



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS**  
**DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

**GERMANO FENNER**

**UM MODELO ORIENTADO AO NEGÓCIO PARA SUPORTE À TOMADA DE  
DECISÃO MULTICRITÉRIO NO GERENCIAMENTO DE CAPACIDADE EM  
PROVEDORES IAAS**

**FORTALEZA**

**2019**

GERMANO FENNER

UM MODELO ORIENTADO AO NEGÓCIO PARA SUPORTE À TOMADA DE  
DECISÃO MULTICRITÉRIO NO GERENCIAMENTO DE CAPACIDADE EM  
PROVEDORES IAAS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciência da Computação. Área de concentração: Redes de Computadores.

Orientador: Prof. Dr. José Neuman de Souza.  
Coorientador: Prof. Alberto Sampaio Lima.

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- F38m Fenner, Germano.  
Um modelo orientado ao negócio para suporte à tomada de decisão multicritério no gerenciamento de capacidade em provedores IAAS / Germano Fenner. – 2019.  
258 f. : il. color.
- Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Fortaleza, 2019.  
Orientação: Prof. Dr. José Neuman de Souza.  
Coorientação: Prof. Dr. Alberto Sampaio Lima.
1. Serviços em nuvem. 2. Dinâmica de sistemas. 3. Tomada de decisão. I. Título.

CDD 005

---

GERMANO FENNER

UM MODELO ORIENTADO AO NEGÓCIO PARA SUPORTE À TOMADA DE  
DECISÃO MULTICRITÉRIO NO GERENCIAMENTO DE CAPACIDADE EM  
PROVEDORES IAAS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciência da Computação. Área de concentração: Redes de Computadores.

Aprovada em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. José Neuman de Souza (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Alberto Sampaio Lima (Coorientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. José Antão Beltrão Moura  
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

---

Prof. Dr. Joaquim Celestino Junior  
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

---

Prof. Dr. José Maria da Silva Monteiro Filho  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Lincoln Souza Rocha  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Algumas oportunidades são únicas.

## AGRADECIMENTOS

Ao nosso bom Deus, O GRANDE ARQUITETO DO UNIVERSO, pela oportunidade em poder fazer um doutorado.

A minha esposa Sandra, você é ímpar, por toda a sua paciência e sabedoria e as minhas filhas Vitória Gabriely e Júlia Marjory, fontes inesgotáveis de alegria e inspiração para mim. Por diversas vezes, vocês três tiveram de conviver com o meu afastamento, foram testes e provações que comigo passaram para que esse sonho pudesse ser realizado. Vocês são VERDADEIRAS BÊNÇÃOS que o GRANDE ARQUITETO colocou em minha vida.

O meu agradecimento e os meus mais elevados sentimentos de estima e respeito ao professor Alberto Sampaio Lima. Professor, coorientador, amigo, por diversas vezes um irmão, crítico, questionador, exigente, muitas vezes me levando ao extremo, fazendo desenvolver em mim a capacidade de questionamento e pesquisa! Professor Alberto, Beto, eu faria tudo de novo pois cresci e aprendi muito nessa jornada, O SENHOR FAZ A DIFERENÇA!

Agradeço ao meu orientador, o professor José Neuman de Souza, pela oportunidade que tive de ser seu orientando. Professor Neuman, muito obrigado pela oportunidade de fazer este doutorado.

Aos professores participantes da banca examinadora de qualificação José Antão Beltrão Moura, Joaquim Celestino Junior, José Maria da Silva Monteiro Filho e Lincoln Rocha pelo tempo investido e pelas valiosas colaborações e sugestões.

Aos colegas do grupo de pesquisa Aminadabe Sousa, Maristela Ribas e Janete do Amaral pelas reflexões, críticas e sugestões recebidas.

Aos colegas de doutorado Anderson Almada, Rayner Gomes, Fábio Barroso, Mardson Ferreira, Ernando Gomes e Eliseu Castelo Branco. Parceiros em diferentes disciplinas e nas incontáveis horas de estudo e dedicação.

Aos meus amigos Rafael Maia e Ismael Junior, pelas inúmeras dicas e contribuições, principalmente na etapa de simulação do modelo.

A UniFanor | Wyden, pelos diversos incentivos dados para que esse desafio você venceu. Aos colegas de trabalho, que sempre me motivaram a seguir adiante.

O meu carinho e agradecimento ao coordenador Edmarson Bacelar Mota e a Ana Maria Gonçalves da Fundação Getúlio Vargas (FGV) por toda paciência e oportunidades que me proporcionaram nesses quatro anos. Vocês fazem a diferença!

Ao diretor João Paulo Mota, do Instituto Publix de Brasília-DF, o meu agradecimento e respeito pelas oportunidades que me foram dadas.

A equipe da secretaria do MDCC e a equipe da Biblioteca Central do Campus do Pici, por toda gentileza e atenção que me deram durante o curso e principalmente no desenvolvimento dos trabalhos relacionados a esta Tese.

Aos professores Rudini Sampaio e Creto Vidal. Vocês dois foram excepcionais, foi um privilégio tê-los como meus professores, muito obrigado!

O meu muito obrigado ao professor Marco Antônio Rodrigues Vieira, que ainda no meu período de aluno de mestrado do PPGSPI da UNISC, aconselhou a seguir adiante com os estudos. Professor Marco Antônio, segui o seu conselho, eis aqui o resultado!

A meus queridos pais, Sidinei e Teresa, duas almas que são um presente de Deus.

“Embora ninguém possa voltar atrás e fazer um novo começo, qualquer um pode começar agora e fazer um novo fim.”

Chico Xavier

## RESUMO

Os serviços em nuvem estão sendo cada vez mais utilizados, seja por uma questão de redução dos custos, praticidade ou atualização tecnológica. Entre os diversos serviços ofertados em uma nuvem, destaca-se o de infraestrutura como serviço (*IaaS*) pelo fato da existência de uma dependência dos demais serviços em relação ao mesmo. A partir da demanda crescente por esse tipo de serviço, os provedores necessitam estar preparados para atender às necessidades crescentes de seus clientes. A gestão da capacidade tem sido fundamental para o sucesso desses provedores. Cada vez mais torna-se necessário considerar na gestão desses serviços os fatores qualitativos, onde o alinhamento com a estratégia, nível de conhecimento da equipe de TI, flexibilidade do serviço, desempenho e demandas do negócio, são alguns dos fatores que necessitam ser considerados. O dimensionamento da capacidade necessária para um atendimento efetivo por parte do provedor de serviços de infraestrutura na nuvem é um processo desafiador para os gestores. Este trabalho apresenta um modelo para tomada de decisão no negócio, baseado na teoria da dinâmica de sistemas (DS), que fornece suporte ao processo de gerenciamento da capacidade. O modelo visa apoiar os gestores em decisões que envolvam a análise de capacidade no sentido de subsidiar os investimentos para melhoria do processo. Foi realizado estudo de caso em empresa real, onde através de simulações de cenários, foram reproduzidos diferentes contextos para suportar o processo de tomada de decisão no gerenciamento de capacidade. Os resultados obtidos indicaram que o modelo proposto se mostrou útil, preferível em relação ao processo usado pela empresa, preciso e efetivo para o que foi proposto.

**Palavras-chave:** Serviços em Nuvem. Dinâmica de Sistemas. Tomada de decisão.

## ABSTRACT

Cloud services are being widely used, either for the sake of cost reduction, practicality or technological updating. Among the several services offered in a cloud, infrastructure as a service (*IaaS*) stands out due to the existence of a dependence of the other services in relation to it. From the increasing demand for this type of service, providers need to be prepared to meet the growing needs of their customers. Capacity management has been critical to the success of these providers. Increasingly, qualitative factors such as alignment with strategy, level of people knowledge, and demand quantity need to be considered when managing these services, are some of the factors that need to be considered. Scaling capacity required for effective service from cloud infrastructure service provider is a challenging process for managers. This work presents a business model to support decision making, based on systems dynamics (DS) theory, to support capacity management process. The model aims to support IT managers in decisions that involve capacity analysis for specific investments. A case study was carried out in a real company, where different scenarios were reproduced through simulations, to support the decision-making process in capacity management. The results indicated that the proposed model was useful, preferable in relation to actual company process, precise and effective for what was proposed.

**Keywords:** Cloud Services. System Dynamics. Decision-making.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Etapas de desenvolvimento do Scorecard Dinâmico.....	31
Figura 2	– Arquitetura da Solução de Ming <i>et al.</i> (2013).....	35
Figura 3	– Arquitetura do <i>Framework</i> .....	36
Figura 4	– Desenho da pesquisa.....	41
Figura 5	– Ciclo de atividades no gerenciamento de capacidade.....	46
Figura 6	– Entidades do modelo que envolvem a entrega de serviços.....	48
Figura 7	– Entidades do modelo que envolvem a entrega de serviços <i>IaaS</i> .....	50
Figura 8	– Exemplo de uso da notação visual para representar entregas de valor de serviços <i>IaaS</i> em um cenário de negócio.....	54
Figura 9	– Mapa estratégico – <i>BSC</i> .....	56
Figura 10	– Visão da análise de tolerância para <i>KPIs</i> e <i>KCIs</i> no modelo.....	56
Figura 11	– Visão da análise de tolerância para <i>KPIs</i> e <i>KCIs</i> no modelo.....	57
Figura 12	– Visão Geral de utilização do Modelo.....	58
Figura 13	– Fluxo de execução e verificação do modelo.....	59
Figura 14	– Estrutura modular de dinâmica de sistemas do modelo.....	60
Figura 15	– Capacidades organizacionais de uso da computação em nuvem.....	61
Figura 16	– Enlace de balanceamento “busca por objetivo”.....	66
Figura 17	– Adequação da alocação de recursos de TI para execução de serviços.....	67
Figura 18	– Critérios qualitativos considerados.....	67
Figura 19	– Diagrama de causalidade da área de Gestão de Demandas.....	69
Figura 20	– Diagrama de causalidade da área de Gestão de Capacidade.....	71
Figura 21	– Diagrama de causalidade da área de gestão do negócio.....	73
Figura 22	– Diagrama de causalidade da área de Gestão de Benefícios.....	75

Figura 23	– Visão geral do modelo de simulação implementado no software Stella 9.0 para os processos de gestão de demandas e capacidade.....	79
Figura 24	– Visão geral do modelo de simulação implementado no software Stella 9.0 para os processos de gestão do negócio e benefícios.....	80
Figura 25	– Visão geral do modelo de simulação implementado no software Stella 9.0 para implementação do método AHP.....	81
Figura 26	– Diagrama de fluxo do processo da Gestão de Demandas.....	82
Figura 27	– Diagrama de fluxo do processo da Gestão de Capacidade.....	86
Figura 28	– Diagrama de fluxo do processo da Gestão do Negócio.....	91
Figura 29	– Diagrama de fluxo do processo da gestão de benefícios.....	104
Figura 30	– Hierarquia de critérios para tomada de decisão referentes a otimização de infraestrutura do provedor <i>IaaS</i> .....	113
Figura 31	– Hierarquia de critérios para tomada de decisão referente a otimização de custos do provedor <i>IaaS</i> .....	122
Figura 32	– Hierarquia de critérios para tomada de decisão referente aos processos de negócio do provedor <i>IaaS</i> .....	123
Figura 33	– Hierarquia de critérios para tomada de decisão referente aos recursos humanos do provedor <i>IaaS</i> .....	124
Figura 34	– Indicadores gerados pelos processos de gestão de demanda e capacidade durante a simulação do cenário #1.....	154
Figura 35	– Indicadores gerados pelos processo de gestão do negócio durante a simulação do cenário #1.....	156
Figura 36	– Indicadores <i>KCIs</i> gerados pelo modelo durante a simulação do cenário #1..	157
Figura 37	– Indicadores gerados para decisão multicritério relativa aos clientes do provedor <i>IaaS</i> durante a simulação do cenário #1.....	158
Figura 38	– Indicadores gerados para decisão multicritério relativa aos processos de negócio durante a simulação do cenário #1.....	158

Figura 39 – Indicadores gerados para decisão multicritério relativa à infraestrutura <i>IaaS</i> durante a simulação do cenário #1.....	159
Figura 40 – Indicadores gerados para decisão multicritério relativa à RH durante a simulação do cenário #1.....	159
Figura 41 – Indicadores gerados pelos processos de gestão de demanda e capacidade durante a simulação do cenário #2.....	163
Figura 42 – Indicadores gerados pelo processo de gestão do negócio durante a simulação do cenário #2.....	163
Figura 43 – Indicadores <i>KCIs</i> gerados pelo modelo durante a simulação do cenário #2..	164
Figura 44 – Indicadores gerados para decisão multicritério relativa aos clientes do provedor <i>IaaS</i> durante a simulação do cenário #2.....	164
Figura 45 – Indicadores gerados para decisão multicritério relativa aos processos de negócio durante a simulação do cenário #2.....	165
Figura 46 – Indicadores gerados para decisão multicritério relativa à infraestrutura <i>IaaS</i> durante a simulação do cenário #2.....	165
Figura 47 – Indicadores gerados para decisão multicritério relativa à RH durante a simulação do cenário #2.....	166
Figura 48 – Indicadores gerados pelos processos de gestão de demanda e capacidade durante a simulação do cenário #3.....	169
Figura 49 – Indicadores gerados pelo processo de gestão do negócio durante a simulação do cenário #3.....	169
Figura 50 – Indicadores gerados pelo processo de gestão de benefícios do negócio durante a simulação do cenário #3.....	170
Figura 51 – Indicadores gerados para avaliação dos recursos humanos durante a simulação do cenário #3.....	171
Figura 52 – Indicadores <i>KCIs</i> gerados pelo modelo durante a simulação do cenário #3	172
Figura 53 – Indicadores gerados para decisão multicritério relativa aos clientes do provedor <i>IaaS</i> durante a simulação do cenário #3.....	173

