema ou da atualização juntamente com a documentação de todo o processo desenvolvido. Isto significa que, não somente ocorre a entrega do sistema à empresa, mas a transferência de toda a tecnologia empregada no mesmo. Esta documentação, além de garantir que o conhecimento sobre o modelo esteja completamente formalizado e que a empresa não se torne dependente da equipe externa para a manutenção do sistema, caso esta descontinue ou dificulte a manutenção do mesmo, habilita a mesma a contratar outra equipe externa, caso julgue necessário.

Todas estas características relatadas devem estar explicitadas em um documento sobre a demanda desejada pela equipe interna e responsável por simulação. Sendo assim, após a obtenção da lista, encaminha-se este documento às equipes externas listadas. Aguardam-se, neste momento, as empresas se manifestarem e demonstrarem interesse através de uma proposta com o preço do serviço, durante um tempo determinado.

Quando as propostas de serviço chegam à empresa, está previsto uma verificação de adequação e comparação das propostas comerciais enviadas pelas equipes externas. As propostas de preços para o serviços são analisadas através da comparação entre equipes interessadas no serviço. Caso a proposta não esteja adequada, é feito novamente o contato com a empresa encaminhando a demanda correta. A equipe interna, jurídica e de RH ficam

responsáveis por esta tarefa e, em caso de adequação, pode-se formalizar a contratação da equipe externa.

Resumidamente, ao final, contrata-se a equipe que concordar com a demanda encaminhada e estipular um preço aceitável para o serviço, segundo padrões da empresa. Com a equipe externa selecionada e contratada, inicia-se uma fase de desenvolvimento do sistema.

### **7.3.2 Seleção e nivelamento dos funcionários para a participação nas reuniões de desenvolvimento do modelo**

O processo de modelagem faz uso, não somente de uma equipe conhecedora do processo de modelagem, mas também de pessoas conhecedoras do sistema a ser modelado. Estas pessoas são nominadas de representantes do sistema e são importantes no que tange à explicitação das características do sistema.

Considerando esta importância, seleciona-se um número limitado dos representantes do sistema. Tal limitação foi apresentada na APR2, pois se evidenciaram obstáculos na etapa de desenvolvimento do modelo. Esta função de seleção, que fica a cargo da equipe interna, é baseada no conhecimento do funcionário sobre o sistema analisado. Recomenda-se que sejam selecionados, através de uma lista, no mínimo, tantos funcionários representantes do sistema quanto o número de processos modelados do sistema.

Quando esta seleção estiver completa é verificado se os selecionados têm os conhecimentos de simulação. Caso não o tenham, é realizado um nivelamento sobre a ferramenta e o projeto do modelo. Nota-se que este é um processo redundante com a etapa de preparação onde um nivelamento para os funcionários também está previsto. A redundância marca a importância deste requisito.

Para finalizar este processo, a equipe interna, agora com a lista de funcionários representantes do sistema que participarão das reuniões de modelagem devidamente preparados, agenda as reuniões de modelagem. A quantidade de reuniões a serem agendadas deve ser dimensionada pela equipe externa, pois esta varia de acordo com o grau de complexidade do modelo.

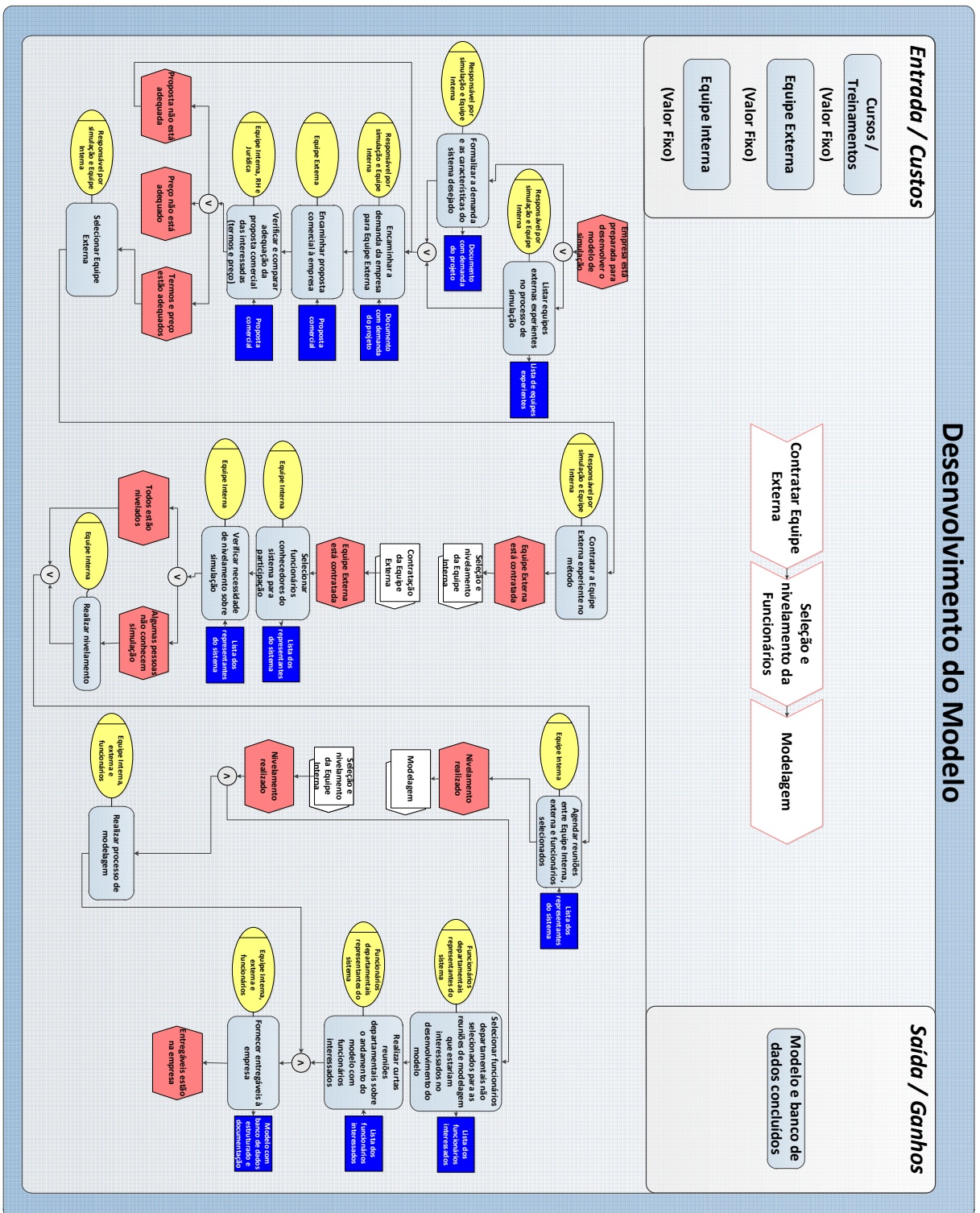
### 7.3.3 Modelagem

A modelagem é o processo de transformação do sistema real em um modelo de simulação computacional. Nesta situação específica, modelagem, também engloba o sistema de estruturação do banco de dados. As reuniões de modelagem devidamente marcadas são úteis para o desenho do modelo em formato de um programa computacional.

As reuniões de modelagem são compostas, então, por representantes do sistema (funcionários), modeladores (equipe externa) e mediadores (equipe interna). Ao final destas reuniões, o sistema todo (modelo e sistema de estruturação da base de dados) está concluído, pois à medida que as reuniões são realizadas, a equipe externa vai desenvolvendo o produto.



Figura 69 - Processos da fase de desenvolvimento do modelo



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Um fator importante, que deve ser considerado, é o processo em que os funcionários representantes do sistema selecionados acordam com os demais funcionários sobre o

desenvolvimento do modelo. Este processo emergiu a partir da análise das ramificações negativas no Processo de Pensamento. Por esta razão, necessita-se de uma atividade paralela às reuniões de modelagem. Esta atividade é a forma de incluir os demais funcionários no processo de construção do sistema.

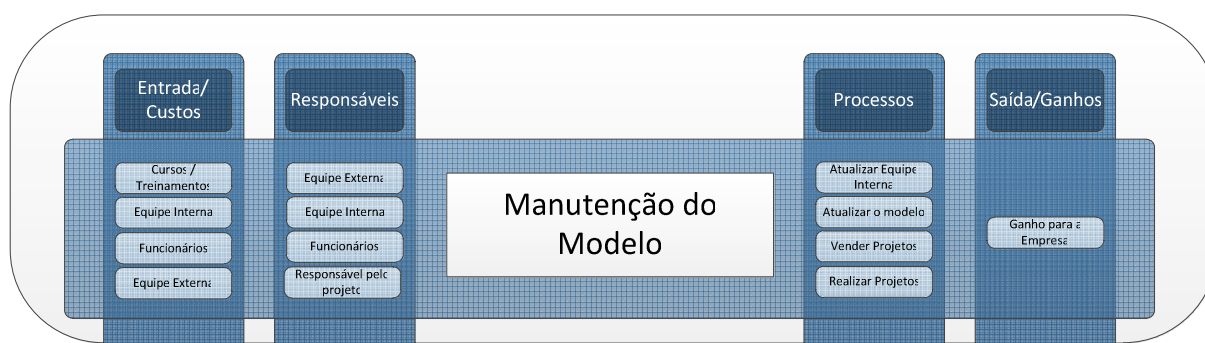
Primeiramente, os funcionários selecionados, através de uma lista, selecionam colegas departamentais interessados em participar do processo de construção, visto que podem existir pessoas não interessadas em tal desenvolvimento (APR3). A partir desta lista de interessados, são realizadas curtas reuniões departamentais sobre o processo de modelagem, entre cada funcionário representante do sistema com colegas departamentais interessados em tal processo. Desta forma, acredita-se, que estes colegas, que futuramente poderão demandar projetos de simulação, não criarão resistência sobre o modelo. Estas ações especiais são oriundas da AT3, referente à habilitação dos funcionários para o desenvolvimento de projetos.

O processo, juntamente com a fase de desenvolvimento, é finalizado quando o produto está pronto e devidamente documentado. Os entregáveis de projetos (modelo de simulação desenvolvido e sistema de estruturação do banco de dados) são então encaminhados para a empresa que inicia a etapa de manutenção do modelo de simulação computacional. Estas questões devem ser consideradas, visto que obstáculos foram identificados no processo de formalização do conhecimento (APR6). Acredita-se que, a partir deste momento o modelo esteja apto a entrar em funcionamento e, assim, a manutenção se torna importante.

#### 7.4 MANUTENÇÃO DO MODELO

A manutenção é a última etapa prevista para a integração de um modelo de simulação computacional na empresa. Embora esta fase se inicie após a conclusão do modelo, a mesma deve ser pensada e estruturada desde o início de todo o processo de integração e manutenção dos modelos. Evidenciou-se esta necessidade a partir da análise da ARA. Em vez de ser finita como as outras etapas, esta é recorrente e contínua na realização de seus processos. Cabe ressaltar que, ainda que possam surgir novos modelos, propõe-se na pesquisa a reutilização dos modelos desenvolvidos por meio da realização de projetos que façam uso dos mesmos. A Figura 70 demonstra os elementos pertencentes à fase de manutenção.

Figura 70 – Manutenção dos modelos de simulação



Fonte: Elaborado pelo Autor.

A entrada para a realização da manutenção do modelo concluído é o orçamento inicial (pagamento de cursos e salários da equipe interna), valor fixo pago à equipe externa e valores variáveis oriundos dos ganhos que os projetos proporcionam para a empresa que podem ser pagos em forma de bônus para a equipe interna e departamentos/funcionários idealizadores do projeto.

Os responsáveis pela realização dos processos de manutenção (atualização da equipe interna e modelo e vender e realizar projetos de simulação) são a equipe interna e externa, funcionários e responsável pelo projeto. O produto desta fase é a constante geração de ganhos para a empresa.

À medida que a empresa está preparada e o sistema totalmente concluído, faz-se as operações voltadas para a sustentabilidade do modelo na empresa. O objeto de estudo volta-se diretamente sobre esta fase que deve ser gerenciada adequadamente. Os principais processos para esta fase são a atualização da equipe externa, atualização do modelo, venda de projetos e realização de projetos.