Figura 54 – Indicadores gerados para decisão multicritério relativa aos processo de negócio durante a simulação do cenário #3.....	173
Figura 55 – Indicadores gerados para decisão multicritério relativa à infraestrutura <i>IaaS</i> durante a simulação do cenário #3.....	174
Figura 56 – Indicadores gerados para decisão multicritério relativa à RH durante a simulação do cenário #3.....	174
Figura 57 – Indicadores gerados pelos processos de gestão do negócio durante a simulação do cenário #4.....	178
Figura 58 – Indicadores gerados pelos processos de gestão de benefícios durante a simulação do cenário #4.....	179
Figura 59 – Indicadores <i>KCIs</i> gerados pelo modelo durante a simulação do cenário #4..	180
Figura 60 – Indicadores gerados para decisão multicritério relativa aos clientes do provedor <i>IaaS</i> durante a simulação do cenário #4.....	180
Figura 61 – Indicadores gerados para decisão multicritério relativa aos processos de negócio durante a simulação do cenário #4.....	181
Figura 62 – Indicadores gerados para decisão multicritério relativa à infraestrutura <i>IaaS</i> durante a simulação do cenário #4.....	181
Figura 63 – Indicadores gerados para decisão multicritério relativa à RH durante a simulação do cenário #4.....	182
Figura 64 – Indicadores gerados pelos processos de gestão do negócio durante a simulação do cenário #5.....	185
Figura 65 – Indicadores gerados pelos processos de gestão de benefícios durante a simulação do cenário #5.....	186
Figura 66 – Indicadores <i>KCIs</i> gerados pelo modelo durante a simulação do cenário #5..	187
Figura 67 – Indicadores gerados para decisão multicritério relativa aos clientes do provedor <i>IaaS</i> durante a simulação do cenário #5.....	187
Figura 68 – Indicadores gerados para decisão multicritério relativa aos processos de negócio durante a simulação do cenário #5.....	188

Figura 69 – Indicadores gerados para decisão multicritério relativa à infraestrutura <i>IaaS</i> durante a simulação do cenário #5.....	188
Figura 70 – Indicadores gerados para decisão multicritério relativa à RH durante a simulação do cenário #5.....	189
Figura 71 – Organização dos modelos de serviço e seus papéis.....	212
Figura 72 – Arquitetura da Computação em Nuvem.....	216
Figura 73 – Triângulo para o gerenciamento de recursos na nuvem.....	219
Figura 74 – Modelo ITIL com as etapas e seus processos.....	221
Figura 75 – Fluxo de ciclo de demanda e fornecimento de serviços.....	224
Figura 76 – Relação entre as necessidades da empresa e a TI.....	228
Figura 77 – Processo Gerenciamento da Capacidade.....	229
Figura 78 – Um modelo BDIM básico.....	242
Figura 79 – Interação das perspectivas do BSC.....	245
Figura 80 – Modelagem do gerenciamento de demandas em um Service Desk.....	247
Figura 81 – Hierarquia de critérios para comparação de serviços em nuvem.....	252

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	– Avaliação da eficácia do modelo e grau com que o seu propósito foi atingido.....	190
Gráfico 2	– Avaliação da eficácia quanto ao entendimento dos processos de Gerenciamento da Demanda e Capacidade.....	191
Gráfico 3	– Avaliação do uso do simulador para entendimento sobre a dinâmica da aplicação dos recursos e das capacidades de TI.....	191
Gráfico 4	– O uso do simulador ajuda a entender se a minha infraestrutura está adequada para a quantidade de clientes.....	192
Gráfico 5	– O simulador ajuda a entender a política de preço.....	192
Gráfico 6	– Opção de escolha quanto a forma atual de trabalho e os recursos oferecidos pelo modelo.....	193
Gráfico 7	– Opção de escolha quanto a ajuda para entender a necessidade de alinhamento da estratégia organizacional com a TI.....	193
Gráfico 8	– Ajuda do modelo no entendimento dos processos de negócio e a estratégia da TI.....	194
Gráfico 9	– Conformidade com os objetivos do Negócio.....	194
Gráfico 10	– Simulações de cenários para decisões sobre o investimento em TI.....	195

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparação com trabalhos relacionados.....	40
Tabela 2 – Envolvimento de gestores/empresas nas fases de modelagem e pesquisa.....	43
Tabela 3 – Notação visual para as entidades que envolvem valor de negócio no modelo <i>IaaS</i> proposto.....	52
Tabela 4 – Descrição dos objetivos, indicadores de capacidade e de desempenho no modelo.....	62
Tabela 5 – Variáveis do processo Gestão de Demandas.....	83
Tabela 6 – Variáveis do processo gestão de capacidade.....	87
Tabela 7 – Variáveis do processo Gestão do Negócio.....	92
Tabela 8 – Variáveis do processo Gestão de Benefícios.....	104
Tabela 9 – Avaliação da importância dada as alternativas de escolhas em função do critério armazenamento do provedor <i>IaaS</i> .....	114
Tabela 10 – Resultado da divisão dos valores das alternativas de escolhas em função do critério armazenamento do provedor <i>IaaS</i> .....	114
Tabela 11 – Multiplicação de linhas e colunas dos valores das alternativas de escolhas em função do critério armazenamento do provedor <i>IaaS</i> .....	115
Tabela 12 – Resultado da multiplicação de linhas e colunas das alternativas de escolhas em função do critério armazenamento do provedor <i>IaaS</i> .....	115
Tabela 13 – Resultado da soma das linhas dos valores das alternativas de escolhas em função do critério armazenamento do provedor <i>IaaS</i> .....	116
Tabela 14 – Normalização de resultados dos valores das alternativas de escolhas em função do critério armazenamento do provedor <i>IaaS</i> .....	116
Tabela 15 – Avaliação da importância dada as alternativas de escolhas em função do critério memória do provedor <i>IaaS</i> .....	117
Tabela 16 – Normalização de resultados dos valores das alternativas de escolhas em função do critério memória do provedor <i>IaaS</i> .....	117

Tabela 17 – Avaliação da importância dada as alternativas de escolhas em função do critério processamento do provedor <i>IaaS</i> .....	118
Tabela 18 – Normalização de resultados dos valores das alternativas de escolhas em função do critério processamento do provedor <i>IaaS</i> .....	118
Tabela 19 – Avaliação da importância dada as alternativas de escolhas em função do critério rede do provedor <i>IaaS</i> .....	119
Tabela 20 – Normalização de resultados dos valores das alternativas de escolhas em função do critério rede do provedor <i>IaaS</i> .....	119
Tabela 21 – Avaliação da importância dada aos critérios do provedor <i>IaaS</i> .....	120
Tabela 22 – Normalização de resultados dos valores dos critérios do provedor <i>IaaS</i> .....	120
Tabela 23 – Normalização de resultados dos valores dos critérios do provedor <i>IaaS</i> .....	121
Tabela 24 – Avaliação da importância dada aos critérios do provedor <i>IaaS</i> para otimização de custos.....	122
Tabela 25 – Avaliação da importância dada aos critérios do provedor <i>IaaS</i> para processos de negócio.....	123
Tabela 26 – Avaliação da importância dada aos critérios do provedor <i>IaaS</i> para recursos humanos.....	124
Tabela 27 – Sumário das variáveis de calibragem usados no modelo.....	125
Tabela 28 – Calibragem base do Servidor de <i>IaaS</i> .....	133
Tabela 29 – Opções de contratação de serviços da Empresa Alpha.....	136
Tabela 30 – Calibragem base do Provedor <i>IaaS</i> .....	145
Tabela 31 – Valores informados para os testes de avaliação do comportamento do sistema para a simulação de cenários.....	146
Tabela 32 – Valores gerados pelo modelo para os testes de avaliação do comportamento do sistema durante a simulação do <i>cenário</i> #1.....	149
Tabela 33 – <i>KCIs</i> gerados pelo modelo para os testes de avaliação do comportamento do sistema durante a simulação do <i>cenário</i> #1.....	153

Tabela 34 – Calibragem com base na nova quantidade de clientes da empresa <i>Alpha</i> após campanha promocional para a simulação do <i>cenário</i> #2.....	160
Tabela 35 – Valores gerados pelo modelo para os testes de avaliação do comportamento do sistema durante a simulação do <i>cenário</i> #2.....	161
Tabela 36 – <i>KCIs</i> gerados pelo modelo para os testes de avaliação do comportamento do sistema durante a simulação do <i>cenário</i> #2.....	162
Tabela 37 – Calibragem com base na atual quantidade de clientes da empresa <i>Alpha</i> para a simulação do <i>cenário</i> #3.....	167
Tabela 38 – Valores gerados pelo modelo para os testes de avaliação do comportamento do sistema durante a simulação do <i>cenário</i> #3.....	167
Tabela 39 – <i>KCIs</i> gerados pelo modelo para os testes de avaliação do comportamento do sistema durante a simulação do <i>cenário</i> #3.....	168
Tabela 40 – Calibragem com base nos aspectos qualitativos da equipe de TI da empresa <i>Alpha</i> .....	175
Tabela 41 – Calibragem de serviços impactados com base nos aspectos qualitativos da equipe de TI da empresa <i>Alpha</i> .....	175
Tabela 42 – Valores gerados pelo modelo para os testes de avaliação do comportamento do sistema durante a simulação do <i>cenário</i> #4.....	177
Tabela 43 – <i>KCIs</i> gerados pelo modelo para os testes de avaliação do comportamento do sistema durante a simulação do <i>cenário</i> #4.....	178
Tabela 44 – Calibragem com base na nova quantidade de clientes da empresa <i>Alpha</i> após a diminuição de 10% para a simulação do <i>cenário</i> #5.....	183
Tabela 45 – Calibragem utilizada para os processos de negócio da empresa <i>Alpha</i> durante a simulação do <i>cenário</i> #5.....	183
Tabela 46 – Valores gerados pelo modelo para os testes de avaliação do comportamento do sistema durante a simulação do <i>cenário</i> #5.....	184
Tabela 47 – <i>KCIs</i> gerados pelo modelo para os testes de avaliação do comportamento do sistema durante a simulação do <i>cenário</i> #5.....	185
Tabela 48 – Testes de verificação/validação do modelo.....	195

Tabela 49 – Diferenças entre os processos de GD e GC.....	230
Tabela 50 – Diferenças entre o gerenciamento e a governança de TI.....	236
Tabela 51 – Caracterização das perspectivas do <i>BSC</i> .....	243

## LISTA DE ABREVIATURAS

AHP	<i>Analytical Hierarquical Process</i>
BSC	<i>Balanced Scorecard</i>
BDIM	<i>Business Driven IT Management</i>
CAPEX	<i>Capital Expenditure</i>
CCTA	<i>Central Computer and Telecommunications Agency</i>
CMMI	<i>Capability Maturity Model Integration</i>
COBIT	<i>Framework for Governing and Managing Enterprise IT</i>
CRM	<i>Customer Relation Management</i>
DS	Dinâmica de Sistemas
EAD	Ensino a Distância
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
GC	Gerenciamento de Capacidade
GD	Gerenciamento de Demanda
GPD	Gestão por Diretrizes
IaaS	Infraestrutura como Serviço
ISACA	<i>Information System Audit and Control</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
ITGI	<i>IT Governance Institute</i>
ITIL	<i>Information Technology Infrastructure Library</i>
ITSM	Gerenciamento de Serviços de TI
MOF	<i>Microsoft Operations Framework</i>
MPS.BR	Melhoria do Processo de Software Brasileiro
NIST	<i>National Institute of Standards and Technology</i>
OGC	<i>Office of Government Commerce</i>
OPEX	<i>Operational Expenditure</i>

PaaS	Plataforma como Serviço
PDCA	<i>Plan - Do - Check - Act</i>
PETI	Planejamento Estratégico da TI
QoS	<i>Quality of Service</i>
ROI	Retorno de Investimento
SAAS	Software como Serviço
SD	<i>Service Desk</i>
SGSI	Sistema de Gestão de Segurança da Informação
SLA	Acordo de nível de serviço
TI	Tecnologia de Informação
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>
KCI	<i>Key Capacity Indicator</i>

## LISTA DE SÍMBOLOS

- \$ Dólar
- % Porcentagem
- £ Libra
- ¥ Iene
- € Euro
- § Seção
- © Copyright
- ® Marca Registrada

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>22</b>
1.1	<b>Contextualização.....</b>	<b>23</b>
1.2	<b>Identificação do problema.....</b>	<b>23</b>
1.3	<b>Questões de pesquisa.....</b>	<b>25</b>
1.4	<b>Hipóteses de pesquisa.....</b>	<b>26</b>
1.4.1	<i>Hipótese 1 – Preferência.....</i>	<i>26</i>
1.4.2	<i>Hipótese 1 – Preferência.....</i>	<i>27</i>
1.4.3	<i>Hipótese 3 - Acurácia.....</i>	<i>27</i>
1.4.4	<i>Hipótese 4 - Eficácia.....</i>	<i>27</i>
1.5	<b>Objetivos.....</b>	<b>27</b>
1.5.1	<i>Objetivo geral.....</i>	<i>27</i>
1.5.2	<i>Objetivos específico.....</i>	<i>28</i>
1.6	<b>Estrutura da Tese.....</b>	<b>28</b>
2	<b>TRABALHOS RELACIONADOS.....</b>	<b>30</b>
3	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>41</b>
3.1	<b>Metodologia de pesquisa.....</b>	<b>41</b>
3.2.1	<i>Pesquisa bibliográfica e validação com a comunidade acadêmica.....</i>	<i>42</i>
3.2.2	<i>Etapas da pesquisa.....</i>	<i>42</i>
3.1.3	<i>Pesquisa documental.....</i>	<i>44</i>
4	<b>MODELO PROPOSTO.....</b>	<b>45</b>
4.1	<b>Aspectos de modelagem.....</b>	<b>45</b>
4.1.1	<i>Escopo do modelo.....</i>	<i>45</i>
4.1.2	<i>Delimitações do modelo.....</i>	<i>46</i>
4.2	<b>Descrição do modelo.....</b>	<b>47</b>
4.2.1	<i>Aspectos formais.....</i>	<i>47</i>
4.2.2	<i>Visão geral.....</i>	<i>55</i>
4.2.3	<i>Entrada de dados.....</i>	<i>64</i>
4.2.4	<i>Calibragem do modelo.....</i>	<i>64</i>
4.2.5	<i>Mecanismos base utilizados na modelagem.....</i>	<i>65</i>
4.2.6	<i>Diagramas de causalidade.....</i>	<i>68</i>
4.2.6.1	<i>Áreas de gestão de demandas e capacidade.....</i>	<i>68</i>