#### 7.4.1 Atualizar a equipe interna

Um fator importante, que deve ser ressaltado, é a capacitação da equipe interna. Além de centralizar as ações, a equipe interna é a ligação entre a equipe externa, conhecedora da ferramenta de simulação computacional e o sistema modelado. Por esta razão, necessita-se que ela se atualize. Esta questão está vinculada também a Mclean e Leong (2001) que sugerem uma estrutura em que há um ambiente de pesquisa sobre simulação computacional. Neste ambiente ocorrem trocas de experiências e novos tópicos são estudados.

A finalidade da atualização da equipe interna emerge da necessidade de que todos os membros desta busquem novas ideias, além de garantir, que o processo de documentação seja adequado. A documentação é possível, segundo análise do Processo de Pensamento empregado na pesquisa, enquanto que os funcionários não tenham o sentimento de estarem perdendo valor para a empresa.

Uma lista de cursos interessantes sobre simulação computacional deve ser primeiramente criada e posteriormente, constantemente atualizada, conforme a AT6 (Formalização do conhecimento). Assim, o responsável pelo projeto, que controla esta seleção, pode oferecer cursos para a equipe interna. Obviamente, nem sempre estes membros estarão dispostos a realizar tais cursos, mas, no caso de se interessarem, a empresa poderá pagar parte do curso por meio de um orçamento básico sustentado pela reutilização do modelo (AT6). Os detalhes sobre este orçamento estão descritos na seção 7.5. Mesmo que parcial, esta contribuição é uma forma de incentivo concreto aos membros da equipe interna que, assim, se manteriam valiosos para a empresa.

O processo de atualização da equipe interna, contrariamente aos demais processos de outras fases já descritos, tem como característica não ser finito, ou seja, periodicamente o mesmo é reiniciado. Feita a atualização da equipe interna, faz-se necessária a atualização do modelo.



### 7.4.2 Atualizar o modelo

Para que o modelo não se torne obsoleto, que foi um *cluster* identificado na ARA, atualiza-se o mesmo continuamente. A atualização é o processo principal da fase de manutenção, visto que sem este não são realizados projetos. Estrategicamente, o modelo deve sempre manter-se atualizado, tanto no que se refere à lógica e à estrutura, como também aos dados.

O processo se inicia com a verificação do sistema modelado, por parte da equipe interna. Caso tenha havido alguma modificação no processo, tanto de ordem lógica, como estrutural, a equipe interna sinaliza para a equipe externa e a atualização destes aspectos é concluída. Esta atividade vincula-se à possibilidade do sistema não se alterar estruturalmente, desenvolvida na APR5 (manutenção do sistema). A mudança estrutural pode ser sinalizada também, caso o indicador Real/Simulado esteja atestando uma inconsistência estrutural do modelo. Neste caso, a equipe externa deve verificar os processos de validação, bem como a lógica estrutura do mesmo. Portanto, a equipe interna fica responsável pelo monitoramento estrutural do modelo.

Estando o modelo verificado, faz-se a atividade obrigatória deste processo que é a atualização dos dados e posterior documentação. As atividades de atualização dos dados estão diretamente vinculadas ao uso do banco de dados, agora estruturado. Acredita-se que desta forma, o processo se tornará automático e rápido. O modelo atualizado é então entregue à equipe interna juntamente com os entregáveis referentes às documentações. Estes processos de atualização (dados e lógica/estrutura) e documentação sempre são realizados conjuntamente. Caso contrário, o pagamento para a equipe externa não é efetivado. Na hipótese de tudo transcorrer adequadamente, o pagamento é efetivado e é aguardado o novo período de atualização.

O modelo atualizado garante que o modelo sempre esteja pronto para a realização de projetos de simulação computacional na empresa. Diferentes áreas podem se habilitar para utilizar esta ferramenta analítica de apoio à decisão e para que a empresa entenda, veja e considere o modelo de simulação desenvolvido, é necessária uma ação paralela de venda.

### 7.4.3 Vender projetos

Esta, talvez seja a atividade estratégica para a continuidade e manutenção do modelo de simulação da empresa. Uma vez que existe o modelo e existem pessoas controlando a aplicação do mesmo, faz-se necessário o incentivo aos departamentos/funcionários para que estes, dotados de conhecimento do sistema, com hipóteses de possíveis melhorias e/ou ampliações, possam testar suas ideias no simulador, de maneira a obter apoio para implementação. Esta venda deve ser realizada por meio das ações específicas oriundas da AT5, referente à manutenção do sistema, para a constante reutilização do modelo.

A atividade de venda de projetos é realizada pela equipe interna e sua função é apresentar tanto o modelo, dotado de suas métricas de desempenho, como a ferramenta de simulação computacional na forma de cases de outras empresas, trabalhos acadêmicos, exemplos internos, etc.

Quando já tiverem sido desenvolvidos vários projetos, recomendam-se também fóruns de discussão nos quais funcionários interdepartamentais possam apresentar resultados de projetos de simulação computacional, dialogar sobre questões referentes à aplicabilidade da ferramenta e sugerir novas ideias. A partir destas atividades, oriundas da AT5, novas hipóteses podem emergir e conseqüentemente novos projetos de simulação podem ser desenvolvidos. Acredita-se que seja possível, deste modo, instigar os departamentos/funcionários a participarem da manutenção do modelo.

Como no processo de atualização de dados e equipe interna, este processo também é recorrente. Mesmo que projetos sejam realizados, este processo deve ser mantido de forma paralela. O produto deste processo descrito inicia o mais longo processo da fase de manutenção do modelo na empresa.

### 7.4.4 Realizar Projetos

A realização de projetos, propriamente dita, começa com uma saída do processo de venda ou independentemente, no caso de já conhecer a ferramenta. Importante é que o processo só prossiga se o modelo estiver devidamente atualizado, pois se o modelo estiver desatualizado, o projeto pode perder credibilidade. Este ponto surgiu da análise da ARA onde o *cluster 4* referencia a possibilidade de obsolescência do modelo.

Os projetos poderiam ser realizados, mas a APR 5 identificou a possibilidade destes estarem desalinhados com a visão sobre a qual o modelo foi desenvolvido. A equipe interna necessita criar então, primeiramente, um *Template* de proposta para o projeto. Este *Template*, ao final de todo o processo de simulação, deve estar preenchido no que se refere a cinco importantes questões sobre o projeto:

- I. Objetivo – Neste campo os departamentos/funcionários devem evidenciar qual é a principal finalidade do projeto. Esta questão auxiliará a análise do alinhamento entre o projeto e a visão sobre a qual a construção do modelo foi baseada.
- II. Como deseja simular o cenário – Como os departamentos/funcionários compreendem, neste momento, sobre simulação computacional, estes necessitam explicitar de que forma pretendem realizar o processo de simulação. Esta explicitação identifica que variáveis do sistema real devem ser modificadas para que o cenário seja simulado. A equipe interna analisa se é possível realizar este cenário.
- III. Expectativa do projeto – O que se espera das rodadas de simulação? Esta questão deve provocar os departamentos/funcionários a imaginarem o possível resultado do projeto de simulação. Tal preenchimento auxilia no processo de análise dos resultados realizados pela equipe interna e externa.
- IV. Campo de análise – Quem preenche este campo é a equipe interna após a realização do projeto. Baseado nas expectativas dos departamentos/funcionários faz-se, neste campo, uma análise dos resultados. Mesmo que as referidas expectativas não tenham sido atingidas, neste campo, a equipe interna faz a análise do comportamento de diferentes variáveis, além de sugerir novas experiências a partir da mesma. Este campo, sobretudo, auxilia os departamentos/funcionários a entenderem a resultado das rodadas de simulação.
- V. Autorização do gestor – Além destes campos relacionados diretamente aos projetos, necessita-se também de um campo de autorização referente à habilitação do funcionário. O gestor departamental somente assina este campo se o funcionário tiver cumprido as metas departamentais. Esta questão emergiu da injeção adicional referente à documentação dos processo de simulação.

Estes cinco campos devem estar presentes no template de proposta. A partir desta construção, inicia-se efetivamente o desenvolvimento do projeto e a equipe interna encaminha



o mesmo às áreas interessadas, as quais que definiram os funcionários que participam no projeto.

O funcionário inicia a verificação do cumprimento de metas departamentais. Caso as tenha cumprido, necessita-se que o funcionário solicite, junto a seu gestor, uma assinatura que ateste o bom desempenho departamental. Como a injeção 5 (documentação) prevê o pagamento de um bônus aos departamentos/funcionários, entende-se todo o departamento se beneficiará, e, portanto, esta tarefa será facilitada.

Estando completa a habilitação do funcionário, este necessita encaminhar a proposta com todas as questões preenchidas, exceto a de análise, à equipe interna que irá avaliá-la. Esta atividade é importante, pois verifica, primeiramente, se o projeto está alinhado com os objetivos a partir dos quais foi desenvolvido e, por conseguinte, se a simulação é possível. Se o projeto não estiver alinhado com a visão desenvolvida ou se não for possível de ser simulado, a equipe interna comunica isto ao funcionário. Este, por sua vez, avalia se a proposta pode ser reenviada após correções, para que uma nova requisição seja feita.

Quando o projeto for possível realizar e ele estiver adequado com as políticas de uso de modelo, este é simulado pela equipe interna e/ou equipe externa. A análise do projeto é propiciada pelo resultado das rodadas de simulação e pelas expectativas do funcionário que foram formalizadas pela proposta enviada à equipe interna. A equipe interna entrega ao funcionário a análise, juntamente com observações, já que mesmo que as expectativas não tenham sido concretizadas, outros fatores do sistema podem ter sido alterados positivamente ou negativamente.

O departamento/funcionário detém, com a análise, um apoio computacional para o desenvolvimento do projeto no sistema real. Ao final do projeto, o mesmo deve enviar um *Template* de relatório, não somente com as questões presentes na proposta, mas também com os aspectos referentes ao fim do projeto que é uma fase que não é acompanhada pela equipe interna. Estas questões são importantes em termos de documentações e também para avaliar e atualizar as métricas de controle do modelo.

O relatório, então, é examinado para verificar se está adequadamente documentado. Se não estiver, este deve ser corrigido pelo departamento/funcionário e novamente entregue à equipe interna. O objetivo da segunda avaliação, caso esteja devidamente documentado, é verificar se o projeto será implementado, pois este fator é determinante para o pagamento de bônus ao departamento/funcionário, à equipe interna e para a estruturação do banco de dados.

Se não for implementado, nada é feito, mas, caso contrário, um processo de acompanhamento da implementação é iniciado. O acompanhamento tem a função de posteriormente atualizar as métricas de desempenho (Ganho para a empresa e comparação Real/Simulado) do modelo. Esta questão de monitoramento do projeto para o pagamento do ganho é oriunda também da AT 5. A última etapa deste processo de realização de projetos é a verificação, por parte da equipe interna, se houve ganho no resultado da empresa com a realização do projeto. É importante ressaltar novamente que o ganho é calculado conforme o conceito da TOC.

Finalmente, paga-se o bônus aos departamentos/funcionários, à equipe interna e parte do custo referente à estruturação do bando de dados é quitado, caso tenha havido um ganho no resultado da empresa. Assim, termina-se o processo da prática dos projetos. Neste último ponto, ficam evidentes os benefícios advindos desta prática de simulação para a empresa.