4.2.6.2	<i>Área de gestão do negócio.....</i>	74
4.2.6.3	<i>Área de gestão de benefícios.....</i>	74
4.2.6.4	<i>Fluxos de informação identificados.....</i>	75
4.2.7	<i>Verificação e validação do diagrama de causalidade.....</i>	77
4.2.8	<i>Estrutura e formalização do modelo.....</i>	77
4.2.9	<i>Implementação do modelo.....</i>	78
4.2.10	<i>Gestão de demandas no modelo.....</i>	81
4.2.11	<i>Gestão de capacidades.....</i>	85
4.2.12	<i>Gestão do negócio.....</i>	90
4.2.13	<i>Gestão de benefícios.....</i>	103
4.2.14	<i>Método AHP no modelo.....</i>	111
4.2.15	<i>Calibragem do modelo.....</i>	124
4.3	<b>Considerações sobre o modelo.....</b>	125
5	<b>ESTUDO DE CASO E VALIDAÇÃO.....</b>	127
5.1	<b>Fases do estudo de caso.....</b>	127
5.1.1	<b>Execução do estudo de caso.....</b>	128
5.1.1.1	<i>Descrição das atividades.....</i>	128
5.1.1.2	<i>Verificação estrutural.....</i>	130
5.1.1.3	<i>Adequação de escopo.....</i>	131
5.1.1.4	<i>Valores Qualitativos.....</i>	131
5.1.1.5	<i>Consistência dimensional.....</i>	132
5.1.1.6	<i>Parâmetros e atributos.....</i>	132
5.1.1.7	<i>Condições extremas.....</i>	132
5.1.2	<b>Validação do comportamento.....</b>	133
5.1.2.1	<i>Descrição das Simulações.....</i>	134
5.1.2.2	<i>Apoio a tomada de decisão.....</i>	134
5.1.3	<b>Validação de aprendizado.....</b>	135
5.2	<b>Procedimentos adotados.....</b>	135
5.2.1	<b>Testes de estrutura.....</b>	138
5.2.2	<b>Testes de comportamento.....</b>	138
5.2.3	<b>Testes de aprendizado.....</b>	139
5.2.4	<b>Testes estatísticos e a validação de modelos de DS.....</b>	140
5.2.5	<b>Aspectos de gestão considerados.....</b>	141

<b>5.3</b>	<b>Resultados e análise.....</b>	<b>142</b>
<b>5.3.1</b>	<b><i>Descrição e resultados das simulações - Cenário #1.....</i></b>	<b>144</b>
<b>5.3.1.1</b>	<b><i>Análise dos resultados - Simulação do Cenário #1.....</i></b>	<b>149</b>
<b>5.3.2</b>	<b><i>Descrição e resultados das simulações - Cenário #2.....</i></b>	<b>159</b>
<b>5.3.2.1</b>	<b><i>Análise dos resultados - Simulação do Cenário #2.....</i></b>	<b>160</b>
<b>5.3.3</b>	<b><i>Descrição e resultados das simulações - Cenário #3.....</i></b>	<b>166</b>
<b>5.3.3.1</b>	<b><i>Análise dos resultados - Simulação do Cenário #3.....</i></b>	<b>166</b>
<b>5.3.4</b>	<b><i>Descrição e resultados das simulações - Cenário #4.....</i></b>	<b>174</b>
<b>5.3.4.1</b>	<b><i>Análise dos resultados - Simulação do Cenário #4.....</i></b>	<b>176</b>
<b>5.3.5</b>	<b><i>Descrição e resultados das simulações - Cenário #5.....</i></b>	<b>182</b>
<b>5.3.5.1</b>	<b><i>Análise dos resultados - Simulação do Cenário #5.....</i></b>	<b>184</b>
<b>5.4</b>	<b>Avaliação e validação do modelo.....</b>	<b>189</b>
<b>5.5</b>	<b>Dificuldades enfrentadas e necessidades adicionais.....</b>	<b>196</b>
<b>5.6</b>	<b>Sugestões e comentários.....</b>	<b>197</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>199</b>
<b>6.1</b>	<b>Considerações finais.....</b>	<b>199</b>
<b>6.2</b>	<b>Contribuições.....</b>	<b>199</b>
<b>6.3</b>	<b>Limitações da pesquisa e trabalhos futuros.....</b>	<b>200</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>202</b>
	<b>APÊNDICE A - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>210</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A computação em nuvem é uma tendência recente de tecnologia muito utilizada por empresas que buscam reduzir seus custos, alugando capacidade de processamento e armazenamento. Usuários de serviços tecnologia da informação (TI) e várias empresas consolidadas no mercado tem optado pela adoção de soluções na nuvem em substituição ao paradigma *on premise*.

Em um ambiente de nuvem, a capacidade de processamento e armazenamento de uma empresa pode ser aumentada em pouco tempo para o atendimento de uma demanda que irá durar apenas algumas horas, sem a necessidade de se investir na aquisição de equipamentos. De acordo com Ribas (2015), a computação em nuvem surgiu a partir da necessidade de se construir infraestruturas de TI complexas, para as quais os usuários têm que realizar instalação, configuração e atualização de sistemas de *software*. Para empresas cuja a atividade fim não é TI, mas dependem dela para a realização das suas operações, lidar com a complexidade tecnológica torna-se um tema desafiador. Os clientes de provedores de serviços em nuvem necessitam utilizar a tecnologia da informação para executarem suas atividades de trabalho e buscar atingir os objetivos de negócio. Tais atividades são apoiadas por recursos localizados na nuvem e disponibilizados pelo provedor de serviços. O usuário poderá acessar a dados armazenados, ou executar operações que demandem processamento e serviços de TI. Cabe ao provedor de *IaaS* disponibilizar a capacidade necessária para conseguir suportar a demanda de todos os seus clientes.

No paradigma convencional de utilização dos recursos de TI, os diversos cenários e demandas do mercado podem gerar algumas necessidades, tais como o aumento de espaço físico para suportar a acomodação de servidores de rede e *software* instalado, dedicados ao armazenamento de informações, realização de processamentos, além da execução de operações com bancos de dados. De acordo com o porte da organização, grau de complexidade de seus processos e operações, e do nível de tolerância a riscos da organização, essas infraestruturas podem ocupar um grande espaço físico e demandar uma grande equipe envolvida na sua gestão. De forma complementar, existe ainda a necessidade de se executar serviços tais como a mudança de *hardware*, pelo fato desses recursos serem propensos a ficar obsoletos rapidamente. A possibilidade de contratação e utilização de plataformas computacionais de terceiros (computação em nuvem) é uma solução inteligente para as organizações deixarem de se preocupar com a manutenção de sua infraestrutura de TI, mantendo o foco de suas atividades no negócio.

## 1.1 Contextualização

O cenário de serviços de infraestrutura na nuvem envolve *usuários com necessidades de contratação de serviços e provedores de serviços que necessitam estar preparados* para suprir as demandas dos seus clientes. No contexto do provedor de serviços, diversas variáveis devem ser consideradas: alinhamento estratégico entre TI e negócio, gerenciamento da demanda, gerenciamento da capacidade e lucro, entre outras.

Entre os desafios de pesquisa existentes na computação em nuvem, a manutenção da capacidade de atendimento às diversas demandas de negócio de um ambiente flexível e concorrido, com qualidade e disponibilidade dos serviços por parte do provedor, diante da possibilidade desses serviços apresentarem resultados bons ou ruins, impacta diretamente na percepção de seus usuários/clientes e conseqüentemente no desempenho desses serviços para o negócio. O dimensionamento da capacidade real e entendimento do processo de demanda e utilização dos serviços da nuvem impactam diretamente nos resultados do negócio. Um outro desafio consiste em conseguir conceber e definir uma estratégia que considere tanto as necessidades da empresa quanto as do cliente. Para isso, é necessária a definição de um processo que possibilite a harmonização dessas necessidades. Optar por colocar máquinas com grande capacidade de processamento, sem considerar a demanda atual, pode num primeiro estágio gerar grande satisfação para os demandantes de serviços. Entretanto, do ponto de vista do negócio, pode não estar havendo retorno para a organização. O oposto também não é a solução adequada, pois a empresa pode estar obtendo retornos consideráveis para o negócio, através de uma estrutura mínima de investimento que não consegue atender de forma adequada a real necessidade de seus clientes, gerando assim uma insatisfação do cliente com o recebimento dos serviços prestados.

## 1.2 Identificação do problema

Dentre as dificuldades mais comuns enfrentadas pelos gestores de serviços de uma forma geral, bem como em provedores do tipo *infraestrutura como serviço (IaaS)*, pode-se citar:

- A deficiência e a dificuldade de se estabelecer um alinhamento entre a estratégia do negócio com as ações relacionadas à TI;

- A ausência de planejamento estratégico tanto da organização quanto da área de TI;
- A falta de iniciativa que possibilite estabelecer um alinhamento estratégico entre organização e TI;
- Dificuldade em se ajustar os recursos da TI em conformidade com a dinâmica das demandas da organização;
- Alto grau de investimento em recursos de TI sem a devida análise das demandas, dos riscos e benefícios envolvidos, ou sem o alinhamento desta iniciativa com os objetivos da organização;
- Ausência ou insuficiência de processos de gestão em TI;
- Ausência ou insuficiência de estratégias de governança de TI.

Essas dificuldades impactam no processo de **gerenciamento de capacidade** dos provedores de serviços *IaaS*, onde para realizar investimentos que possibilitem um atendimento efetivo às necessidades dos clientes e demais demandas do negócio de forma proativa, esses provedores de serviços em nuvem necessitam de suporte no processo de tomada de decisão, especificamente em pontos que possam vir a necessitar de intervenções de gestão para melhoria da capacidade, bem como no acompanhamento do retorno desses serviços para o negócio. Algumas decisões sobre o serviço *IaaS* e demandas do negócio são complexas e muitas vezes os gestores dependem de sua experiência para a escolha das melhores opções possíveis, priorizando critérios de avaliação. Entre essas decisões pode-se citar a busca de clientes, reavaliação do valor dos planos, melhoria da qualidade, melhorar, manter ou mudar processos de negócio, redesenhar, manter ou melhorar a infraestrutura *IaaS*, demissão, requalificação ou contratação de colaboradores, ações relacionadas ao desempenho do serviço *IaaS* (Indicadores de desempenho - *KPIs* e indicadores de capacidade - *KCIs*). Torna-se necessário o suporte de ferramentas e modelos que possam auxiliar nesse processo decisório. As decisões citadas foram consideradas no planejamento do modelo proposto.

Este trabalho pressupõe de que as organizações que fornecem serviços de infraestrutura em nuvem necessitam tomar decisões com base no seu planejamento estratégico e no cenário de negócios. O modelo proposto nesta Tese é específico para suporte ao gerenciamento de capacidade de serviços do tipo *IaaS*, considerando a estratégia de organizações provedoras desse tipo de serviço. Foram analisados processos, de forma a se obter um alinhamento entre os objetivos estratégicos dessas organizações e suas necessidades.

A partir da problemática apresentada, surgiu a necessidade de se desenvolver uma solução que possa dar suporte à busca do equilíbrio entre necessidade dos usuários, estratégia do negócio e retorno sobre o investimento, que pudesse ser utilizada no processo de gerenciamento de capacidade em provedores de serviços de nuvem. Adotando uma abordagem mais formal, o objetivo desta Tese é apresentar um modelo para suporte ao processo de gerenciamento de capacidade de infraestrutura em provedores de nuvem, visando apoiar o processo de tomada de decisões, com base em simulações de cenários reais, sob um menor nível de subjetividade. Como resultados produzidos, são apresentados o modelo de dinâmica de sistemas, o conjunto de entidades envolvidas, além de uma notação gráfica para representar as entidades e o conjunto de operações envolvidas no modelo. Dentre as contribuições apresentadas no trabalho de pesquisa que resultou neste documento de tese destacam-se a definição, formalização e aplicação de um modelo para avaliação da capacidade do serviço de infraestrutura em nuvem. Através da realização de um estudo de caso em ambiente real, o modelo se apresentou efetivo e recebeu avaliação favorável entre os executivos de TI e do negócio envolvidos nos experimentos.

### 1.3 Questões de pesquisa

Muitos provedores *IaaS* não conseguem realizar decisões mais efetivas, pelo fato de seu processo de gerenciamento de capacidade e demanda não estarem alinhados com seu planejamento estratégico e necessidades reais. Acredita-se que o entendimento do comportamento sistêmico desses dois processos, considerando a avaliação das capacidades essenciais de TI, em consonância com o portfólio de serviços de provedores *IaaS* sua interação com os processos durante a execução de serviços, pode levar a decisões que favoreçam o alcance dos seus objetivos estratégicos. O entendimento da dinâmica da capacidade de cada processo e seu impacto no desempenho das atividades pode gerar ações para melhorias na capacidade dos serviços *IaaS* de forma geral.

Tais pressupostos conduzem às seguintes perguntas de pesquisa: Compreender a complexidade dinâmica do emprego das capacidades essenciais de TI de provedores *IaaS* a interação dessas capacidades com a demanda por serviços:

- Ajuda a organização na tomada de decisão sobre onde investir para melhoria da capacidade?

- Possibilita um equilíbrio entre os objetivos do planejamento estratégico e a gestão de capacidade?
- Fornece suporte ao monitoramento do desempenho do processo de gestão de capacidade?

#### 1.4 Hipóteses de pesquisa

Responder às questões de pesquisa formuladas envolve validar o uso do modelo proposto neste trabalho por tomadores de decisão a respeito do gerenciamento de capacidade de serviços *IaaS* por provedores de serviços em nuvem. Para contribuir com este esforço, quatro hipóteses foram investigadas:

- **Hipótese 1 (H1):** O modelo proposto é preferível em relação às soluções atuais utilizadas pelo provedor;
- **Hipótese 2 (H2):** O modelo proposto é útil para suportar o processo decisório;
- **Hipótese 3 (H3):** O modelo proposto é acurado o suficiente para suportar o processo de gerenciamento de capacidade de serviços *IaaS*;
- **Hipótese 4 (H4):** O modelo proposto é eficaz para suportar o processo de tomada de decisão relativo ao gerenciamento de capacidade de serviços *IaaS*.

A seguir são detalhadas as hipóteses avaliadas.

##### 1.4.1 Hipótese 1 - Preferência

- **Hipótese nula:** não há diferença na preferência dos gestores quanto ao uso do modelo e do método atual de decisão;
- **Hipótese alternativa:** preferências diferentes em relação ao uso do modelo e do método atual de decisão;
- **Medição necessária:** preferência dos gestores em relação ao método de decisão;

#### ***1.4.2 Hipótese 2 - Utilidade***

- **Hipótese nula:** os gestores não consideram o modelo útil;
- **Hipótese alternativa:** o modelo é útil;
- **Medição necessária:** utilidade do modelo;

#### ***1.4.3 Hipótese 3 - Acurácia***

- **Hipótese nula:** os gestores não consideram que o modelo possui acurácia em sua estimativa;
- **Hipótese alternativa:** o modelo possui acurácia;
- **Medição necessária:** acurácia do modelo.

#### ***1.4.4 Hipótese 4 - Eficácia***

- **Hipótese nula:** os gestores não consideram que o modelo eficaz para fornecer suporte ao processo de tomada de decisão no gerenciamento de capacidade;
- **Hipótese alternativa:** o modelo é eficaz para fornecer suporte ao processo de tomada de decisão no gerenciamento de capacidade;
- **Medição necessária:** eficácia do modelo.

### **1.5 Objetivos**

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

#### ***1.5.1 Objetivo geral***

O objetivo geral desta Tese é propor um modelo para fornecer suporte ao processo de tomada de decisão no gerenciamento de capacidade em provedores de serviços do tipo *IaaS*, por meio da simulação da dinâmica desse processo em diferentes cenários de negócio.

### 1.5.2 *Objetivos específicos*

A partir do objetivo geral, os seguintes objetivos específicos foram estabelecidos, considerando-se como escopo as empresas provedoras de serviços do tipo *IaaS*:

- Desenvolver um modelo de simulação que possibilite avaliar a capacidade dos recursos do provedor para dar suporte às decisões relacionadas ao negócio no processo de gerenciamento de capacidade;
- Instanciar o modelo de forma que permita analisar a capacidade dos processos;
- Quantificar os resultados potencialmente gerados, em termos de desempenho da capacidade;
- Validar a utilidade do modelo como ferramenta de apoio aos gestores na tomada de decisões estratégicas sobre investimento para melhoria de capacidade, através de estudo de caso em provedor *IaaS*.

## 1.6 **Estrutura da Tese**

Este documento tem seu conteúdo assim organizado: no capítulo 2 faz referência aos trabalhos relacionados ao tema computação em nuvem (*cloud computing*), modelos de serviços, tipos de nuvem, arquitetura, vantagens que a tecnologia oferece e o referencial teórico. No capítulo 3, descreve-se os aspectos metodológicos, é apresentada a metodologia de pesquisa, a pesquisa bibliográfica e validação com a comunidade acadêmica, e as etapas da pesquisa e a pesquisa documental. O capítulo 4 descreve o modelo e sua forma de utilização, delimitação do escopo de trabalho, visão geral, descrição do modelo, aspectos formais, mecanismos base utilizados na modelagem, diagramas de causalidade, verificação e validação dos diagramas, estrutura e formalização e implementação do modelo, fluxo de verificação e execução, estrutura dinâmica, mecanismos base utilizados na modelagem, processos de gestão, método AHP e a calibragem utilizada pelo modelo. No capítulo 5 são apresentados os cenários de simulação do estudo de caso que buscou pôr em prática o modelo apresentado e avaliar a sua potencialidade para aprimorar o processo de tomada de decisão em contextos de gestão/governança de TI. É apresentada a análise dos resultados gerados durante as simulações e a validação do modelo

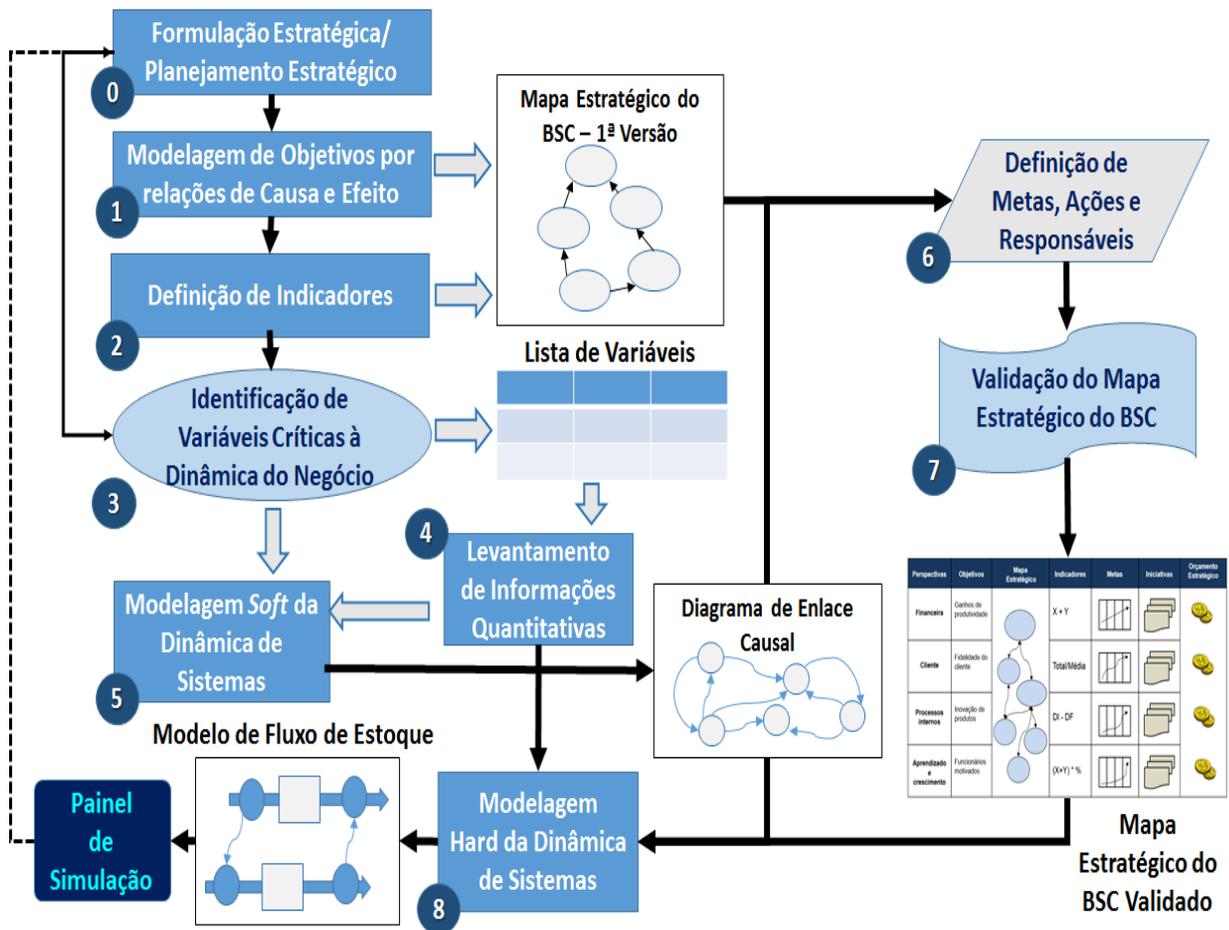
proposto por parte dos gestores. Por fim, o capítulo 6 apresenta as conclusões e discussões sobre a contribuição da Tese para trabalhos futuros. Ao final da Tese, Anexo A, são apresentados maiores detalhes sobre a fundamentação teórica que embasou a presente pesquisa para este trabalho.

## 2 TRABALHOS RELACIONADOS

Por ser uma área recente, a pesquisa em computação em nuvem ainda está em um estágio inicial e as relações entre as pesquisas estão em fase de estabelecimento. Foi identificado em vasta pesquisa desenvolvida, que os fundamentos sobre computação em nuvem são o maior grupo de conhecimento na literatura e outras cinco áreas de pesquisa (modelo *SaaS*, segurança e risco, revisão de literatura, adoção e uso e *modelagem*) interagem principalmente com as fundações e raramente umas com as outras (WANG ET AL., 2016). Maiores detalhes sobre a fundamentação teórica que embasou a presente pesquisa são apresentados no apêndice A desta Tese.

A utilização de infraestrutura em nuvem, *IaaS*, é o contexto de desenvolvimento deste trabalho, sendo considerado que a estrutura da nuvem é mantida com um grande e complexo conjunto de recursos que suportam os serviços sob demanda. Considerando que contexto que envolve o alinhamento entre TI e negócio é cada vez mais amplo e complexo, foram considerados na revisão de literatura, trabalhos que sejam similares ao contexto geral da proposta, no que diz respeito a atender os objetivos especificados descritos no Capítulo 1 dessa Tese. Deste modo, considera-se trabalhos relevantes, porém baseados nos aspectos gerais que envolvem a abordagem da proposta, mas que em conjunto utilizam a *Dinâmica de Sistemas*. Até onde se conhece, não foram identificados na literatura trabalhos que abordassem em propostas integradas (modelos) os temas computação em nuvem, tomada de decisão multicritério (Ribas, 2015), dinâmica de sistemas (Morecroft, 2007), *Balanced Scorecard* (Kaplan e Norton, 2003), gerenciamento de capacidade (OGC, 2007) e serviços *IaaS* (Carvalho et. al., 2017).

Durante a construção da proposta metodológica desta pesquisa, foram utilizados como referencial teórico o conceito de *Scorecard Dinâmico* (FERNANDES, 2003), que combina na metodologia as abordagens *Dinâmica de Sistemas* e *Balanced Scorecard*. Os passos definidos na proposta são apresentados na Figura 1.

Figura 1 - Etapas de desenvolvimento do *Scorecard* Dinâmico

Fonte: Adaptado de Fernandes (2003)

O *Scorecard Dinâmico* (Fernandes, 2003) possibilita entender as necessidades da empresa, sob o ponto de vista de planejamento estratégico, possibilitando assim o desenvolvimento de uma abordagem que interaja melhor com o planejamento de TI. Organizado em 9 etapas, além de contemplar *BSC* e *DS*, o método considera as variáveis que influenciarão o processo, fluxo do processo, definição de indicadores modelagem do processo e a definição de ações, metas e responsáveis. A seguir, são descritas cada uma das etapas:

- **Etapa 0:** Formulação Estratégica e Planejamento Estratégico: É a etapa de entrada de todo o processo. Ela considera as diretrizes estratégicas da organização, bem como a sua missão e visão. Quanto mais claras forem as diretrizes estratégicas, mais fácil será o desenvolvimento do mapa estratégico e assim explicar os objetivos estratégicos e suas formas de controle;

- **Etapa 1:** Modelagem dos Objetivos por Relação de Causa e Efeito: Envolve a formação de um grupo, preferencialmente composto por diretores e gerentes, para participar dos processos de modelagem, é imperativo que o grupo haja considerando a presença de um ou mais membros da alta administração. Este passo, juntamente com a etapa 0, visa preparar para a construção da primeira versão do *BSC*. Para compreensão do que será feito, é necessário que o grupo tenha abordagens sobre *BSC* e *DS*;
- **Etapa 2:** Definição dos Indicadores para os Objetivos: Nessa etapa deve-se definir um conjunto de indicadores que consigam traduzir os diversos objetivos, que possibilitem monitorar o desempenho da estratégia da organização. Relatórios de controle da organização poderão ser considerados para a identificação e levantamento dos indicadores;
- **Etapa 3:** Identificação de Variáveis Críticas à Dinâmica do Negócio: Nessa etapa, existe a delimitação de um conjunto de variáveis, relevantes para a estrutura do negócio e que possam ser utilizadas para a construção do diagrama de Enlace Causal. Na etapa do mapa estratégico o foco era definir os objetivos estratégicos aqui, é identificar um conjunto de variáveis relevantes a cada uma das dimensões do *BSC*;
- **Etapa 4:** Levantamento de Informações Quantitativas: Com a lista de variáveis pronta, deve-se realizar um estudo considerando o quantitativo para essas variáveis. Não é foco dessa etapa, delimitar os valores correspondentes as variáveis e sim, conseguir informações que possibilitem observar o comportamento deles ao longo do tempo. Quando mais variáveis forem levantadas melhores serão os subsídios para a modelagem da dinâmica do negócio;
- **Etapa 5:** Modelagem *Soft* da Dinâmica de Sistemas: Esta etapa tem a função de explicar, através da relação de causa e efeito, a estrutura dinâmica do negócio. As variáveis identificadas na Etapa 3, agora serão analisadas como forma de ampliar a internalização de causa e efeito. Aqui, começam a ser aplicados os conceitos de *DS* (notação de fluxos e estoques), sobretudo os

conceitos de sistema, estrutura, *feedback*, *delay*, circuitos de reforço e equilíbrio e comportamento sistêmico;

- **Etapa 6:** Definição de Metas, Ações e Responsáveis: Aqui deve-se revisar a primeira versão do *BSC*, que foi constituída após os passos 0, 1 e 2, bem como definir as metas e ações pertinentes à consecução dos objetivos. Nessa fase, a equipe já passou pela etapa de elaboração do diagrama de Enlace Causal e ajudará na percepção de novos pontos de reflexão, ideias e percepções, que possibilitará reavaliar os objetivos e indicadores da primeira versão do mapa estratégico. É possível que novos objetivos e indicadores sejam incorporados. Isso ajudará a compreender melhor a performance estratégica que deve ser estruturada, contribuindo para a definição dos indicadores de tendência que serão fundamentais para conectar os resultados de curto prazo e longo prazo;
- **Etapa 7:** Validação do Mapa Estratégico do *BSC*: A validação deve provocar o debate a respeito da modelagem dos processos estratégicos da organização. As relações de causa e efeito devem ser testadas ao longo dessa etapa. Após a validação, será possível dar início ao ciclo de controle do *BSC* que constituirá na implementação de ações do *BSC*, o monitoramento de resultados, avaliação e correção do rumo;
- **Etapa 8:** Modelagem *Hard* da Dinâmica de Sistemas: Essa etapa tem como objetivo o desenvolvimento de um modelo de simulação de fluxos e estoques que possibilite ajudar na tomada de decisão ou, servir para o estudo da dinâmica do sistema. A sua construção tem como referência base, o diagrama de Enlace Causal e o mapa estratégico do *BSC*. Os parâmetros numéricos devem ter como origem, o levantamento feito na etapa 4.

De acordo com Fernandes (2003), o *Scorecard Dinâmico* consiste em desenvolver e comunicar um mapa estratégico com uma representação dinâmica (objetivos e indicadores com conexões causa e efeito não lineares) e multidimensional (objetivos e indicadores nas várias dimensões do negócio), que incorpore a dimensão do tempo pelos *delays*. Conforme Borges e Schindler (2005), *Scorecard Dinâmico* não é somente a utilização de linguagem de fluxos e estoques da Dinâmica de Sistemas em mapa estratégico de *BSC*, mas um método para

usar modelagem *soft e hard* da *Dinâmica de Sistemas* associado a um mapa estratégico de *BSC*, para apoiar a implementação de uma gestão estratégica.