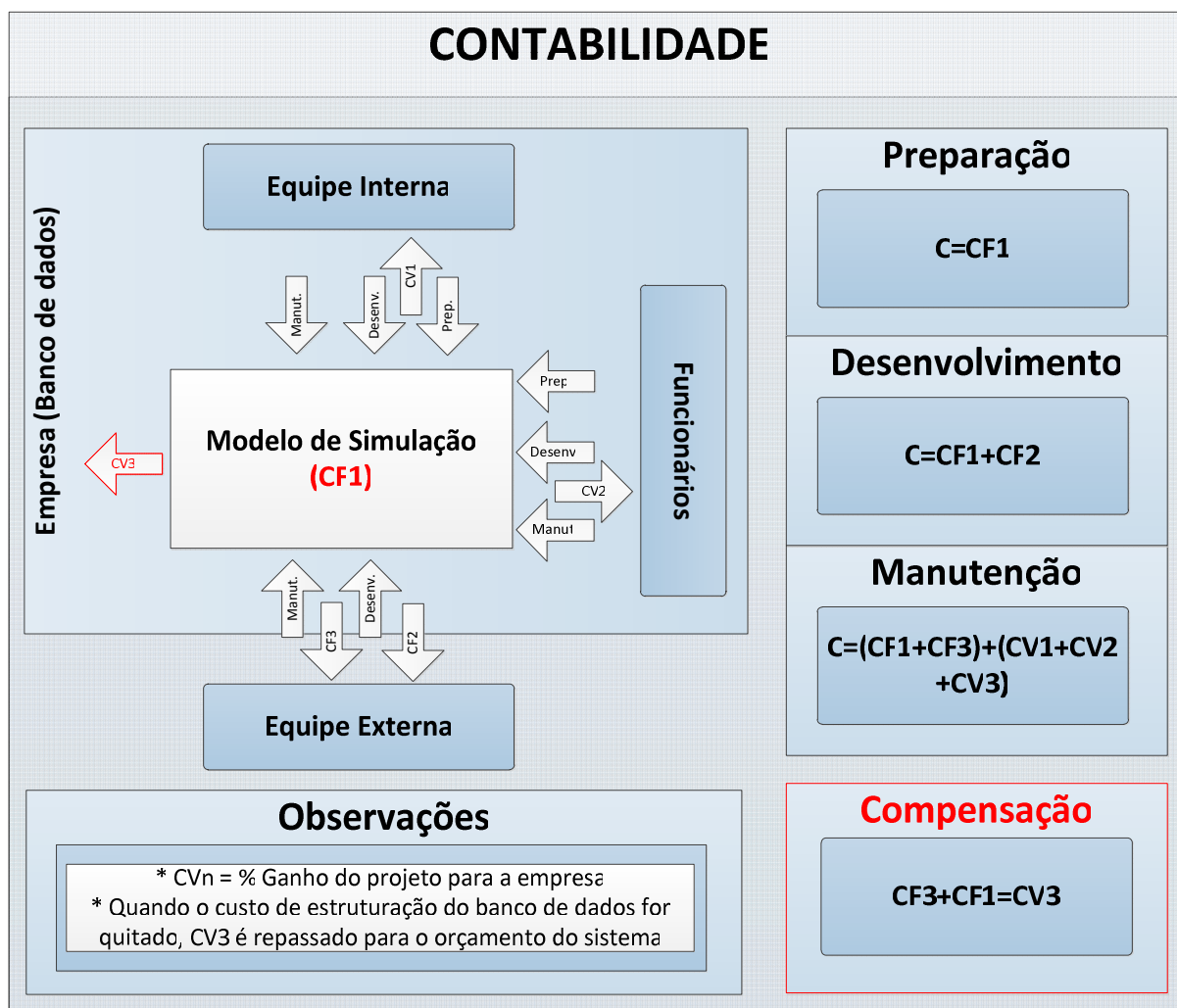
A partir do final deste processo da fase de manutenção, acredita-se que o modelo tenha as condições necessárias para, em termos de processos, se sustentar no longo prazo. No que tange à viabilidade financeira de implementação, necessita-se que os componentes custos e ganhos sejam equacionados. Para que estes pontos relativos ao ganho e orçamento sejam esclarecidos, descreve-se, na próxima seção, a contabilidade de ganhos da estrutura de governança proposta para modelos de simulação computacional.

## 7.5 CONTABILIDADE DE GANHOS

O foco da contabilidade de ganhos da governança proposta são os benefícios financeiros que os projetos podem proporcionar à empresa, segundo conceito da TOC. Os custos variáveis e os investimentos são compensados pelos ganhos providos de projetos e assim acredita-se que o sistema torna-se sustentável do ponto de vista financeiro.

Esta seção foi desenvolvida para se compreender como os valores fixos e variáveis são manuseados neste sistema. Muitos são os valores envolvidos, para tanto se necessita que tal dinâmica seja explicitada, conforme Figura 72.

Figura 72 – Contabilidade de ganhos



Fonte: Elaborado pelo Autor.

O ponto central deste sistema é um custo fixo de orçamento (CF1) que é utilizado durante todas as etapas previstas no processo de integração da ferramenta na empresa. Este valor fixo é utilizado para salários da equipe interna, capacitações, cursos, treinamentos e possíveis investimentos em tecnologias para o sistema que podem ser adquiridos de forma a melhorar o desempenho do modelo.

A fase de preparação da empresa para receber o modelo necessita que este valor já seja orçado, pois é utilizado para as capacitações e nivelamentos e para pagar os salários da equipe interna formada para a manutenção do sistema. Este custo será pago até o momento em que os projetos forem desenvolvidos. No momento em que estes gerarem ganho para a empresa, o custo passa a ser quitado pelo resultado dos projetos.

O desenvolvimento é composto pela soma de um custo fixo (CF1), e (CF2), orçamento do sistema. O CF2 é o custo cobrado pela equipe externa para desenvolver o sistema completo (modelo de simulação mais o sistema de estruturação do banco de dados) e é requisitado junto à empresa na etapa de preparação do modelo, especificamente no processo de convencimento da alta gestão.

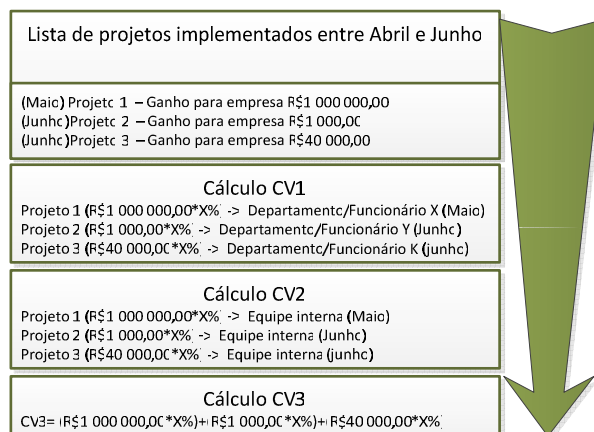
Para a manutenção do software, paga-se um custo fixo (CF3) à equipe externa que é responsável pela manutenção do sistema, banco de dados e lógica do modelo. É importante ressaltar que, dependendo da complexidade do modelo, faz-se necessário um custo variável, adicional pago para a equipe externa caso, algumas vezes, necessite alterar a estrutura do mesmo. Este custo adicional não está contemplado nesta proposição.

Esta análise inicial refere-se ao sistema estático sem realização de projetos, portanto, a partir desta fase de integração, os ganhos serão considerados.

Os valores variáveis (CV1), (CV2) e (CV3) devem ser repassados aos departamentos/funcionários que desenvolverem projetos que proporcionem ganhos de resultados para a empresa como forma de bonificação, equipe interna para controlar a documentação interna e empresa como forma de pagamento pela estruturação do banco de dados, respectivamente. Estes valores variáveis são porcentagens dos ganhos que os projetos proporcionam à empresa. A presente pesquisa não especifica estas porcentagens, pelo fato da dimensão dos projetos variarem de acordo com o tamanho da empresa. Sendo assim, este parâmetro deve ser definido pela empresa.

Se por um lado os valores de CV1 e CV2 são finitos, ou seja, calculados imediatamente no primeiro mês de implementação, a partir dos ganhos de determinados projetos, por outro lado, o ganho, utilizado para pagar CV3 é acumulativo, pois se considera a soma de todos os ganhos obtidos através de N projetos. Justifica-se a diferença pelo fato deste valor (CV3) ser pago à empresa que está se beneficiando mensalmente de cada um dos projetos. Esta dinâmica está exemplificada na Figura 73.

Figura 73 – Exemplo da contabilidade de ganhos



Fonte: Elaborado pelo Autor.

O exemplo mostra três hipotéticos projetos implementados entre os meses de abril e junho que geraram ganhos à empresa. Enquanto que CV1 (departamento/funcionário idealizador do projeto) e CV2 (equipe interna) são pagos, uma única vez, no mês de implementação e calculados através do ganho mensal, CV3 é acumulativo. Se caso não sejam implementados mais projetos durante, por exemplo, 6, 8 ou 10 meses, CV3 permanece inalterado considerando a soma dos ganhos dos projetos já implementados.

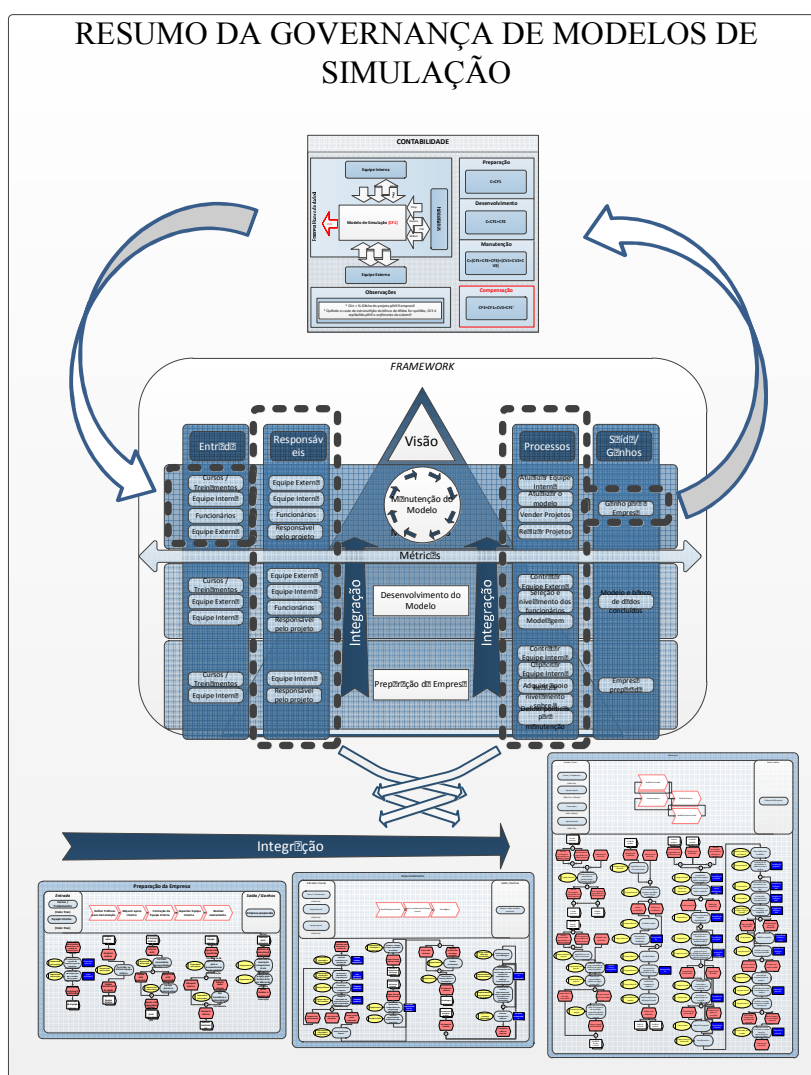
O valor pago para a estruturação do banco de dados é finito, portanto após algum período em que projetos geram ganhos à empresa, este valor é quitado e a partir deste momento o mesmo passa a pagar o CF1 e CF3. Isto significa que, caso a estruturação já tenha sido paga, os ganhos obtidos pela empresa através do modelo pagam o orçamento necessário para a manutenção do modelo internamente e externamente.

Acredita-se que, assim, depois de algum tempo, quando N projetos estiverem concluídos e implementados, o sistema se torne sustentável, do ponto de vista financeiro. A descrição desta contabilidade de ganhos finaliza a descrição da estrutura de governança proposta. A próxima seção faz um resumo de toda a proposta de governança proposta.

## 7.6 RESUMO DA GOVERNANÇA DE MODELOS DE SIMULAÇÃO PROPOSTA

Na Figura 74, todos os elementos da governança proposta (*Framework*, Estrutura de processos e Contabilidade de ganhos), descritos nas seções anteriores, encontram-se agrupados de forma a evidenciar as inter-relações entre os mesmos.

Figura 74 – Resumo da governança de modelos de simulação



Fonte: Elaborado pelo Autor.

O *Framework* tem a função de apresentar a proposta, explicitando as bases do sistema. Além disto, evidencia a importância de dois elementos sustentadores da proposta: a visão estratégica e as métricas de desempenho. A visão estratégica é importante desde a etapa preparatória da empresa até a manutenção, pois orienta o funcionamento do modelo e as métricas de desempenho auxiliam no controle de desempenho dos projetos e processo de pagamento de bônus aos participantes do projeto.