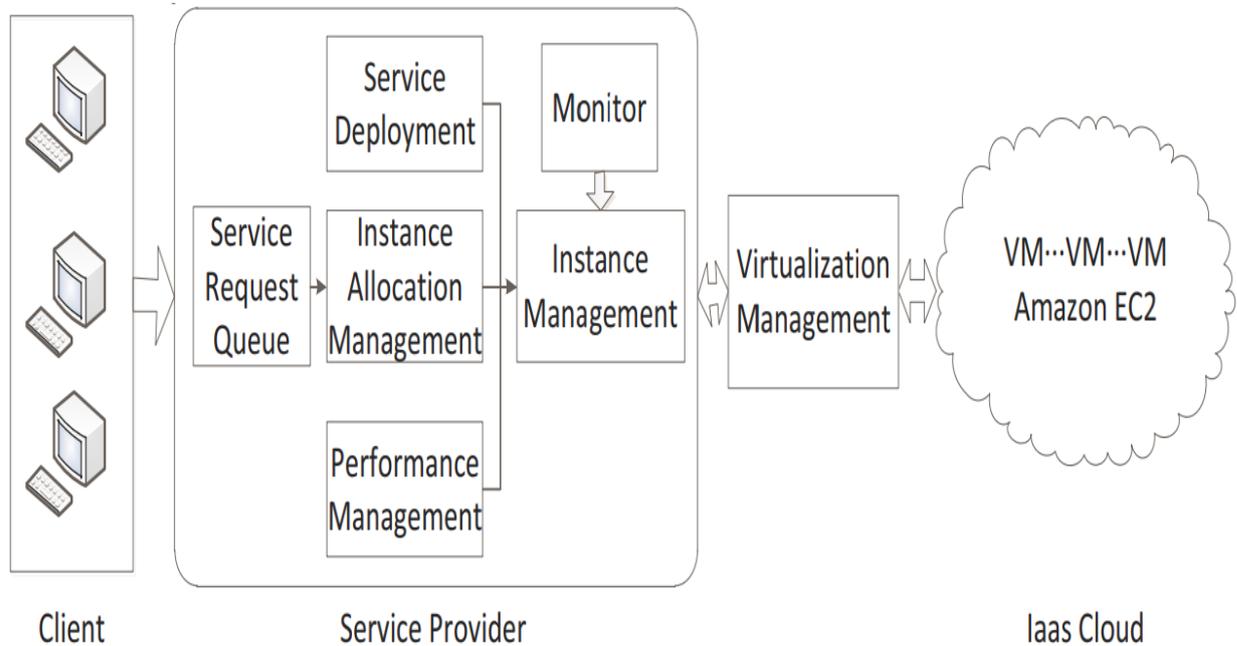
Ainda em relação a computação em nuvem, a abordagem apresentada em Ming *et al.* (2013) mostra uma solução para o provisionamento de instâncias no ambiente de nuvem do tipo *IaaS*, utilizando um modelo de sistema baseado na estratégia de fornecimento de instâncias dinâmicas com base no Teorema Central do Limite, em que é proposta para decidir o número mínimo de instâncias ativas para as próximas tarefas e garantir a demanda por *QoS* que é definida como a probabilidade de sobrecarga. Os autores tiveram como objetivo principal a obtenção do número ótimo de instâncias ativas sujeitas a *QoS*, onde o requisito de *QoS* é definido como a probabilidade de sobrecarga e o número ótimo de instâncias ativas, assim significando o número de instâncias sob demanda necessárias ao funcionamento do sistema.

O objetivo da estratégia de provisionamento de instâncias dinâmicas é manter essa probabilidade de sobrecarga abaixo de um limite do sistema, durante todo o tempo, e reduzir o custo total, tanto quanto possível. A solução proposta determina o recurso requerido em termos de *CPUs* para resolver o problema de redução de custos e, ao mesmo tempo, garantir a demanda de *QoS* no ambiente de nuvem *IaaS*. O custo total depende das instâncias totais compradas do fornecedor da nuvem e do preço da instância. A arquitetura do modelo proposto pelos autores é apresentada na Figura 2 (MING ET AL., 2013). O sistema de provisionamento de recursos da nuvem *IaaS* possui duas partes: a plataforma de nuvem *IaaS* e o módulo de fornecimento de serviços.

De acordo com Ming *et al.* (2013), a plataforma da nuvem *IaaS* oferece diferentes tipos de instâncias para atender a demanda variável do consumidor. O módulo de fornecimento de serviços processa o próximo pedido de serviço. No módulo de fornecimento de serviços, o gerenciamento de instâncias realiza a melhor escolha sobre o número de instâncias a comprar com o objetivo de minimizar o custo total ao atender ao requisito de *QoS*, o monitor deve coletar as informações de estado das instâncias. Além disso, há uma unidade de implantação de serviço para fornecer estratégia de implantação, unidade de gerenciamento de alocação de instância para alocar as instâncias disponíveis e a unidade de gerenciamento de desempenho para coletar as informações de serviço no módulo do provedor de serviços. Os processos operacionais deste sistema são os seguintes. Quando uma solicitação de serviço do cliente com a descrição do requisito de recursos é enviada ao sistema por meio da rede, ele será colocado na fila de solicitação de serviço imediatamente. Então, para atender aos requisitos de recursos, o sistema deve coletar informações de serviço e informações de estado de instâncias, ao mesmo tempo fornecer a estratégia de implantação e alocar instâncias apropriadas para a solicitação.

Finalmente, através da unidade de gerenciamento de virtualização, o pedido de serviço enviado é servido pelas instâncias alocadas que são fornecidos pela nuvem do tipo *IaaS*.

Figura 2 - Arquitetura da Solução de Ming *et al.* (2013)



Fonte: Ming *et al.* (2013)

Nos experimentos apresentados em Ming *et al.* (2013), foram realizadas simulações baseadas em sobrecargas reais, o qual mostrou que o desempenho da estratégia, o qual pode fornecer instâncias de forma adaptativa para requisitos de computação dinâmicos com um *trade-off* entre economia de custo e requisitos de *QoS*.

De Carvalho *et al.* (2013) apresenta uma estrutura de monitoramento de nuvem, para permitir aos administradores da nuvem descrever quais soluções de monitoramento devem ser usadas e como essas soluções devem ser configuradas, em cada fatia de monitoramento que precisa ser criada para monitorar novas fatias de nuvem concedidas. Quando uma nova fatia de nuvem está no lugar, sua fatia de monitoramento é então configurada automaticamente pela estrutura. Como benefício, esse trabalho reduz o trabalho do administrador de configurações manuais.

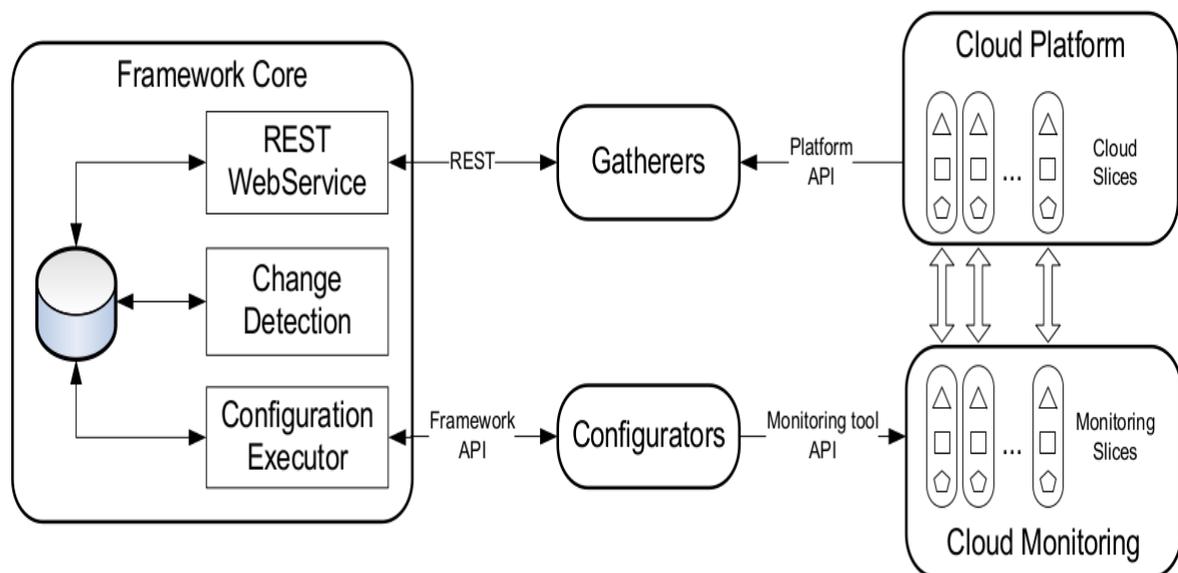
A principal contribuição do trabalho em De Carvalho *et al.* (2013), é uma estrutura de monitoramento em nuvem para as fatias de nuvem que:

- I. Permite estratégias de monitoramento de nuvem autoconfiguráveis independentemente das soluções de monitoramento empregadas;

- II. Cria automaticamente fatias de monitoramento com soluções que satisfazem as necessidades do administrador da nuvem;
- III. Facilita a reutilização de *scripts* desenvolvidos para automatizar a criação de fatias de monitoramento.

Essa solução é um *framework* que pode ser usado em diferentes plataformas de nuvem e integra um número variável de soluções de monitoramento. Ao coletar informações de ambientes em nuvem, o *framework* é capaz de detectar novas fatias de nuvem criadas na plataforma da nuvem. Para cada nova fatia de nuvem detectada, a estrutura desencadeia componentes que configuram as soluções de monitoramento, criando a fatia de monitoramento correspondente para essa fatia de nuvem. O *framework* é baseado em uma arquitetura modular como ilustrado na Figura 3. A arquitetura é composta por três componentes principais: coletores, núcleo de estrutura e configuradores. Como deficiência do trabalho apresentado em De Carvalho *et al.* (2013) cita-se o não tratamento da escalabilidade do sistema. Assim, é negligenciada na implementação, sendo esse um fator primordial em ambientes de nuvem.

Figura 3 - Arquitetura do *Framework*



Fonte: De Carvalho *et al.* (2013)

Wuhib *et al.*, (2012) apresentaram um trabalho composto por projeto, implementação e a avaliação de um sistema de gerenciamento de recursos que se baseia no *OpenStack*, que pode ser tanto para nuvem privada e pública. Na implementação, o sistema suporta uma *IaaS* e fornece alocação para recursos computacionais para suporte de aplicativos interativos e computacionalmente intensivos, assim como um conjunto extensível de objetivos de gerenciamento entre os quais o sistema pode alternar em tempo de execução. Na *IaaS* existe

uma grande variedade de possíveis objetivos de gerenciamento, dependendo do tipo de clientes atendidos, do tipo de aplicativos executados, das características da infraestrutura física subjacente e de estratégia de negócios, no trabalho dos autores, o principal objetivo é contribuir para uma solução genérica para o problema de gerenciamento de nuvem.

No trabalho apresentado em Abar *et al.* (2014), foi implementado um sistema baseado em simulação simbiótica para apoiar o gerenciamento automatizado de *datacenter* virtualizado distribuído baseado em *IaaS*. Para que as ideias funcionem na prática, foi implementado em uma plataforma de computação em nuvem *open-source* baseada em *Open Stack*. O sistema simbiótico de simulação é definido como aquele que interage com um sistema físico de forma mutuamente benéfica. A simulação é conduzida pelos dados coletados em tempo real de um sistema físico. Basicamente, o modelo de simulação precisa imitar com precisão as características do sistema físico em consideração para enriquecer a operação do sistema real. Por sua vez, os resultados do raciocínio conceitual ou a análise do que é realizado pelo simulador são usados para controlar o comportamento dinâmico do sistema real em várias restrições de tempo. O foco principal do trabalho de Abar *et al.* (2014) foi integrar os paradigmas de computação autônoma e simbiótica no domínio da computação em nuvem. Com base nessa estratégia, foi projetado e desenvolvido um protótipo evolutivo baseado em simbioses para suportar a alocação de recursos autônômicos e o gerenciamento do *datacenter* virtualizado distribuído baseado em *IaaS*.

O processo de tomada de decisão é importante no gerenciamento de serviços de TI (ITSM), devido ao fato de que uma decisão ruim pode impactar diretamente nos resultados do negócio (LIMA *ET AL.* 2018). Em provedores de nuvem do tipo *IaaS*, por conta da flexibilidade do cenário de negócios e pela proposta de entrega de serviços escaláveis, a tomada de decisão referente a aspectos relacionados ao gerenciamento de capacidade demanda um suporte efetivo de modelos e ferramentas específicas. O uso de simuladores para possíveis cenários de negócio nesta atividade foi considerado uma ótima opção para suporte a tomada de decisão pelos gestores do provedor *IaaS* avaliado durante esta pesquisa.

Um provedor de serviços em nuvem disponibiliza serviços para vários tipos de clientes, desenvolvendo produtos centrados na nuvem (SCHULTE *ET AL.*, 2015). A computação em nuvem introduz novas possibilidades e desafios em vários aspectos da arquitetura, protocolos, serviços e aplicativos da Internet (MOHSEN, 2017). Não apenas aplicativos individuais podem ser hospedados em infraestruturas de nuvem, mas também processos de negócios completos (SCHULTE *ET AL.*, 2015). De acordo com Manvi e Shyamb (2014), Infraestrutura como Serviço (*IaaS*) é uma das abordagens mais significativas e de

crescimento mais rápido. Os recursos que os provedores de nuvem oferecem aos usuários / máquinas incluem computadores como máquinas virtuais, armazenamento bruto (em bloco), *firewalls*, balanceadores de carga e dispositivos de rede. Os principais problemas comumente associados à *IaaS* em sistemas em nuvem são virtualização, multilocação, gerenciamento de recursos, gerenciamento de infraestrutura de rede, gerenciamento de dados, APIs, interoperabilidade etc.

Atualmente, os provedores de nuvem *IaaS* oferecem contratos com acordos de nível de serviço (SLAs) muito limitados, compostos por *Objetivos de Nível de Serviço (Service Level Objectives - SLOs)* genéricos. À medida que o mercado de nuvem se torna mais competitivo, os provedores se diferenciam oferecendo uma gama maior de classes de serviço, com combinações de preços e *SLOs* que podem atrair mais usuários e aumentar os lucros. Oferecer serviços para satisfazer os diferentes requisitos dos usuários e, ao mesmo tempo, manter os custos baixos é um desafio, devido a compensações não triviais associadas à qualidade do serviço e aos custos de infraestrutura (WANG ET AL., 2016). A Figura 3 (Carvalho et al., 2017) indica que, em esquema triangular, os provedores podem escolher apenas duas restrições entre a elasticidade, capacidade e desempenho, ao tomar decisões para um serviço em nuvem, sacrificando a terceira. A capacidade da nuvem é a quantidade total de recursos pertencentes e mantidos pelo provedor. Requer planejamento eficiente, pois afeta os custos de infraestrutura e a capacidade de acomodar a demanda.

O desempenho de um serviço de nuvem está relacionado à QoS experimentada pelos usuários, indicando como os *SLOs* para as métricas são definidos e atendidos. A elasticidade permite que os usuários cresçam e reduzam a quantidade de recursos usados sob demanda (WANG ET AL., 2016). De acordo com Califf et al. (2016), a elasticidade da nuvem é mais do que apenas a elasticidade de recursos, ou seja, a capacidade de dimensionar a capacidade de computação, armazenamento e / ou rede. Elasticidade de custo refere-se à capacidade de obter o mesmo serviço em diferentes pontos de preço através de diferentes mecanismos de mercado, como mercados spot versus commodities. A elasticidade da qualidade refere-se à capacidade de compensar a QoS com o custo usando serviços mais baratos, como máquinas virtuais (VMs) com menos recursos. Requisitos de elasticidade podem surgir a partir do nível de aplicativo, componente ou programação.

A computação em nuvem foi considerada uma tecnologia disruptiva, proporcionando grandes mudanças nas estruturas de gerenciamento de capacidade de TI, fornecendo acesso onipresente, conveniente e sob demanda a um conjunto compartilhado de recursos massivamente escalonados, os quais podem ser provisionados rapidamente. As

relações relativas entre os papéis nessas estruturas, conforme mostraram que o papel de gerenciamento da capacidade de TI migrou de mediador para diretamente ligado ao provedor (BAUER, 2015). Realizar o potencial de negócios e, ao mesmo tempo, mitigar os riscos inerentes à computação em nuvem exige recursos de TI específicos para a nuvem (ROCKMANN *ET AL.*, 2014). A implantação eficiente da computação em nuvem, exige recursos de TI distintos que se referem à capacidade de implantar e usar recursos de TI em combinação com outros recursos organizacionais (GARRISON E KIM, 2012; IVER E HENDERSON, 2012; KHAJEH-HOSSEINI *ET AL.*, 2010).

Em relação a pesquisas relacionadas que envolvem tomada de decisão multicritério ou dinâmica de sistemas, a Tabela 1 apresenta uma síntese comparativa com trabalhos relacionados (listados abaixo), em relação aos temas integração entre as teorias *AHP* (tomada de decisão multicritério), computação em nuvem, *Balanced Scorecard*, gerenciamento de capacidade e disponibilidade (serviços).

- **Trabalho 1:** Um Modelo Orientado ao Negócio para Suporte à Tomada de Decisão Multicritério no Gerenciamento de Capacidade em Provedores *IaaS*;
- **Trabalho 2:** Um Modelo de Decisão para Adoção de Serviços em Nuvem Usando Redes de Petri;
- **Trabalho 3:** Capturando a Dinâmica da Gestão do Suprimento de Capacidades Essenciais de Tecnologia da Informação para o Apoio a Decisões Orientadas a Riscos e Benefícios: Uma aplicação no contexto de organizações públicas no estado de Alagoas;
- **Trabalho 4:** *Scorecard* Dinâmico - Em direção à Integração da Dinâmica de Sistemas com o *Balanced Scorecard*.

Tabela 1 - Comparação com trabalhos relacionados

<b>Trabalho</b>	<b>AHP</b>	<b>BSC</b>	<b>Dinâmica de Sistemas</b>	<b>Gerenciamento da Capacidade</b>	<b>Gerenciamento da Disponibilidade</b>	<b>MCMD</b>	<b>Nuvem</b>
Trabalho 1 (Esta Tese)	X	X	X	X	X	X	X
Trabalho 2 (Ribas, 2015)	X	X					X
Trabalho 3 (Bezerra, 2015)			X	X	X		
Trabalho 4 (Fernandes, 2003)		X	X				

Fonte: Autor

Na sequência, serão apresentados maiores detalhes sobre o modelo proposto nesta Tese, incluindo sua estrutura, organização e os passos para sua utilização.

### 3 METODOLOGIA

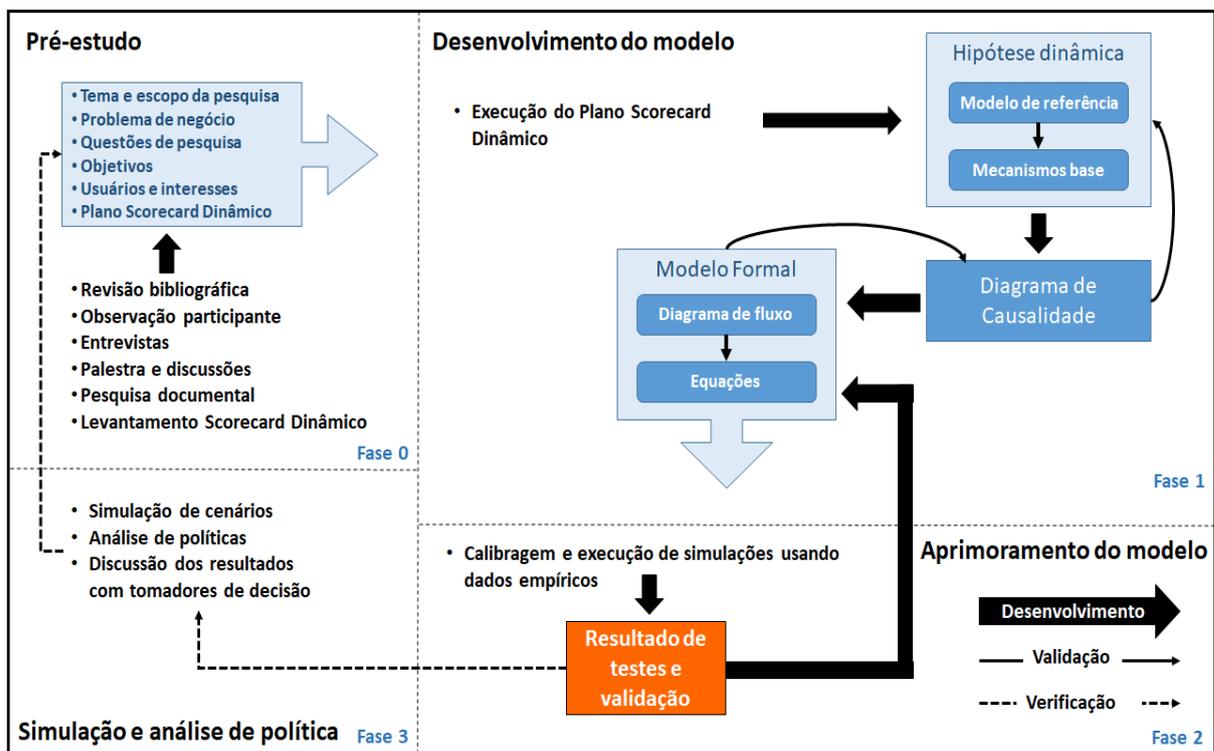
#### 3.1 Metodologia de pesquisa

A pesquisa realizada envolveu a triangulação entre revisão de literatura, observação e a aplicação de questionários e entrevistas semiestruturadas com os atores envolvidos na gestão do provedor *IaaS*. Através de pesquisa documental, foram levantadas informações sobre os processos de gerenciamento de serviços no provedor avaliado.

Na fase de pré-estudo foram definidos o tema e escopo de pesquisa, o problema de negócio que envolve o gerenciamento de capacidade *IaaS*, objetivos gerais e específicos do trabalho, além do público e interesses.

Conforme apresentado na Figura 4, o desenvolvimento do modelo envolveu as recomendações do plano *Scorecard Dinâmico* (Fernandes, 2003), onde as hipóteses dinâmicas envolveram a utilização dos modelos de referência e mecanismos base para a geração dos diagramas de causalidade que definem a modelagem. O modelo foi definido e implementado a partir dos fluxos e equações planejados.

Figura 4 - Desenho da pesquisa



Fonte: Autor

O aprimoramento do modelo foi definido a partir de estratégias de validação e verificação, com calibragem realizada por meio da execução de simulações usando o modelo. Após definida uma sensibilidade que atendesse aos requisitos de modelagem, foram modelados 5 cenários *IaaS*, onde as simulações foram planejadas, apresentadas, analisadas e validadas junto ao *staff* e gestores da empresa avaliada.

Buscou-se entender as necessidades da empresa, sob o ponto de vista de planejamento estratégico, possibilitando assim o desenvolvimento de uma abordagem que interaja melhor com o planejamento de TI, considerando as variáveis que influenciarão o processo, fluxo do processo, definição de indicadores modelagem do processo e a definição de ações, metas e responsáveis.

### ***3.1.1 Pesquisa bibliográfica e validação com a comunidade acadêmica***

Após uma extensa pesquisa bibliográfica sobre os temas relacionados com esta Tese de doutorado, o primeiro passo incluiu a definição de um processo para suportar a tomada de decisão. Após a execução do estudo de caso, os dados obtidos foram confrontados com informações da revisão de literatura e das observações realizadas, em processo de triangulação. O estudo de caso realizado foi planejado, desenvolvido, testado e validado, em consonância com as recomendações de Runerson e Host (2009).

A obtenção de validação da pesquisa por parte da comunidade acadêmica foi um dos focos desta proposta, através da publicação de artigos científicos relacionados à pesquisa.

### ***3.1.2 Etapas da pesquisa***

Foi necessário um esforço de compartilhamento de conhecimento junto aos atores envolvidos nesta pesquisa, como forma de alinhar as expectativas e os resultados do modelo. Durante a etapa de coleta dos registros e informações históricas (execução do *Scorecard Dinâmico*), a empresa apresentou um acompanhamento sistemático e detalhado dos seus objetivos estratégicos e processos de gestão, registrados em uma base de dados, capaz de fornecer informações que permitissem seguir os passos do plano de *Scorecard Dinâmico*. A Tabela 2 apresenta as fases dos trabalhos de modelagem e pesquisa.

Tabela 2 - Envolvimento de gestores/empresas nas fases de modelagem e pesquisa

<b>Fase</b>	<b>Atividades realizadas</b>
<b>1</b>	Apresentação dos principais conceitos da pesquisa
	Entrevista de aquisição de conhecimento (definição do problema, identificação do objetivo do modelo)
	Pesquisa documental – Planejamento Estratégico
	Pesquisa documental – <i>Frameworks</i> Utilizados
	Pesquisa documental – Processos de Gerenciamento de serviços de TI
	Reunião de validação e verificação (problema, objetivos do modelo, <i>Scorecard</i> Dinâmico)
<b>2</b>	Execução do <i>Scorecard</i> Dinâmico - Formulação Estratégica/ Planejamento Estratégico
	Execução do <i>Scorecard</i> Dinâmico - Modelagem de Objetivos por relações de Causa e Efeito
	Execução do <i>Scorecard</i> Dinâmico - Definição de Indicadores
	Execução do <i>Scorecard</i> Dinâmico - Identificação de Variáveis Críticas à Dinâmica do Negócio
	Execução do <i>Scorecard</i> Dinâmico - Levantamento de Informações Quantitativas
	Execução do <i>Scorecard</i> Dinâmico - Modelagem <i>Soft</i> da Dinâmica de Sistemas
	Execução do <i>Scorecard</i> Dinâmico - Definição de Metas, Ações e Responsáveis
	Execução do <i>Scorecard</i> Dinâmico - Validação do Mapa Estratégico do BSC
Execução do <i>Scorecard</i> Dinâmico - Modelagem <i>Hard</i> da Dinâmica de Sistemas	
<b>3</b>	Apresentação para avaliação e validação do modelo aprimorado
<b>4</b>	Sessões de utilização do modelo para aprendizado
<b>5</b>	Aplicação de formulário para avaliação de eficácia do modelo pelos gestores da empresa pesquisada

Fonte: Autor

### 3.1.3 *Pesquisa documental*

Durante a fase 1 desta pesquisa, a verificação quanto a adoção de modelos de gestão como BSC e utilização de *frameworks* pela TI para apoio e organização das atividades foi uma importante fonte de conhecimento a ser incorporada ao modelo em desenvolvimento. Durante o estudo realizado, foi identificada a necessidade de as empresas conhecerem e acima de tudo, *aplicarem as recomendações dos guias de melhores práticas* (Por exemplo: ITIL e COBIT). Percebeu-se as seguintes dificuldades na empresa avaliada:

- Ausência parcial de um modelo de gestão estratégica para a empresa e utilização de *frameworks* uma orientação a boas práticas;
- Dificuldades na execução do planejamento estratégico. A empresa possui um planejamento, mas não o segue na prática;
- A empresa possui poucos processos documentados, e em alguns casos os ignora durante as atividades operacionais.

Durante a pesquisa apresentada nesta Tese, verificou-se a total disponibilidade dos gestores para contribuir com o desenvolvimento do estudo, porém, a empresa avaliada apresentou ausência de diversos documentos para apoiar o levantamento de informações durante os estágios de trabalho, o que demandou a necessidade de promover um maior número de reuniões com os gestores, no sentido de elicitare as informações necessárias.

## 4 MODELO PROPOSTO

Este capítulo descreve o modelo apresentado nesta Tese. São apresentados os detalhes de sua contextualização, exemplos de aplicação prática e, ao final, os resultados que podem ser obtidos através da sua aplicação.

### 4.1 Aspectos de modelagem

#### 4.1.1 Escopo do modelo

A presente pesquisa envolveu uma triangulação entre revisão de literatura, observação e realização de estudo de caso. Foram realizadas entrevistas exploratórias com gestores de TI, gerentes de projetos, analistas de infraestrutura de empresas do estado do Ceará. Buscou-se o entendimento do comportamento sistêmico apresentado pelas capacidades essenciais de TI das organizações, para suporte ao processo de gestão.

Os resultados obtidos podem subsidiar decisões que favoreçam o alcance dos benefícios planejados, ajudando o provedor de serviços a alcançar os seus objetivos estratégicos. O entendimento da dinâmica da capacidade influencia no desempenho das atividades, podendo levar a melhores resultados e decisões com relação a investimentos em recursos.

Diante desse fato, o escopo do modelo pode ser dividido em três partes:

1. Analisar a dinâmica do emprego dos serviços, com o propósito de dar suporte aos gestores para entendimento da capacidade ofertada e na tomada de decisão sobre gestão de serviços *IaaS*;
2. Possibilitar o entendimento e compreensão dos serviços ofertados em relação ao alcance de objetivos específicos de TI;
3. Considerar o relacionamento, causa e efeito, entre os objetivos da TI com os objetivos do negócio.