A estrutura de ARIS, detalha cada processo previsto em cada uma das fases e os relaciona com os participantes do mesmo. A relação entre os participantes do processo, juntamente com as atividades e documentos necessários para cada um dos processos, sintetiza a realização das tarefas referentes à preparação da empresa, desenvolvimento do modelo e manutenção do mesmo em nível operacional. Por meio desta estrutura, cada um dos processos

referentes a cada uma das fases de integração do modelo, evidenciadas pelo *Framework*, são dissolvidas em nível de atividades relacionadas a responsáveis. Esta se preocupa, na essência com a execução da integração e manutenção do modelo na empresa a longo prazo.

A contabilidade de ganhos é apresentada com a finalidade de evidenciar como os ganhos dos projetos podem manter o simulador na empresa. O ganho que a empresa tem com a integração e posterior manutenção do mesmo paga os custos de entrada referentes à manutenção do modelo. Tal contabilidade funciona como um elemento sustentador da proposta, pois demonstra como os custos das atividades de simulação são quitados, à medida que o modelo gera ganhos para a empresa.

Os elementos, acima descritos finalizam a descrição da estrutura de governança proposta. O *Framework* tem a função de apresentar o esqueleto da proposta, explicitando as bases do sistema. A descrição dos processos apresentada através da metodologia ARIS, serve para apresentar a proposta em termos de processos além de unir na mesma estrutura os aspectos presentes no conceito de governança. E por fim, a contabilidade de ganhos é apresentada com a finalidade de exemplificar e descrever, e, sobretudo, evidenciar como os ganhos dos projetos podem alicerçar a manutenção do simulador na empresa. Acredita-se que a partir da governança proposta seja possível que os modelos de simulação complexos possam ser usados a longo prazo na empresa, através da geração constante de ganhos para a mesma, por meio da reutilização dos mesmos.

## 8 CONCLUSOES

A proposição da governança de modelos de simulação, complementada pelos seus elementos constituintes, constitui-se no marco final da pesquisa. Por meio desta proposta de governança, entende-se que o objetivo esperado da pesquisa tenha sido alcançado. Em outras palavras, ao final da pesquisa, foram propostos e definidos elementos estruturais de governança para modelos de simulação por eventos discretos, caracterizados pela complexidade e reutilização, de tal forma que pudessem garantir a longevidade funcional da ferramenta, por intermédio do Processo de Pensamento da TOC.

O atingimento dos objetivos específicos da pesquisa foram marcos intermediários, pelos quais a pesquisa teve que transcorrer até que a proposta final fosse formalizada. Considerando estes marcos intermediários, foi possível desenvolver um mapa sobre o qual as relações problemáticas que envolviam a longevidade funcional dos modelos de simulação fossem explicitadas. Igualmente estudaram-se alternativas de como esta situação poderia ser resolvida, e implantada, e, assim, com base nas informações adquiridas, elaborar a proposição propriamente dita.

A Árvore da Realidade Atual (ARA), ferramenta do Processo de Pensamento, com a participação dos especialistas, auxiliou no processo de entendimento da situação atual do problema. Ao final, por meio da ARA foi possível identificar os principais motivos, pelos quais os modelos de simulação computacional descontinuavam. Concluiu-se assim o primeiro objetivo específico. Destaca-se como um produto deste processo a constatação, por meio da ARA, de que não somente os aspectos referentes à manutenção do sistema influenciam na longevidade funcional dos modelos de simulação computacional. Destacaram-se diferentes questões referentes ao apoio interno, ao preterimento e, principalmente, ao desenvolvimento do sistema. Evidenciou-se, por meio dos dados coletados junto aos especialistas, assim, a importância do processo de desenvolvimento do sistema e a necessidade de atividades preparatórias realizadas na empresa para a manutenção do mesmo. Estes efeitos indesejados a pesquisa buscou entender, através de um estudo aprofundado das situações conflitantes e causadoras dos mesmos além daquelas referentes a outro objetivo específico.

Os conflitos existentes em cada um dos pontos causadores de descontinuação foram analisados através da Evaporação das Nuvens (EN) para que uma solução fosse proposta. Esta foi uma etapa essencialmente criativa e, portanto desafiante, pois nenhuma ferramenta do Processo de Pensamento da TOC auxilia no processo de desenvolvimento de injeções. Esta



ferramenta foi eficaz em função da possibilidade do desenvolvimento de injeções capazes de transformar os efeitos indesejados causadores do problema central de pesquisa em efeitos desejados. Cabe ressaltar que as injeções inicialmente dimensionadas foram eficazes, sendo necessário, no entanto, o desenvolvimento de duas injeções adicionais para que o problema fosse resolvido sem o surgimento de outros, mostrando-se assim uma importante característica do Processo de Pensamento. Este teste foi realizado através da Árvore da Realidade Futura (ARF). Iniciou-se, assim o desenvolvimento do terceiro objetivo específico.

Parte essencial da pesquisa, foi encontrar os obstáculos para a implementação das injeções desenvolvidas. Estes poderiam inviabilizar a realização da mudança. Para concluir foram desenvolvidas ações específicas para que objetivos intermediários fossem alcançados e conseqüentemente superados os obstáculos. Este objetivo específico referente à implementação da mudança foi desenvolvido, através do uso de duas ferramentas da TOC, a Árvore de Pré-Requisitos (APR) e a Árvore de Transição (AT). O resultado deste processo foi o plano de ação para cada uma das injeções. Além de identificar as ações, este resultado identificou os elos entre as injeções para a proposição da governança de modelos de simulação que foi a última etapa do método de trabalho.

Por fim, a proposição foi realizada. Embora não tenha sido feita a utilização de nenhuma ferramenta do Processo de Pensamento da TOC para tal proposição, foi justamente a complementariedade das ferramentas utilizadas das etapas anteriores que conferiram robustez para a mesma. Todos os elementos constituintes da governança proposta foram emergindo à medida que as ferramentas do Processo de Pensamento da TOC foram sendo realizadas.

Acredita-se que o resultado final da pesquisa tenha construído duas contribuições: a primeira referente à proposta de governança contribuindo para a longevidade funcional dos modelos de simulação computacional em empresas interessadas em desenvolvê-los e a segunda referente à abordagem metodológica que foi adotada na pesquisa.

As vantagens dos modelos de simulação analíticos de apoio na tomada de decisão não precisam ser citadas, visto que a literatura atual, já cita-as exaustivamente. Os modelos de gestão para os processos de simulação apresentados por Pidd (1998) e Law e Kelton (1991) também já foram bastante explorados na literatura. De outra forma, a maneira como o modelo desenvolvido deve se relacionar com a empresa, que não deixa de ser uma investidora, com os funcionários e com os agentes externos, poucas vezes foi abordada pela bibliografia. Exatamente é este o *gap* da literatura que a pesquisa buscou desenvolver, por meio de uma governança de modelos de simulação. A principal vantagem da aplicação da governança de

modelos de simulação computacional proposta é a nova forma de estruturar a simulação computacional na empresa. Através desta, modelos são reutilizados por meio da realização de projetos que geram ganhos à empresa. Esta nova forma de aproximar a ferramenta de simulação à empresa, faz com que a mesma obtenha uma vantagem competitiva, pois tem um sistema favorável para a melhoria de processos internos.

Entendendo a proposta de maneira menos agregada, além de apresentar a ideia central da proposição em forma de framework, foi possível desdobrar a ideia em termos de processos para explicitar os passos referentes à execução. A estrutura desdobrada em nível de execução se torna importante quando a organização resolve implementar a governança, visto que, enquanto framework estas questões não são apresentadas. Contrariamente a Holst *et al* (2001), que explicita apenas um framework para a integração de modelos de simulação na empresa, a proposta final da pesquisa foi desdobrada em processo o que a torna factível do ponto de vista da implementação. O próprio autor destaca a importância desta característica.

Foi possível, também, apresentar uma contabilidade de ganhos. Esta será útil não somente, como referência para mostrar como os custos das atividades de simulação se distribuem na empresa durante a realização de um projeto de simulação, mas também como uma ferramenta de convencimento e prestação de contas, que é um dos pilares do conceito de governança, segundo Andrade e Rossetti (2004). O esquema proposto demonstra detalhadamente de que forma, a longo prazo, as atividades referentes à manutenção do modelo de simulação se tornam sustentáveis do ponto de vista financeiro. Esta característica de governança proposta funcionará como uma ponte entre os investidores (empresa) e a estrutura interna voltada para as atividades de simulação computacional, ponderando que os custos dos modelos de simulação são elevados, endossando novamente o motivo pelo qual o termo “Governança” foi utilizado.

Como as empresas, muitas vezes, focam apenas nos custos, na decisão referente à manutenção de um simulador computacional, os modelos tendem a descontinuar (fato evidenciado pelos especialistas no desenvolvimento da ARA). A contabilidade de ganhos apresentada é uma forma de evidenciar uma nova possibilidade para a tomada de decisão na empresa. Esta possibilidade, em vez de considerar apenas os custos referentes às atividades internas que envolvem simulação computacional, foca na maximização do ganho que a empresa pode ter com a realização de projetos de melhoria. Estas possibilidades de melhoria da lucratividade da empresa, por meio da geração de ganhos oriundos de projetos de simulação computacional são, teoricamente, ilimitadas. O entendimento da lógica do ganho

contribui para a empresa, não somente, na implementação da governança de modelos de simulação, mas também em qualquer processo de tomada de decisão organizacional.

Finalizando a avaliação da proposta final, imagina-se que embora a proposta de governança de modelos de simulação computacional não tenha sido validada devido à limitação de tempo, a estrutura tenha emergido de um processo indutivo e que a solução para cada uma das causas básicas do problema tenha sido gerada a partir de insights do pesquisador, a mesma não é capaz de solucionar todas as possibilidades de descontinuação dos modelos de simulação, criando, no entanto um sistema favorável para a longevidade funcional dos referidos sistemas computacionais.

Outra contribuição da pesquisa transcorre sobre os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa.

Embora, inicialmente parecesse complexa, a abordagem metodológica adotada na pesquisa, que se resume no Processo de Pensamento da TOC, mostrou-se lógica e intuitiva na condução do processo que envolveu a gestão da mudança do problema estudado. A mesma forneceu, gradualmente, os subsídios necessários para a proposição final de governança, considerando as possíveis camadas de resistência.

Em termos metodológicos, por esta razão, observando-se a maneira como a pesquisa foi conduzida, entende-se que o Processo de Pensamento da TOC realmente possa contribuir na orientação metodológica das pesquisas, no que se refere aos procedimentos técnicos. Em outras palavras, concorda-se com Boyd (2011), que afirma que o Processo de Pensamento possa ser utilizado como um procedimento técnico para a condução de pesquisas. Para endossar esta afirmação, Goldratt (1990) afirma que toda e qualquer ciência passa por três fases distintas: classificação, correlação e estabelecimento de relações de causa e efeito. Ora, o Processo de Pensamento da TOC está diretamente alicerçado sobre estas fases, logo, através deste, pode-se evoluir em termos científicos. Além disso, o mesmo, quando aplicado em sua plenitude, perpassa sobre duas possibilidades de objetivos da pesquisa: descritivo e prescritivo (GUIMARÃES, 2009). Demonstra-se assim, as possibilidades que o Processo de Pensamento da TOC pode proporcionar ao pesquisador na condução de pesquisas científicas.

A pesquisa também contribuiu em termos teóricos, por aplicar o Processo de Pensamento em sua plenitude. Sabe-se, através de Noreen *et al* (1996) e Kim *et al* (2008), que poucas pesquisas desenvolvem-no em sua plenitude. Os benefícios de tal aplicação, segundo Kim *et al* (2008) são evidentes, pois considera as camadas de resistência para a mudança. Mesmo com a possibilidade de que as ferramentas do Processo de Pensamento possam ser

utilizadas de forma independente, para situações específicas como a solução de conflitos (EN) ou a estratificação do problema (ARA), é exatamente a complementariedade destas que enriqueceu o processo como um todo. O Processo de Pensamento é estruturado e dotado de cinco ferramentas, que de forma sequencial, consideraram todas as etapas pertinentes para a gestão da mudança. Desta maneira, mesmo que a governança não tenha sido validada, acredita-se que a abordagem metodológica conferiu robustez à proposição final.

Finalizando, espera-se que a governança proposta conduza as organizações para uma proposta de longo prazo, por meio da reutilização dos modelos que geram ganhos para a mesma. Confia-se que esta proposta final evolua de forma a se chegar a uma Governança que possa garantir a longevidade funcional de diferentes modelos de simulação computacional em diferentes empresas, visto que são igualmente importantes no processo decisório organizacional atual. Após a aplicação, os aspectos que não se mostrarem eficazes deverão ser reformulados e novos processos e políticas devem ser incorporados à proposta de maneira a enrobustecê-la. Seria interessante também que métodos estruturados para a solução de problemas complexos como o Processo de Pensamento da TOC fossem cada vez mais usados na gestão da mudança e como procedimentos técnicos para a condução de pesquisas que objetivam analisar um problema e propor uma solução para o mesmo. A complementariedade do Processo de Pensamento da TOC fornece as condições necessárias para a gestão da mudança. Estas ferramentas são cada vez mais necessárias nos ambientes organizacionais atuais, pois possibilitam a análise profunda de sistemas complexos. A próxima seção explicita as limitações da pesquisa.

## 8.1 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Ao final da pesquisa, algumas questões limitadoras da pesquisa, tiveram que ser explicitadas. Embora, a mesma tenha se proposto a realizar um objetivo inicial, o mesmo teve que ser modificado no decorrer da pesquisa, considerando limitadores que foram emergindo no decorrer da pesquisa.

Uma fronteira limitadora a ser explicitada, se refere ao processo de validação da proposta. Como a abordagem metodológica selecionada (Processo de Pensamento da TOC) demandou muito tempo para desenvolvimento de todas as ferramentas e considerando que houve varias interações com especialistas, não foi possível realizar a validação da proposta.

Visto que para a proposição ser validada, se necessita, pelo menos, mais uma interação com especialistas optou-se pela não validação.

O tempo de realização da pesquisa foi curto, comparado com o tempo necessário para conclusão de cada interação com especialistas. Sendo assim, devido a esta incompatibilidade de tempo, embora se objetivasse validar a construção de cada ferramenta do Processo de Pensamento, optou-se apenas pela validação da ARA, já que esta foi a base para as análises das demais ferramentas. Em outras palavras, as demais ferramentas foram desenvolvidas a partir de insights do pesquisador e não foram validadas. A última seção apresenta sugestões para trabalhos futuros.

## 8.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Durante a realização do trabalho, e, principalmente, enquanto que as conclusões da pesquisa foram sendo desenvolvidas na seção anterior, diferentes sugestões de trabalhos futuros foram emergindo, por meio de reflexões acerca do problema da pesquisa, da proposição final e da abordagem metodológica adotada.

Considerando a natureza destas reflexões, as seguintes pesquisas são sugeridas:

- I. Validar a Governança proposta por esta pesquisa. Esta não foi realizada, devido à limitação de tempo. Indica-se como forma de validação o desenvolvimento de uma pesquisa que aplique a proposta em uma organização interessada na longevidade funcional de um modelo de simulação. Através destas aplicações, acredita-se que a governança de modelos de simulação possa ser enrobustecida, visto que a mesma foi desenvolvida indutivamente.
- II. Desenvolver outras pesquisas de problemas complexos utilizando o Processo de Pensamento da TOC. São poucas as pesquisas que realmente realizaram todas as ferramentas do método. O Processo de Pensamento da TOC é lógico, intuitivo e conferiu robustez à solução do problema.
- III. Estender a abordagem metodológica para diferentes problemas de implementação e manutenção de modelos. A pesquisa preocupou-se, sobretudo, com modelos de simulação por eventos discretos, complexos e que são desenvolvidos para serem reutilizados. Acredita-se que os efeitos indesejados identificados na ARA para modelos de simulação computacional possam se relacionar também com diferentes produtos de processos de modelagem.

Estas são algumas possibilidades de trabalhos futuros que emergiram a partir da pesquisa. Imagina-se que tanto a área de pesquisa operacional, por meio da simulação

computacional, como o processo de Pensamento da TOC, como abordagem metodológica, são campos produtivos para o desenvolvimento de diferentes novas pesquisas.

## REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, R. R. **Desenvolvimento de uma análise comparativa de métodos de identificação, análise e solução de problemas**. 1996. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 1996.
- ANDRADE, A.; ROSSETTI, J. P. **Governança corporativa: fundamentos, desenvolvimento e tendências**. São Paulo: Atlas, 2004.
- BANKS, J. Introduction to Simulation. **Winter Simulation Conference**, 2000. p. 9-16.
- BASHER, J. M. A. Z. Integrating Manufacturing System Simulation Development A methodological framework. **Information Systems Technology and its Applications 6th International Conference**, Kharkiv, Ucrânia, 2007. p. 234-241.
- BOYD, L. Theory Development Using the Theory Of Constraint's CRT. In: **22<sup>nd</sup> Annual POMS Conference**, 2011, Reno, Program Booklet – All sessions, Reno, 2011.
- CAMEIRA, F. R.; CAULLIRAUX, M. H. Engenharia de processos de negócios: considerações metodológicas com vistas à análise e integração de processos. **3º Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais**. São Paulo: FGV, 2000
- CARSON, J. S. Introduction to Modeling And Simulation. **Proceedings of the 2004 Winter Simulation Conference**, 2004.
- CARVALHO, L. S. D. **Análise das potencialidades e vantagens do uso da simulação computacional em operações logísticas complexas, como ferramenta de auxílio à tomada de decisões**: estudo de caso em uma organização industrial. 2006. Dissertação (Mestrado em Administração). Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, 2006.
- CASTRO NETO, L. R. D. **Modelagem e simulação da cadeia produtiva do minério de ferro**. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas Logísticos) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2006.
- CHWIF, L.; BARRETTO, M. R. P.; PAUL, R. J. On simulation model complexity. **Winter Simulation Conference**, 2000, p. 449-455.
- CORBETT NETO, T. **Contabilidade de ganhos**: a nova contabilidade gerencial de acordo com a teoria das restrições. São Paulo: Nobel, 1997.
- CORCINI NETO, S. **Proposição de um Roadmap para a implantação da abordagem do pensamento sistêmico em organizações**. Dissertação (Mestrado em Administração) - Programa de Pós-Graduação em Administração. Universidade do Vale do Rio dos Sinos. São Leopoldo, RS, 2010.
- COX, J. F.; SPENCER, M. S. **Manual da teoria das restrições**. Porto Alegre: Bookman, 2002.

DETTMER, W. **Goldratt's theory of constraints: a systems approach to continuous improvement**. Milwaukee: [s.n.], 1997.

\_\_\_\_\_. **The logical thinking process: a systems approach to complex problem solving**. 2. ed. [S.l.]: Amer Society for Quality, 2007.

DIIRR, T. *et al.* **Projeto com UML e implementação de serviços em SOA, Relatórios Técnicos do Departamento de Informática Aplicada da UNIRIO n° 0021/2010**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, 2010.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOLDRATT, E. M. **What is this thing called Theory of Constraints an how should it be implemented**. [Croton-on-Hudson, NY]: North River Press, 1990.

\_\_\_\_\_. **A Síndrome do palheiro: garimpendo informações num oceano de dados**. São Paulo: IMAM, 1991.

\_\_\_\_\_. **Mais que sorte: um processo de raciocínio**. São Paulo: Educator, 1994.

GOLDRATT, E. M.; FOX, R. E. **A corrida pela vantagem competitiva**. São Paulo: IMAM, 1992.

\_\_\_\_\_. **A Meta**. São Paulo: Educator, 1984.

GOMIDES, J. E.; SILVA, A. C. O Surgimento da expressão “governance”, governança e governança ambiental. **Revista de Ciências Gerenciais**, v. 13, n. 18, 2009.

GUIMARÃES, M. G. **Proposta para redução de Lead Time de desenvolvimento da Indústria calçadista: um estudo de caso**. 2009. Dissertação (Mestrado em Administração) - Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS, 2009.

HOLST, L. *et al.* Integrating simulation into manufacturing system development: a methodological framework. In: **PROCEEDINGS of the Twelfth Annual Conference of the Production and Operations Management Society, POM**, Orlando, 2001.

HOLST, L. **Discrete-Event simulation, operations analysis, and manufacturing system development**. Department of Mechanical Engineering. [S.l.]: Lund University, 2004.

\_\_\_\_\_. **Integrating discrete-event simulation into the manufacturing system development process**. Department of Mechanical Engineering. [S.l.]: Lund University, 2001.

JAGSTAM, M.; KLINGSTAM, P. A handbook for integrating discrete event simulation as an aid in conceptual design of manufacturing systems. **Proceedings of the 2002 Winter Simulation Conference**, 2002.

JOHANSSON, B.; JOHNSON, J.; KINNANDER, A. Information structure to support discrete event simulation in manufacturing systems. **Proceedings of the 2003 Winter Simulation Conference**, 2003.



KIM, S.; MABIN, V. J.; DAVIES, J. The theory of constraints thinking process: retrospect and prospect. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 28, n. 2, 2008.

KLINGSTAM, P.; OLSSON, B.-G. Using simulation techniques for continuous process verification in industrial system development. **Proceedings of the 2000 Winter Simulation Conference**, 2000. p. 1315-1321.

KNOLL, J. M.; HEIM, J. A. Ensuring the successful adoption of discrete event simulation in a manufacturing environment. **Proceedings of the 2000 Winter Simulation Conference**, 2000.

KOOIMAN, J.; VAN VLIET, M. **Social-political governance**: introduction. [S.l.]: J. Kooiman. Cap. 1–9.

LACERDA, D. P. RODRIGUES. L, H.. Compreensão, aprendizagem e ação: a abordagem do processo de pensamento da teoria das restrições. SEGeT, Resende, 2007.

LACERDA, D. P. **No Sentido do Mundo dos Ganhos**: Uma proposta de transição através do redesenho de processos em uma Instituição de Ensino Superior. Dissertação de Mestrado em Administração, São Leopoldo: Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS, 2005.

\_\_\_\_\_. **A Gestão estratégica em uma universidade privada confessional**: compreendendo-se e como as intenções tornam-se em ações estratégicas. 2009. Tese (Doutorado em Engenharia) – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, 2009.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1991.

LANKHORST, M. **Enterprise architecture at work**: modelling, communication and analysis. Berlin: Springer, 2005.

LAW, A. M.; KELTON, W. D. **Simulation modeling & analysis**. 2. ed. New York: McGraw-Hill Books, 1991.

MACHADO, D. V. C. **A inserção da simulação computacional no planejamento hierárquico de cadeias de suprimentos**. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2006.

MANSON, N. J. Is operations research really research? **ORION**, v. 22, p. 155-180, 2006.

MAYER, G.; SPIECKERMANN, S. Life-cycle of simulation models: requirements and case studies in the automotive industry. **Journal of Simulation**, 2010, p. 255–259.

MCFARLANE, D.; KRUZINS, E. **Australian defence simulation**: status. Disponível em: <<http://www.defence.gov.au/capability/ADSO/docs/Aust>>. Acesso em: 2006.

MCLEAN, C.; LEONG, S. The expanding role of simulation in future manufacturing. **Winter Simulation Conference**, 2001.

MORSE, P. M.; KIMBALL, G. E. **Methods of operations research**. New York: Dover Publications, 2003.

NOREEN, E.; SMITH, D.; MACKEY, J. T. **A teoria das restrições e suas implicações na contabilidade gerencial**: um relatório independente. São Paulo: Educator, 1996.

OLIVEIRA, J. B. D. **Simulação computacional**: análise de um sistema de manufatura em fase de desenvolvimento. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Engenharia de Itajubá, Itajubá, MG, 2007.

OPERATIONS Research The science of better. Informs. **What operations research is**. Disponível em: <<http://www.scienceofbetter.org/what/index.htm>>. Acesso em: 25 abr. 2011.

PERGHER, I.; RODRIGUES, L. H.; LACERDA, D. P. Discussão teórica sobre o conceito de perdas do Sistema Toyota de Produção: inserindo a lógica do ganho da Teoria das Restrições. **Gest. Prod.** São Carlos, v. 18, n.4, p. 673-686, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/gp/v18n4/a01v18n4.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2011.