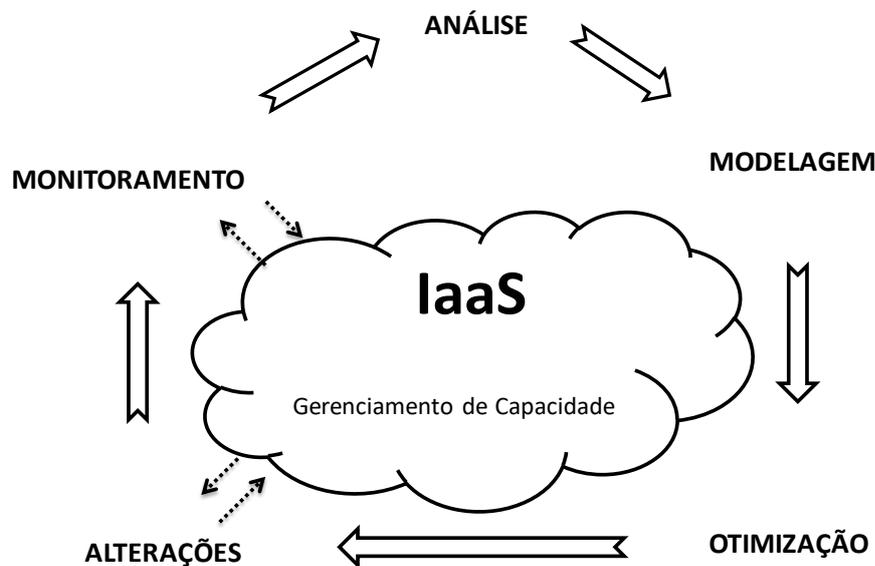
#### 4.1.2 Delimitações do modelo

O modelo proposto considera quatro atividades interativas, inerentes ao gerenciamento de capacidade, a partir da visão do guia ITIL:

- **Monitoramento:** Verificar se todos os Níveis de Serviço (SLAs) previamente acordados estão sendo alcançados;
- **Análise:** Os dados coletados através do monitoramento precisam ser analisados para geração de previsões futuras;
- **Ajuste:** Implementa o resultado do monitoramento e análise para otimização e mudanças, visando assegurar o uso otimizado da infraestrutura atual e futura;
- **Implementação:** Implementa a nova capacidade planejada.

Essas atividades podem ser executadas em um ciclo de melhoria contínua, semelhante ao ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) (LIMA, 2011). A Figura 5 mostra o inter-relacionamento entre as atividades do gerenciamento de capacidade contempladas no modelo apresentado nesta Tese. O planejamento (*plan*) inclui a fase análise de cenário e modelagem, a execução (*do*) inclui a fase de otimização, enquanto a fase de verificação (*check*) inclui o monitoramento e a fase de agir (*act*) inclui as alterações que porventura surjam a partir do monitoramento. Em um ciclo contínuo, novas análises são realizadas e o processo se repete.

Figura 5 - Ciclo de atividades no gerenciamento de capacidade



Fonte: Autor

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

- Foco nos recursos humanos envolvido nas atividades *IaaS*. Dentre as várias categorias de recursos de TI, a pesquisa considera os recursos humanos e suas habilidades (critérios qualitativos);
- Foco na execução dos processos de *Gerenciamento de Demanda* e *Gerenciamento da Capacidade*;
- Foco nos objetivos estratégicos da TI, do Negócio e no relacionamento entre eles;
- Foco nos indicadores (métricas) relacionados com esses objetivos.

## 4.2 Descrição do modelo

### 4.2.1 Aspectos formais

Com base na revisão na bibliografia e na observação de cenários reais de negócio, nos quais os processos produtivos se encontram fortemente apoiados em serviços *IaaS*, foram elicitadas algumas características desejáveis de um modelo orientado ao negócio, para suporte ao gerenciamento de capacidade, de forma que o mesmo se constituísse em uma contribuição relevante para a área em pesquisa.

Essas características são enumeradas na sequência como requisitos definidos para o modelo de apresentado neste capítulo. Os requisitos foram sendo consolidados, na medida em que o trabalho foi desenvolvido, de acordo o processo cíclico que compõe a metodologia adotada na pesquisa.

1. ***O modelo deve mostrar aspectos formais*** - O Modelo deve ser expresso através de uma linguagem sem ambiguidades, visando um melhor entendimento de sua concepção.
2. ***O modelo deve fornecer um método de avaliação*** - O modelo deve fornecer um método consistente para avaliar o gerenciamento de capacidade *IaaS* em um contexto particular. Com base neste método, o modelo permite a comparação quantitativa e qualitativa de um conjunto de contextos analisados.

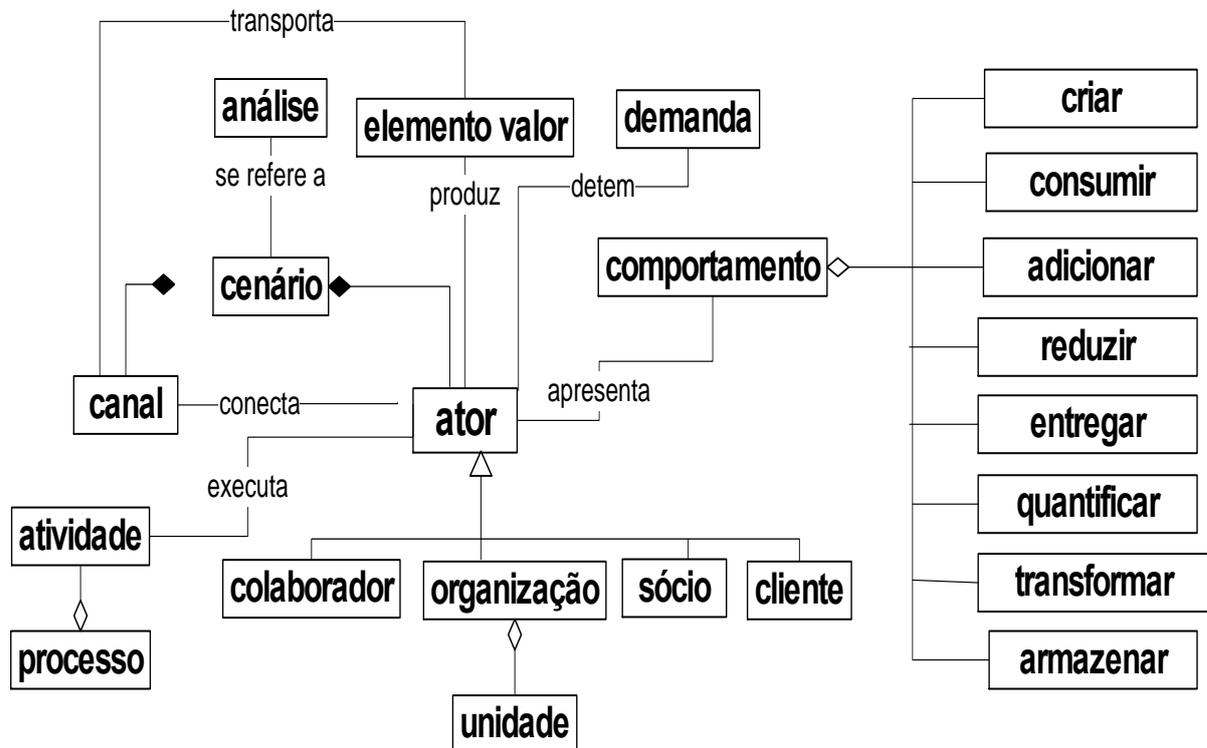
3. *O modelo deve capturar a capacidade IaaS entregue* - O modelo deve ser adaptável a fim de capturar as particularidades de diferentes contextos de negócio que envolve uma diversidade de clientes de serviços *IaaS*.

4. *O modelo deve ser simples* - A aplicação do modelo deve ser simples, tanto para adaptar a um cenário específico quanto na execução de medição da capacidade envolvida e das decisões requeridas pelos gestores.

5. *O modelo deve abranger todos os possíveis cenários* - Tudo que seja considerado valioso em um contexto de negócios *IaaS* deve ser passivo de representação pelo modelo.

A estratégia entrega de serviços *IaaS* utilizada no modelo foi baseada na visão de entrega de serviços proposta por Oliveira (2010), apresentada na Figura 6.

Figura 6 - Entidades do modelo que envolvem a entrega de serviços



Fonte: Oliveira (2010)

As entidades abaixo relacionadas, propostas por Oliveira (2010), foram consideradas para o desenvolvimento do modelo de suporte ao gerenciamento de capacidade apresentado nesta Tese.

**Cenário** - o contexto em que uma análise é realizada, composto de um conjunto de atores e os canais que os conectam.

**Análise** - a identificação e quantificação das transferências de valor que ocorrem dentro de um cenário.

**Ator** - entidade capaz de criar, transformar, armazenar, adicionar (agregar), consumir (fazer desaparecer), transformar e entregar valor aos negócios. Um ator pode ser um cliente, um colaborador ou uma organização (ou uma parte dela – unidade).

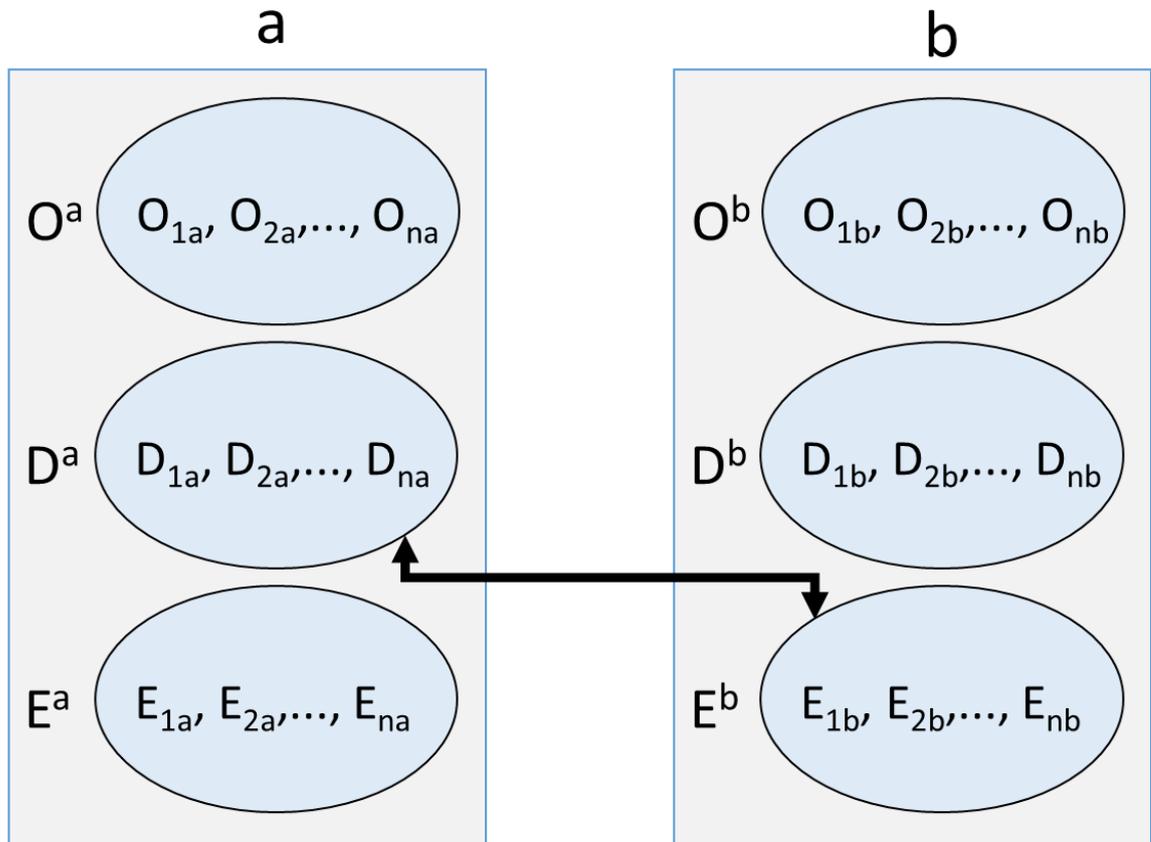
**Elemento valor** - qualquer contribuição entregue **a um** ator e que seja capaz de satisfazer uma necessidade ou atender a uma expectativa deste ator.

**Canal** - uma relação de conectividade entre atores, através da qual a entrega de valor se faz possível. Só quando há um canal entre dois atores é que o valor pode ser transferido de um para outro.

**Demanda** - um elemento do qual um ator tem necessidade para cumprir um ou um conjunto de seus objetivos.

**Comportamento** - é o conjunto de operações possíveis de serem executadas sobre o valor por um ator:

- *Criar*: cria um novo elemento *v*;
- *Consumir*: destrói um elemento *v*;
- *Adicionar*: aumentar o valor de um elemento *v*;
- *Reduzir*: reduz o valor de um elemento *v*;
- *Entregar*: oferece um contra elemento para outro ator;
- *Quantificar*: expressar em valores numéricos;
- *Transformar*: modifica o valor;
- *Armazenar*: adiciona um elemento valor para o conjunto de elementos detido por um ator.

Figura 7 - Entidades do modelo que envolvem a entrega de serviços *IaaS*

Fonte: Baseado em Oliveira (2010)

A entrega de serviços *IaaS* do modelo proposto (Figura 7), contempla os princípios propostos em Oliveira (2010), como descrito na sequência.

### **Formalização**

#### **Definição 1**

Seja:

**a** um ator, que pode ser um colaborador, uma organização, uma unidade ou um cliente;

**S** é um cenário contendo um conjunto de atores e os canais que os conectam;

**E** =  $\{e_1, \dots, e_i, \dots, e_{|E|}\}$  um conjunto de elementos existentes (tangíveis ou intangíveis);

**E<sup>a</sup>** o conjunto de elementos (valor) detido pelo ator **a**;

**O<sup>a</sup>** =  $(O_{1a}, \dots, O_{ia}, \dots, O_{|Oa|})$  é o conjunto de um de seus objetivos;

**D<sub>oi<sup>a</sup></sub>** =  $(e_k \mid e_k \in E)$  é o conjunto de elementos demandados pôr **a** para realizar o objetivo **oi**;

$D^a = \cup D_{oi} \mid o_i^a \in O_a$  o conjunto de todos os elementos demandados pelo ator **a** para realizar todos os seus objetivos.

**Definição 2** (valor de negócio): Afirma-se que um elemento  $e \in E^a$  é valor se, e somente se,  $\exists b \in S \mid e \in D^b$ , sendo  $a \neq b$ .

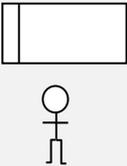
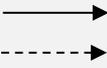
**Definição 3** (canal): Sejam **a** e **b** dois atores, onde  $a$  e  $b \in S$ ,  $a \neq b$ .

Afirma-se que há  $v = (a, b)$  – um canal ligando **a b** - se  $E^a \cap D^b \neq \emptyset$ .

Maiores detalhes sobre o comportamento dos atores envolvidos no processo de entrega de serviços, adaptado nesta pesquisa para serviços do tipo *IaaS*, podem ser vistos em Oliveira (2010).

A fim de permitir clara compreensão e facilitar a composição e análise de cenários de negócio *IaaS* com entrega de valor, foi utilizada a notação visual proposta por Oliveira (2010), para as entidades exibidas na Figura 7. Dessa forma, a notação deve ser aplicada no desenho de diagramas de entrega de valor (DEV). Tais diagramas expressam as entregas de valor que ocorrem entre os diferentes tipos de atores presentes em um cenário. É importante frisar que o conjunto de símbolos usados (Tabela 3) foi adaptado a partir da notação *Business Process Management Notation (BPMN)* (CBOK, 2013), usada para representar processos de negócio *IaaS* do tipo cliente-negócio (B2C – Business to Client) e negócio-negócio (B2B – Business to business). Como proposto por Oliveira (2010), a semântica original dos símbolos BPMN (CBOK, 2013) foi preservada tanto quanto possível, com o intuito de se favorecer a compreensão de cenários de valor quando interpretados por leitores iniciados em BPMN.