PIDD, M. **Modelagem empresarial**. Porto Alegre: Bookman, 1998.

POPPER, K. **A lógica da pesquisa científica**. São Paulo: Cultrix/Editora da USP, 2006.

RAHMAN, S. Theory of Constraints: a review of the philosophy and its applications. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 18, p. 336-355, 1998.

REID, R. A.; CORMIER, J. R. Applying the TOC TP: a case study in the service sector. **Managing Service Quality**, p. 349-369, 2003.

RHODES, R. A. W. Governance and Public Administration. In: PIERRE, J. (Ed.). **Debating governance**: authority, steering, and democracy. Oxford: University of Oxford Press, 2000. p. 54-90.

ROBINSON, S. L. Modes of simulation practice: approaches to business and military simulation. **Simulation Modelling Practice and Theory**, v. 10, p. 513-523, 2002.

ROBINSON, S. L. *et al.* Simulation model reuse: definitions, benefits and obstacles. In: **Simulation Practice and Theory**, v. 12, n. 7-8, p. 479-494, 2004.

RODRIGUES, L. H. Apresentação e análise crítica da tecnologia de produção otimizada (Optimized Production Technology – OPT) e da Teoria das Restrições (Theory of Constraints – TOC). **Anais do XIV Encontro Anual da ANPAD**. Florianópolis, 1990.

SCAFF, V. P.; LIMA, R. D. S.; ALMEIDA, D. A. D. Sistemas de informação como ferramenta de apoio à decisão na logística. **SIMPEP**, 2009.

SEIDLMEIER, H. **Process Modeling with ARIS**: a practical introduction. [S.l.]: GWW-Vieweg, 2004.

SHEINKOPF, L. **Thinking for a change: putting the TOC thinking process to use.** Boca Raton: St. Lucia Press, 1999.

SILVA, E. L. MENEZES, E. M.. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.** 4.ed. Florianópolis: UFSC, 2001,

STOKER, G. Governance as theory: five propositions. **International Social Science Journal**, v. 50, p. 17–28, 1998.

TRUJILLO FERRARI, A. **Metodologia da pesquisa científica.** São Paulo: McGraw-Hill, 1982.

ULGEN, O. M. Proper management techniques are keys to a successful simulation project. **Industrial Engineering**, 1991, p. 37-41.

ULGEN, O. M.; BERKIN, D.; BRAZIER, M. KLUNGLE, R.; MENAWAT, A. Management of simulation technology in large companies: a panel Discussion. **Proceedings of the 1995 Summer Computer Simulation Conference**, 1995.

VICENTE, L. **Modelagem de processos e linguagem de modelagem unificada: uma análise crítica.** 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção). COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2004.

WILLIAMS, E. J. How simulation gains acceptance as a manufacturing productivity improvement tool. **European Simulation Multiconference**, 1997.

\_\_\_\_\_. Making simulation a corporate norm. **Summer Computer Simulation Conference**, 1996.

## **APÊNDICE A – Carta enviada aos para levantamento de dados (causas de descontinuação de modelos de simulação computacional)**

Prezados Senhores,

Meu nome é Dieter Brackmann Goldmeyer, mestrando em Engenharia de Produção na UNISINOS – São Leopoldo - RS. Ingressei no Programa de Mestrado no início de 2010 e neste ano, 2011, farei a minha dissertação.

Resumidamente, pretendo apresentar a situação motivadora que me levou a escolher o tema da dissertação.

Atualmente, o Grupo de Pesquisa de Modelagem para Aprendizagem - GMAP, do qual participo e que tem como coordenador o Professor PhD Luís Henrique Rodrigues, está em fase final de desenvolvimento de um simulador de Cadeia Produtiva para uma empresa do setor de mineração.

A referida empresa tem duas grandes plantas industriais, localizadas em Minas Gerais e Espírito Santo, interligadas por um mineroduto. O processo inicia nas minas de ferro, em Minas Gerais, passando pela chamada concentração, localizada próxima às minas, onde o minério é beneficiado. Numa segunda etapa do processo, o minério enriquecido é enviado através de um mineroduto, de aproximadamente 400 quilômetros, para a fase de pelotização, localizada no Espírito Santo, onde este finalmente é transformado em pelota, produto final do processo.

Devido à distância e às diferenciações entre os processos com os quais cada uma das plantas opera, muitas vezes, a cadeia produtiva é analisada separadamente. O objetivo principal deste projeto, que já se encontra em sua terceira fase, foi o de desenvolver um modelo de simulação capaz de integrar toda a cadeia produtiva da empresa desde as minas até o produto final. Através de um projeto com este escopo, projetos de melhoria, por exemplo, deixariam de ser analisados separadamente e passariam a ser analisados como uma cadeia única onde os processos seriam interconectados.

Para o delineamento dos próximos passos do projeto, foi feita uma pesquisa das etapas finais dos projetos. Para esta fase foi necessária a classificação do modelo do ponto de vista do cliente, pois esta diferenciação auxilia a definição dos passos finais do projeto. ULGEN (1991) classifica os projetos de simulação, do ponto de vista do cliente, da seguinte forma:

Tipo 1 – O cliente é um setor que já trabalha com simulação ou projetos de melhoria de processo e que contrata equipes externas para o desenvolvimento dos projetos de

simulação. Depois de construído, esses projetos de simulação ficam com o cliente que estará apto a operar, modificar e atualizar;

Tipo 2 – O cliente é o usuário final do modelo. Operam-se diferentes cenários, mas o modelo é completamente construído pela equipe externa prestadora de serviços. Por essa razão, o cliente necessita somente o manual de operação;

Tipo 3 – O cliente necessita do simulador somente para a solução de um determinado problema, portanto a equipe externa constrói e também analisa os outputs das rodadas de simulação.

Considerando que se podem dividir os projetos de simulação do ponto de vista do cliente, o modelo de simulação da empresa estudada tem as características dos modelos tipo 1, portanto, segundo o autor, é necessária a transferência de tecnologia bem como a criação dos manuais de operação, manutenção e suporte para que o projeto seja concluído com sucesso.

Iniciou-se assim, a parte do projeto que estou envolvido, na qual objetiva-se a transferência do conhecimento decorrente do desenvolvimento do simulador para a própria empresa, ou seja, pretende-se fazer com que esta esteja apta a atualizar periodicamente o simulador, desenvolvendo e simulando projetos de melhoria da cadeia produtiva, enfim, analisando os dados de saída do mesmo simulador, sem a necessidade de ajuda externa.

Com esse objetivo, alguns questionamentos foram feitos, considerando a experiência dos profissionais envolvidos do projeto. Através de uma pesquisa bibliográfica notou-se que estes mesmos questionamentos estavam presentes também na literatura através da seguinte afirmação:

Muitas são as empresas que adotam a simulação como uma ferramenta para a tomada de decisão, mas poucas são as empresas que conseguem com que a prática de simulação seja continuada no longo prazo e considerada como um processo interno da empresa ( JAGSTAM, M.; KLINGSTAM, P. 2002; WILLIAMS, E. J. 1996)

Então, quais são os motivos pelos quais os projetos de simulação falham ou se descontinuem? Que estrutura poderia auxiliar no processo de integração da simulação com a empresa para que este seja considerado um sucesso?

Entende-se que para esta fase é necessária a articulação entre os elementos participantes deste processo (empresa, pessoas, processos, tecnologia, conhecimento, aprendizagem, infraestrutura) bem como sua condução através de uma estrutura de governança.

Pretendemos, assim, alcançar um patamar de orientações de conduta da empresa e das pessoas em torno de certos valores e de objetivos de longo prazo. Esta estrutura de governança resume normas, processos e condutas, através dos quais se articulam interesses, se gerem recursos e se exerce o poder (GOMIDES, J. E; SILVA, A. C, 2009).

Para garantir tal continuidade e para melhorar o processo de tomada de decisão é necessária esta estrutura de governança que visa gerenciar e controlar o modelo de simulação dentro da própria empresa no longo prazo.

Diante desta situação a minha dissertação, orientada pelo Professor PhD Luís Henrique Rodrigues, está voltada para a área de simulação computacional, mais especificamente para a governança do modelo de simulação após o seu desenvolvimento. Este tema surgiu a partir de problemas e dificuldades, comuns no ramo, que constata e aceita como verdadeiro que alguns modelos de simulação do tipo 1, não são integrados a empresa, ou após sua construção, se descontinuem ou falhem.

Pretende-se, assim, responder a seguinte questão: *Como deixar um modelo de simulação perene e útil para a organização após a sua construção?*

Na fase atual desta pesquisa de dissertação, estamos estudando os motivos pelos quais os projetos de simulação se descontinuem. Em um segundo momento, será proposta uma estrutura e processos que garantam a longevidade, atualização e funcionamento do simulador.

*Gostaria, desta forma, que, Vossa Senhoria, como especialista da área de simulação, se dispusesse a colaborar listando 10 possíveis causas para a falha na integração ou descontinuação dos modelos de Simulação Computacional.*

Exemplos:

- Falta de treinamento sobre o modelo de simulação da empresa;
- Conhecimento não é totalmente transmitido para a empresa;
- Não existe base de dados confiável, necessária para a atualização do modelo.

Através desta listagem dos especialistas, objetiva-se a estruturação de uma ARA (Árvore da Realidade Atual) oriunda do processo de pensamento da Teoria das Restrições para estabelecer as relações de causa e efeito entre estas possíveis causas. A ARA será útil na identificação dos problemas centrais nos modelos de simulação descontinuados.

Posteriormente, esta será devolvida a V.S.<sup>a</sup> para que possa ser validada. Após a validação, será feita a classificação dos problemas que poderiam causar a descontinuação do projeto de simulação, em forma de grupos de problemas. Estes clusters, apoiados em pesquisa

bibliográfica, servirão como base para a proposição de uma estrutura de governança que seja capaz de orientar e gerir o modelo de simulação internamente, sem o auxílio externo.

Pretende-se, ao final, a aplicação desta estrutura de governança proposta na empresa estudada de forma a garantir que esta esteja apta a operar o modelo ativamente, não somente na forma de usuário, mas também na condição de desenvolvedor, controlador e gestor.

Desde já receba meus agradecimentos.

Atenciosamente,

Dieter B. Goldmeyer

[1] GOMIDES, J. E; SILVA, A. C. (2009) “*O surgimento da expressão “governance”, governança e governança ambiental: um resgate teórico*” Revista de Ciências Gerenciais, Vol. 13, No 18, Pag. 177 – 194.

[2] JAGSTAM, M.; KLINGSTAM, P. (2002). “*A handbook for integrating discrete event simulation as an aid in conceptual design of manufacturing systems.*” In Proceedings of the 2002 Winter Simulation Conference, ed. E. Yucesan, C.-H. Chen, J. L. Snowdon, and J. M.Charnes, 1940-1944.

[3] ULGEN, O. (1991). “*Proper Management Techniques are Keys to a Successful Simulation Project*”. Industrial Engineering 23 (8): 37-41.

[4] WILLIAMS, E. J. (1996) “*Making Simulation a Corporate Norm*” Summer Computer Simulation Conference, P. 627 – 632.

**APÊNDICE B – Dados coletados (causas de descontinuação de modelos de simulação computacional)**

<b>Especialista</b>	<b>Dados Recebidos (Causas de descontinuação dos modelos de simulação)</b>
<b>Especialista 1</b>	Desconhecimento do potencial das ferramentas de simulação às melhorias de processos por parte das lideranças;
	Aceleração da capacidade analítica dos profissionais de simulação (PO) e consequente migração para outras funções;
	Dificuldades na manutenção e construção de uma base de dados confiável;
	Utilização indevida das ferramentas (fora dos limites construtivos) gerando frustrações dos profissionais de simulação e desconfiança quanto aos dados de entrada;
	Falta de um programa de capacitação continuado e de longo prazo;
	Dificuldades na representação estatística do conhecimento tácito;
	Tendência dos profissionais de simulação por construção de modelos complexos e pouco práticos;
	Processo longo de maturação do conhecimento, ie, maior que o ciclo de transformação das empresas;
	Elevado custo de manutenção dos softwares de simulação;
	Processo preterido em relação aos demais de respostas mais rápidas.
<b>Especialista 2</b>	Modelo Conceitual mal construído e não validado corretamente pela empresa;
	Má formalização das perguntas que se deseja responder logo na construção do modelo abstrato;
	Dificuldade em identificar o que realmente importa no problema real (ou seja, aquilo que deve ser modelado);
	Dificuldade do analista em entender os objetivos do cliente e, portanto, errar por omissão na hora de construir quais os parâmetros de saída de interesse para o problema;
	Falta de um processo de validação confiável e que envolva o parceiro;
	Falta de dados ou má análise de dados tanto na entrada quanto na saída;
	Falsas expectativas geradas por apresentar a simulação como mera ferramenta computacional e não um processo de três grandes fases: concepção, implementação e experimentação, cujos resultados são de natureza aleatória;
	Na linha do anterior, os fabricantes de software de simulação criam expectativas irracionais nas empresas;
	Não informar claramente (ou honestamente) quando a simulação não é a ferramenta mais adequada para a solução do problema em questão (isso ocorre mais do que se imagina, pois a animação gráfica cria a ilusão de que existe um estudo "científico" sendo conduzido). Ao final do projeto, invariavelmente, vem a frustração;
(Talvez o mais importante para a sua tese). Criar a sensação de que um modelo computacional será "perene". Modelos mais duradouros são de natureza específica. Usualmente, um modelo é construído a partir da ideia original de se responder perguntas específicas. Com o tempo, perguntas, sistemas e pessoas mudam, então é natural que o modelo não sirva mais;	
<b>Especialista 3</b>	O cliente se entende como Tipo 3 e não internaliza uma necessidade de atuar como Tipo 1 ou Tipo 2 (que utilizariam a solução de forma contínua ao longo do tempo);
	A ferramenta não é integrada ao processo de execução ou de gestão da empresa



	<p>Necessidade de especialização: O uso de ferramentas avançadas de simulação requer um ou mais profissionais especializados e esta formação não é oferecida e/ou internalizada de forma completa nas grades curriculares de graduação e pós-graduação;</p> <p>Demanda por projetos de simulação nas empresas não é constante: Diferente de empresas de consultoria especializadas na área, onde vários clientes a procuram, uma empresa (ou pelo menos uma área específica) não possui demanda constante por projetos de simulação;</p> <p>Falta de área especializada: Embora não seja recomendado a qualquer empresa, a não existência de uma área separada para projetos de melhoria, que poderia englobar a aplicação de simulação computacional reforça a dificuldade de encontrar/formar profissionais;</p> <p>Falta de visão do retorno sobre o investimento: Ao iniciar uma empreitada estruturada para investir em simulação computacional, a empresa tem um gasto inicial em ferramenta, treinamento, pessoas, que, se não existe um problema tangível que possa ser útil;</p>
<b>Especialista 4</b>	<p>Usuário não conhece (ou conhece pouco) simulação;</p> <p>Modelo de simulação para situação específica, já resolvida pelo primeiro uso do modelo de simulação;</p> <p>Custo (tempo, pessoas,...) para manter os dados atualizados;</p> <p>Custo elevado para manter uma equipe de modelagem;</p> <p>Modelo não “acreditado” pelos tomadores de decisão;</p> <p>Modelo mal desenvolvido (representa mal a realidade);</p> <p>Modelo pouco flexível, com poucas parametrizações, não permitindo a customização rápida de novos cenários;</p> <p>Modelista não passou ao cliente as informações necessárias para a reutilização do modelo;</p> <p>Mudança de gestão: novos gestores não acreditam em simulação;</p> <p>Possíveis demandadores/clientes internos não entendem como a simulação poderia auxiliá-los;</p>
	<p>Incapaz de capturar o efeito de variáveis secundárias;</p> <p>Pouca utilidade para o planejamento operacional (de curto prazo);</p> <p>Requer dados difíceis de coletar/tratar;</p> <p>Exige muito tempo e esforço para preparação, execução e análise de resultados;</p> <p>Difícil de depurar e entender, o que compromete a credibilidade;</p> <p>Difícil de manter e atualizar;</p> <p>Incompreensão do papel do modelo por parte da organização (“se não é exato, não serve”);</p> <p>Processos de verificação e validação mal conduzidos (modelo pode ser bom, mas não obtém credibilidade);</p> <p>Dados de entrada são pouco confiáveis (garbage in - garbage out);</p> <p>Análise demasiadamente simplificada dos resultados (sem tratamento estatístico, análise de sensibilidade, e questionamentos que aprimoram a compreensão do sistema – geram insights);</p> <p>Mesmo quando não ocorrem os problemas acima, se a organização ou parte dela não promover o correto uso do modelo (ou seja, para gerar conhecimento e insights, e não apenas resultados numéricos) e a sua atualização contínua, é provável que o modelo deixe de ser usado em pouco tempo;</p>
	<p>A maioria dos gestores não entendem os tipos de problemas que as simulações são capazes de abordar;</p> <p>A maioria dos gestores não entende que existem categorias de problemas que só pode ser respondidas por modelos de simulação;</p>

	A maioria dos gestores entendem modelos de simulação como ferramentas projetadas para atender uma pergunta específica ou um intervalo limitado de questões;
	A maioria dos gestores (ou talvez mais precisamente, as pessoas em geral) não é capazes de compreender ou lidar com a complexidade dinâmica;
	A maioria dos gestores não entende que eles não são capazes de lidar com (i.e, conceituando) complexidade dinâmica;
	A maioria dos gestores tem uma visão relativamente simples de como sistemas complexos operaram;
	A maioria dos gestores não testam suas hipóteses sobre como sistemas complexos operam frente ao mundo real;
	O Entendimento da maioria dos gerentes de como operar sistemas complexos não muda ao longo do tempo (ou seja, não há aprendizagem);
	A maioria dos gestores não sabe que seus modelos mentais de como sistemas complexos operam são inadequados e não refletem sobre a realidade;
	A maioria dos gestores não tem uma visão sistêmica de suas organizações ou seus sistemas de produção;
<b>Especialista 7</b>	Na maioria dos projetos em que eu participei, o cliente deseja principalmente a solução para um determinado problema, a análise de um determinado sistema (seria o projeto do Tipo 3 na classificação do ULGEN). Ou seja, o modelo de simulação é apenas um meio para se chegar às respostas desejadas para um problema específico. Normalmente, são projetos de análise de investimentos, a simulação faz parte de uma das etapas do projeto (FEL 2, por exemplo);
	Comodismo do cliente: é mais fácil receber as análises já prontas que aprender o modelo para depois realizar os experimentos;
	Falta de treinamento do cliente;
	Falha na fase de definição dos objetivos e do escopo do projeto;
	Falta de comprometimento dos participantes do projeto, em especial do representante do cliente que deveria participar das principais fases do projeto, conhecer o modelo desenvolvido e ser o responsável pela continuidade de uso do modelo;
	Desenvolvimento de modelos excessivamente complexos, dificultando o seu entendimento e a realização de experimentos e análises por parte do cliente;
	Mudanças de escopo e dos objetivos ao longo do desenvolvimento do projeto. A cada reunião o cliente deseja acrescentar algo novo no modelo;
	Pouca atenção às fases de definição do problema e de desenvolvimento do modelo conceitual. Devido à pressão do tempo, muitas vezes o modelista tende a pular etapas, indo rapidamente para a fase de desenvolvimento do modelo computacional;
	Base de dados não estrutura e pouco confiável, ocasionando muito trabalho para extração e tratamento;
Mudança na estrutura organizacional da empresa. A saída do patrocinador do projeto pode inviabilizar a sua continuidade;	

## APÊNDICE C – Carta para validação da ARA

Prezado Sr

Venho através desta encaminhar um agradecimento pela sua colaboração na etapa de coleta de dados. Esta etapa foi muito importante para construção da situação atual do problema estudado, seguindo a lógica do processo de pensamento da teoria das restrições e responder a pergunta “O que mudar”. A ARA (Árvore da realidade atual) é um método de estruturação de problemas oriundo do processo de pensamento da Teoria das Restrições que formaliza as relações de causa e efeito entre efeitos indesejados, ajudando a identificar os problemas centrais do sistema analisado.

Com a ARA estruturada, estamos dando início à etapa de validação ou inclusão de relações de causa-efeito faltantes na versão apresentada. Em anexo enviamos o link do vídeo em que é feita a leitura da ARA, juntamente com um arquivo contendo a ARA criada.

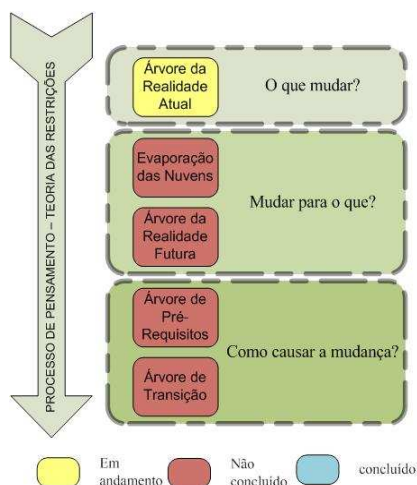
Parte 1 - <http://www.youtube.com/watch?v=F3fyUuofAQ8>

Parte 2 - <http://www.youtube.com/watch?v=-yDNygU2h98>

Nesta etapa, solicito o obséquio de validar a estrutura atual ou mesmo adicionar efeitos indesejados não contemplados pela primeira versão da ARA. Solicito, outrossim, que, o senhor, caso julgue necessário, envie um e-mail com os efeitos indesejados faltantes, ou com uma manifestação com concordância com a estrutura criada.

As próximas etapas da pesquisa das quais gostaríamos que o senhor também participasse, seguem o processo de pensamento da teoria das restrições. Respondida, portanto, a pergunta “O que mudar” parte-se para a etapa em que se objetiva, através das ferramentas evaporação das nuvens e Árvore da Realidade Futura (ARF) responder a questão “Mudar para o que”.

Para finalizar a pesquisa pretende estudar “Como causar a mudança”. Esta macro atividade é executada com o auxílio da árvore de Pré-requisitos (APR) e a Árvore de transição. Abaixo estão as etapas da pesquisa bem como sua respectiva situação.



É indispensável mencionar que a sua colaboração é de suma relevância para o fomento da pesquisa aplicada e o desenvolvimento de futuros trabalhos nessa mesma área. A aspiração com esta pesquisa é que esta traga contribuições para empresas que utilizam a técnica de Simulação Computacional. Lembro novamente que apenas o perfil do respondente será explicitado e que o nome e identificação bem como da empresa serão preservados e nem descritos ou explicitados no documento final da pesquisa. Para fins de atendimento do cronograma da pesquisa, solicitamos a resposta, contendo as suas observações, até a data de 09/09/11.

No aguardo, receba as mais cordiais saudações,

Dieter Brackmann Goldmeyer

**APÊNDICE D – Carta levantamento de dados (pressupostos para a EN)**

Prezado Sr

Venho através desta encaminhar um agradecimento pela sua colaboração na etapa de validação da ARA.

Respondida a pergunta “O que mudar”, parte-se para a etapa de evaporação das nuvens. Por meio da validação da ARA, por parte dos especialistas, foi possível identificar as causas básicas do problema central que é a descontinuação dos modelos de simulação. Entendem-se causas básicas como os efeitos indesejados “raízes”, ou seja, os efeitos indesejados causadores do problema central. Sendo estas explicitadas, foram criadas cinco nuvens de conflitos presentes no processo de modelagem computacional nas organizações.

Para que seja possível a criação de uma injeção, que objetiva solucionar o conflito, com a invalidação de pressupostos, necessita-se a explicitação dos mesmos.

Desta forma, solicito, outrossim, que, o senhor, envie um e-mail com o listagem dos pressupostos ocultos presentes nas relações das nuvens. Para facilitar o processo de preenchimento, envio o arquivo “Nuvens” que contém as nuvens criadas e espaços para o levantamento dos pressupostos. Se o senhor preferir, podemos marcar um horário para entrevista por telefone ou Skype, para fazermos a listagem dos pressupostos. Neste caso, envie a disponibilidade de horário.

Envio também, em anexo, um arquivo contendo exemplo e resumo sobre evaporação nas nuvens, caso não conheça tal ferramenta.

Para fins de atendimento do cronograma da pesquisa, solicitamos a resposta, contendo as suas observações, até a data de 12/12/11. Sua contribuição, mesmo que parcial, é de suma relevância para a presente pesquisa.

No aguardo, receba as mais cordiais saudações,

Dieter Brackmann Goldmeyer

**APÊNDICE E – Dados coletados (pressupostos para as EN'S)**

Nuvem	Relação	Pressupostos
Nuvem referente à liberação dos funcionários	A - B	"Se me medem departamentalmente vou me dedicar ao departamento";
	A - B	"A eficiência departamental elevam a eficiência global";
	A - B	"O desempenho é medido por indicadores departamentais";
	A - B	"Ótimo local igual ao ótimo global";
	A - B	"O aumento das eficiências departamentais (ótimos locais) leva ao aumento da organização (ótimo global). Nem sempre verdade";
	B - D	"Não vou liberar, pois meu indicador departamental será prejudicado";
	B - D	"Os recursos não podem ser desviados das suas funções sob pena de penalizar os indicadores";
	B - D	"Manter os funcionários em suas rotinas aumenta suas eficiências (nem sempre verdade)";
	B - D	"Perderei capacidade caso libere o funcionário";
	A - C	"Nem sempre agindo departalmente eu tenho benefício global";
	A - C	"Eu impactarei no global e isso fara minha empresa melhorar em termos de eficiência";
	A - C	"Uma melhoria local não necessariamente representa um ganho para todo o sistema";
	A - C	"Visão holística";
	A - C	"Ferramentas de foco global levam a melhorias da organização (geralmente é verdade)";
	C - D'	"Se não for recurso gargalo poderíamos liberar os funcionários";
	C - D'	"Com meus funcionários poderemos melhorar o sistema como um todo, pois eles conhecem o sistema";
	C - D'	"Os funcionários são da organização, não do meu departamento";
	C - D'	"Eventuais perdas de produtividade devido à liberação momentânea dos funcionários de suas obrigações rotineiras pode ser compensada pela maior motivação e entendimento do processo global";
Nuvem referente ao desenvolvimento do sistema	A - B	"Internamente os participantes já conhecem o sistema";
	A - B	"Minha equipe sabe conduzir com qualidade";
	A - B	"Prefiro desenvolver internamente porque o meu pessoal conhece bem o sistema";
	A - B	"Se conduzirmos o método podemos baixar o preço de todo o processo";
	A - B	"A equipe detém o conhecimento necessário";
	A - B	"Não tenho recursos para contratar uma consultoria especializada";
	A - B	"Quando possível (há tempo e capacitação suficiente), é melhor desenvolver um método de modelagem aproveitando a equipe interna. É uma decisão de custo/benefício";
	A - B	"Os problemas da empresa podem ser resolvidos com modelos relativamente simples, que não requerem especialistas em modelagem/desenvolvimento de software";

	B - D	"Fazer internamente é mais barato";
	B - D	"A qualidade da condução não é relevante quando comparado com a redução de custo";
	B - D	"A equipe interna não tem capacidade de desenvolver modelos com elevada qualidade";
	B - D	"O custo de desenvolvimento utilizando uma equipe interna é menor que o custo de uma equipe externa (nem sempre verdade)";
	B - D	"A equipe interna tem disponibilidade para se envolver no projeto de desenvolvimento de modelo (nem sempre verdade)";
	B - D	"Desenvolver externamente gera muito custo";
	A - C	"O método é muito importante";
	A - C	"Prefiro alguém que conheça o método que é a parte mais difícil";
	A - C	"Os conhecedores do sistema eu forneço para o desenvolvimento";
	A - C	"Entendo os benefícios do uso da simulação";
	A - C	"As empresas contratantes não possuem expertise para desenvolver o modelo";
	A - C	"Quando a qualidade desejada e o tempo são críticos, o melhor é contratar uma equipe experiente. Novamente, é uma questão de custo/benefício";
	A - C	"A solução dos problemas da empresa depende de modelos complexos, que exigem equipes experientes para seus desenvolvimentos (nem sempre verdade)";
	C - D'	"fazer externamente tem mais qualidade";
	C - D'	"A qualidade da condução esta ligada a contratação de alguém experiente";
	C - D'	"somente com pessoas de fora confiro qualidade ao produto final";
	C - D'	"A equipe experiente é capaz de desenvolver um modelo com elevada qualidade";
	C - D'	"Uma equipe externa é capaz de produzir um modelo de simulação de melhor qualidade (nem sempre verdade, é preciso trabalho conjunto)";
	C - D'	"Haverá uma boa comunicação entre as equipes interna e externa, para que o modelo tenha o nível de qualidade adequado";
	A - B	"Acredito em simulação e poderemos usar mais vezes";
Nuvem referente à estruturação do banco de dados	A - B	"Como o projeto é caro poderemos reutilizar para o processo ser viável";
	A - B	"O problema não será solucionado";
	A - B	"Melhoria contínua do processo";
	A - B	"O modelo de simulação pode ser utilizado como ferramenta de uso contínuo para estudos de cenários ou melhoria de processos";
	A - B	"Os problemas são recorrentes, ou a melhoria de processos é uma atividade contínua";
	B - D	"Temos que estruturar a base pois vamos reutilizá-lo";

	B - D	"É importante esta estruturação, pois tempo será economizado no futuro";
	B - D	"Dados são essenciais para a atualização do modelo";
	B - D	"Para aumentar a eficiência e melhorar os resultados do uso contínuo de um modelo de simulação é necessário que se tenha uma base de dados estruturada";
	B - D	"Uma base de dados bem estruturada pode servir para a solução de diversos problemas (ou de diversas variações do mesmo problema)";
	A - C	"Faremos um modelo, pois Temos apenas um problema";
	A - C	"Os modelos são usados para problemas específicos";
	A - C	"O problema será resolvido após as ações apontadas pelo simulador";
	A - C	"Quando o objetivo é a análise pontual de um problema (por exemplo, em análises de investimento), o modelo é apenas um meio para se chegar ao resultado";
	A - C	"Os problemas tendem a ser únicos, com características muito distintas entre si. Cada problema gera um novo projeto";
	C - D'	"Muito custo e tempo para estruturar a base";
	C - D'	"Estruturar a base é um processo caro";
	C - D'	"Como utilizarei uma vez, não preciso fazer este processo";
	C - D'	"Podemos coletar manualmente";
	C - D'	"Baixa confiabilidade nos resultados, se os dados não estão adequadamente estruturados";
	C - D'	"Não vale a pena consumir tempo e dinheiro para estruturar uma base de dados para um modelo que não se pretende reutilizar ";
	C - D'	"Não vale a pena estruturar uma base de dados para utilizar com um modelo que trata de um tipo específico de problema";
	A - B	"É mais barato fazer internamente";
Nuvem referente à manutenção do sistema	A - B	"Como o processo é caro temos que maximizar o uso e tornar o projeto viável";
	A - B	"Confiança de que há recursos internos capazes de desenvolver o simulador"
	A - B	"Para tornar o uso de simulação viável para a empresa, é necessário maximizar o seu uso. Desenvolver projetos internamente facilita o processo de difusão de conhecimento e experiências, fundamentais para a maximização do uso."
	A - B	"À medida que novos projetos vão sendo desenvolvidos, vai melhorando a relação custo/benefício dos projetos subsequentes. A capacitação da equipe tende a aumentar e a cultura de uso da simulação como ferramenta de análise e apoio à decisão também";
	A - B	"Os modelos desenvolvidos internamente são mais facilmente atualizados e respondem melhor à necessidade do cliente (algumas vezes é verdade)";



B - D	“Para desenvolver internamente, preciso de uma equipe interna que conheça simulação”;
B - D	“A equipe precisa entender do modelo e do processo de simulação computacional”;
B - D	“Demanda para capacitar e manter uma área para o desenvolvimento de simuladores”;
B - D	“Para que projetos de simulação sejam desenvolvidos e mantidos internamente, é preciso formar e capacitar uma equipe para desenvolver e manter os modelos de simulação. Um equipe capacitada garante torna o processo mais eficiente e gera qualidade”;
B - D	“Para uma organização com grande potencial de uso da simulação, é mais vantajoso formar uma equipe de especialistas do que contratar externamente a cada novo projeto”;
B - D	“Vale a pena para a empresa manter uma equipe interna especializada em simulação (pode ser verdade em alguns casos)”;
B - D	“Somente uma equipe interna, que conhece bem os detalhes do negócio, é capaz de desenvolver e manter um modelo útil para o cliente (geralmente não é verdade)”;
A - C	“Se eu fizer internamente a equipe ficará ociosa por algum tempo”;
A - C	“Fazer internamente é muito caro, pois precisamos capacitar e comprar equipamentos para tal ferramenta”;
A - C	“É mais fácil receber o serviço pronto, pois o contratado conhece simulação, ao contrario da minha equipe interna”;
A - C	“Ter problemas que justifiquem o uso de simulação computacional”;
A - C	“Não há recursos internos para desenvolver modelos de simulação”;
A - C	“Para uma empresa (ou área da empresa) que utilize apenas esporadicamente a simulação como ferramenta de análise, pode ser mais vantajoso contratar o serviço”;
A - C	“Modelos desenvolvidos externamente são apresentam aspecto mais profissional, tem mais credibilidade e não consomem tempo de desenvolvimento/atualização da equipe interna (algumas vezes é verdade. O ideal é ter uma boa integração das equipes)”;
C - D'	“A equipe externa conhece o processo e entregará um bom trabalho”;
C - D'	“Se eu quero o serviço pronto, preciso contratar alguém”;
C - D'	“Para manter o modelo, precisamos contratar, pois não conhecemos o modelo”;
C - D'	“Tenho um problema que demanda simulação computacional”;

	C - D'	"Não tenho recurso interno para desenvolver o modelo";
	C - D'	"As equipes internas não têm o conhecimento, experiência, ou a disponibilidade necessária para desenvolver um modelo de simulação utilizável (muitas vezes é verdade)";
	C - D'	"A equipe externa é competente para desenvolver e manter modelos de simulação, e será capaz de entender as necessidades do cliente (muitas vezes é verdade)";
	A - B	"Prefiro desta forma para não perder valor para a empresa";
	A - B	"O conhecimento que desenvolvi é meu, não da empresa";
Nuvem referente à documentação dos processos de simulação	A - B	"A expertise pode ser absorvida pela empresa e replicada no futuro";
	A - B	"O desenvolvimento interno do modelo de simulação faz com que a expertise seja mantida na empresa";
	A - B	"Para proteger o conhecimento gerado na empresa, é preciso que o mesmo seja tratado de forma velada e não documentada (absurdo!)";
	B - D	"O meu conhecimento garante meu emprego";
	B - D	"Para manter desta forma não deve haver nenhuma formalização";
	B - D	"Não posso formalizar, pois do contrário o conhecimento seria compartilhado";
	B - D	"As pessoas tem ótima memória";
	B - D	"Não haverá perda de recursos e talentos";
	B - D	"A não formalização do conhecimento gera a dependência das pessoas envolvidas";
	B - D	"A forma de manter o conhecimento de forma tácita, implícita, é não formalizá-lo (absurdo)";
	A - C	"O conhecimento é da empresa e não das pessoas que nela trabalham";
	A - C	"Pessoas podem ser trocadas, portanto precisamos tornar o conhecimento explícito";
	A - C	"Documentar a construção e lógica do modelo garante a replicação no futuro";
	A - C	"Para garantir que a expertise que envolve o modelo seja mantida ao longo dos anos é necessário explicitar o conhecimento";
	A - C	"Explicitar o conhecimento, na forma de manuais, relatórios e outros documentos, garante a apropriação do conhecimento pela empresa, e facilita a disseminação do conhecimento dentro da empresa (verdade)";
	C - D'	"A empresa reconhece meu conhecimento explicitado";
	C - D'	"Preciso formalizar para que o conhecimento seja explícito";
	C - D'	"A formalização garantirá que outras pessoas possam utilizar o conhecimento";

C - D'	"Através da formalização o conhecimento pode ser construído em conjunto";
C - D'	"A documentação garante a construção e manutenção de modelos de simulação";
C - D'	"A formalização e a consolidação do conhecimento exige a documentação do mesmo, de forma explícita, de forma que esse conhecimento possa ser construído por vários especialistas, e para que possa evoluir com o tempo (verdade)"