Tabela 3 - Notação visual para as entidades que envolvem valor de negócio no modelo *IaaS* proposto

Símbolo	Significado
 <i>colaborador</i>	<p><b>Ator</b> - Os atores do tipo cliente, organização e sócio são representados pelo símbolo BPMN (CBOK, 2013) <i>pool</i>. Clientes e sócios serão sempre representados por uma piscina vazia, com rótulos de identificação. Unidades são representadas como raias dentro de uma organização, e o mesmo ocorre quando há mais de um cliente ou tipos de clientes em no cenário. Uma vez que BPMN (CBOK, 2013) não fornece um símbolo para o ator colaborador, um dos estereótipos mais conhecidos para ator na notação UML será aplicado.</p>
	<p><b>Atividade e processo</b> - Preservam a mesma notação BPMN (CBOK, 2013) e aparecem sempre dentro de uma organização. De acordo com BPMN (CBOK, 2013), o símbolo "+" na caixa indica que o processo de negócio (ou sub processo) foi contraído e pode, portanto, ser expandido para uma visão de mais detalhada (sub processo ou atividade).</p>
	<p><b>Canal</b> - Uma seta de linha contínua indica canais de ligação entre atores dentro de uma mesma organização. Canais que atravessam a fronteira da organização são representados por setas de linha tracejada.</p>
	<p><b>Elemento valor</b> - O elemento valor é representado pelos rótulos colocados no canal.</p>
	<p><b>Cenário sob análise</b> - O símbolo BPMN que representa grupo (um retângulo tracejado) é aplicado para definir um escopo específico do cenário a ser analisado. Esse símbolo deve ser usado para focar a análise apenas nas entregas de valor ocorridas entre um subconjunto de atores, possibilitando uma compreensão progressiva do cenário.</p>

Fonte: Baseado em Oliveira (2010)

Para ilustrar a utilização da notação na modelagem de cenários de negócio, apresentamos a abaixo uma descrição textual de um cenário estudado durante a elaboração deste trabalho de tese, seguida da sua respectiva representação visual (Figura 8) com base na notação descrita na Tabela 3.

### *Descrição textual*

“Considere um provedor de serviços do tipo *IaaS* – Empresa A – que provem serviços de computação em nuvem. O serviço pode ser contratado nas modalidades corporativo e varejo, com parâmetros de qualidade diferentes, a exemplo de armazenamento, memória, processamento, virtualização, vazão, segurança e disponibilidade. Em caso de falha no serviço, o consumidor deve contactar a Empresa A através de um serviço gratuito e centralizado de atendimento ao cliente. Este serviço opera em uma configuração de três níveis, na qual i) problemas recorrentes são atendidos por soluções catalogadas no suporte de primeiro nível; ii) questões mais complexas são atendidas por especialistas, no suporte de segundo nível e iii) questões críticas são atendidas por suporte especializado”.

### *Modelagem do cenário*

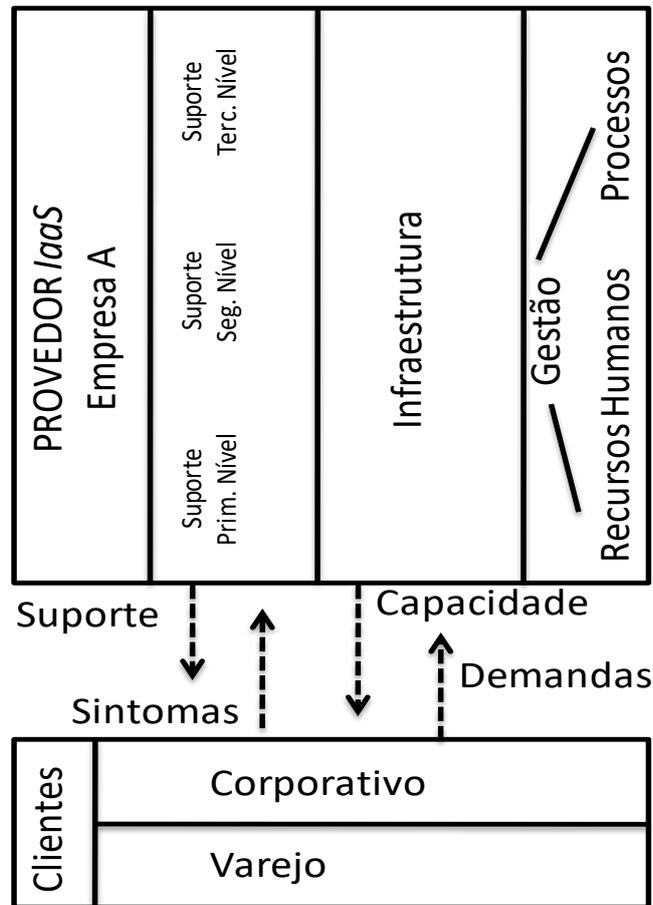
**Atores:** **Empresa A** (provedor *IaaS*) e **Clientes** (cliente), segmentados em clientes corporativo e varejo.

**Elementos valor:** Com base na Definição 1, é possível se identificar as coincidências entre valor e demandas detidas pelos atores do cenário sob análise, diagnosticando assim a existências dos seguintes elementos valor presentes (Figura 8):

- Dados sobre o defeito (sintomas);
- Suporte por telefone;
- Dados técnicos sobre o defeito;
- Suporte especializado;
- Demandas por serviços *IaaS*;
- Entrega da capacidade de serviços do provedor.

**Diagrama de entregas de valor:** Completando a descrição da visão de entrega de valor adaptada no modelo para suporte a tomada de decisão no gerenciamento de capacidade *IaaS*, busca-se uma análise não só do fluxo, mas também do comportamento de gestão e do valor agregado pela capacidade entregue entre atores em um contexto de negócio *IaaS*.

Figura 8 - Exemplo de uso da notação visual para representar entregas de valor de serviços *IaaS* em um cenário de negócio



Fonte: Autor

Para facilitar um entendimento sobre como um serviço *IaaS* é avaliado em uma simulação, partir-se-á do princípio de que a infraestrutura necessária para um serviço consiste no conjunto de classes de recursos,  $RC = \{RC_1, \dots, RC_{|RC|}\}$ . A classe  $RC_j$  consiste em um conjunto de recursos *IaaS*. Os elementos precisam ser do mesmo tipo, no limite  $n_j$ . Um recurso individual  $R_j \in RC_j$  consiste em um conjunto de componentes  $P_j = \{P_{j1}, \dots, P_{jk}, \dots\}$  que devem estar operacionais (totalmente ou parcialmente) para o recurso estar operacional. Componentes específicos estão sujeitos a falhas. Os componentes (pessoas, *software*, *hardware*, redes, máquinas virtuais, etc.) podem falhar, ou trabalhar de uma forma não acordada, sem atender aos critérios de desempenho estabelecidos, de forma total ou parcial, fato esse que pode ensejar perdas para o negócio (ocasionando um impacto). O percentual de capacidade de um serviço *IaaS* é um valor que indica o nível de capacidade utilizada/entregue pelo provedor em relação à capacidade desejada pelo negócio (mais adequada) para o serviço (considerando as demandas e níveis de tolerância), em relação aos aspectos de desempenho e elasticidade.

Sejam:

-  $R = \{r_1, r_2, r_3, \dots, r_{|R|}\}$  o conjunto de serviços *IaaS* em avaliação.

-  $G = \{g_1, g_2, g_3, \dots, g_{|G|}\}$  o conjunto dos grupos de serviços *IaaS* entregues aos clientes do provedor.

-  $C = \{c_1; c_2; c_3; \dots; c_{|R|}\}$  o conjunto dos percentuais de capacidade (indicadores do modelo) atingidos pelos serviços *IaaS* entregues.

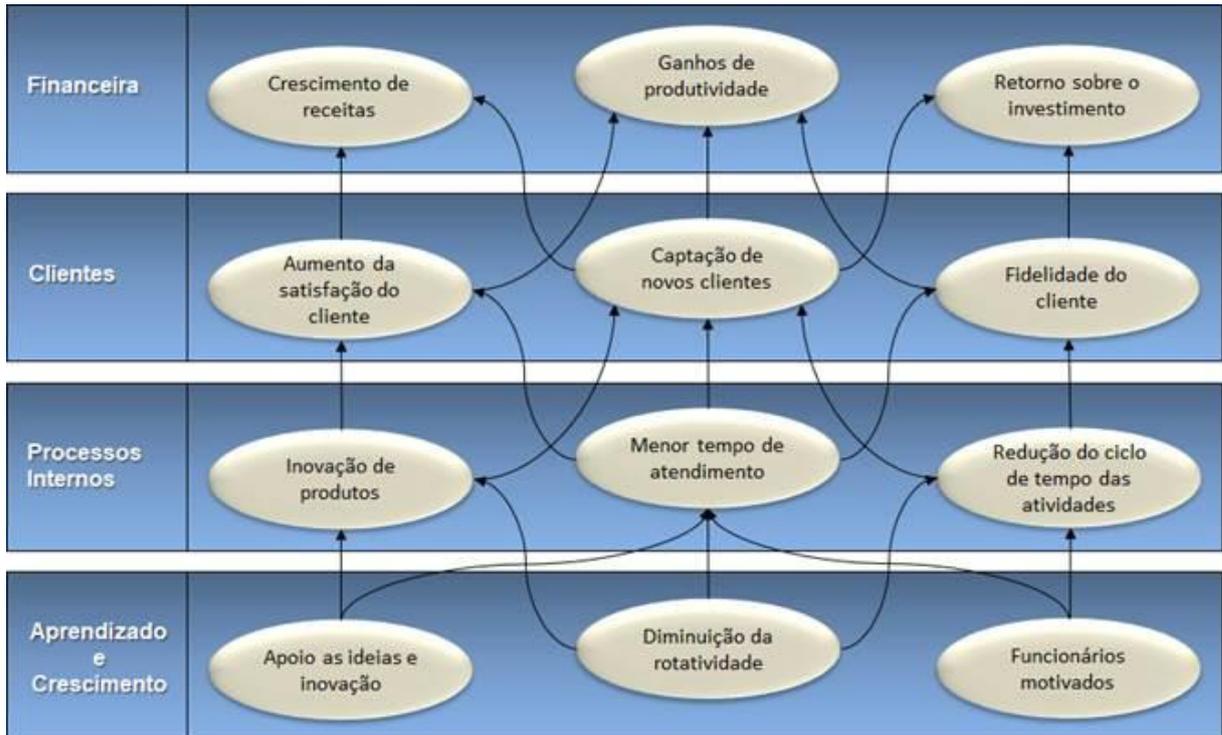
Busca-se modelar a influência da dinâmica dos comportamentos de gestão do provedor *IaaS* no conjunto de indicadores de capacidade  $C$  em simulações de cenários de negócio.

#### **4.2.2 Visão geral**

O modelo proposto nesta Tese é direcionado pelo mapa estratégico *Balanced Scorecard- BSC* (Kaplan e Norton, 2003), em uma proposta direcionada especificamente para provedores *IaaS*, o qual trabalha as perspectivas baseadas em *objetivos estratégicos do negócio*, definidos no mapa para as dimensões financeira, clientes, processos internos, aprendizado e crescimento, conforme pode ser visto na Figura 9.

O mapa estratégico que deu suporte ao desenvolvimento do modelo (Figura 9), se encontra em conformidade com os pressupostos da abordagem *Scorecard Dinâmico* (Fernandes, 2003).

Figura 9 - Mapa estratégico - BSC



Fonte: Autor

Para um melhor entendimento e manipulação do modelo proposto, foi utilizado o conceito de indicador de desempenho (*Key Performance Indicator - KPI*) e proposto um **novo** conceito de indicador, denominado indicador de capacidade (*Key Capacity Indicator - KCI*). Para cada um desses indicadores utilizados no modelo, deve-se informar o padrão de capacidade esperado para o provedor *IaaS*, bem como o valor da tolerância que irá definir a sinalização do modelo para os gestores (vide Figura 10), no caso da proximidade de possível violação dos acordos de nível de serviço (*Service Level Agreements - SLAs*) que definem esse padrão.

Figura 10 - Visão da análise de tolerância para *KPIs* e *KCIs* no modelo

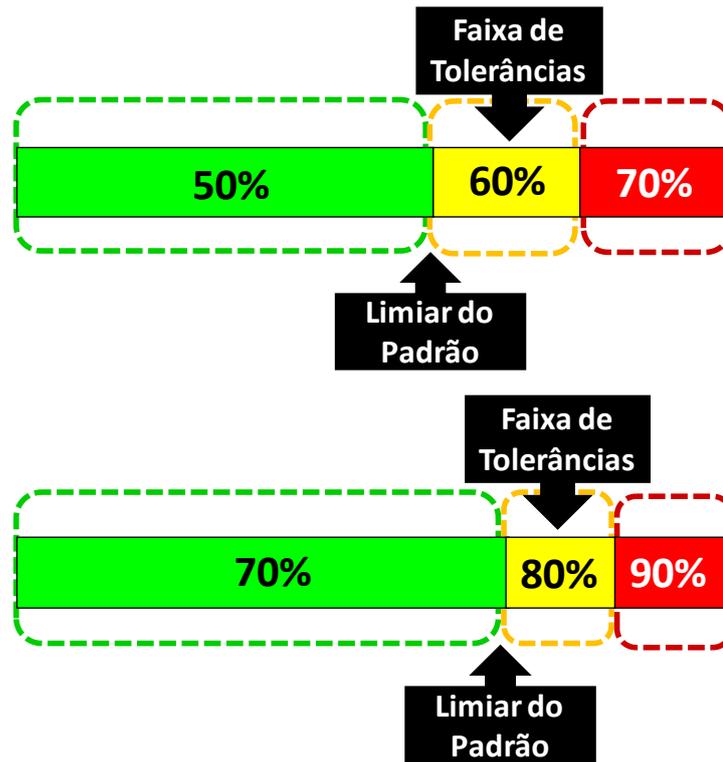
KPIs e KCIs	%
Níveis de aceitação	●
Níveis de alerta	●
Níveis de criticidade	●

Fonte: Autor

A Figura 11 apresenta um exemplo de verificação da tolerância executado no modelo, onde por exemplo, no caso de um indicador com padrão definido para 70% e tolerância definida para 50% serão sinalizados os valores entre os dois percentuais. No segundo exemplo mostrado na mesma figura, o padrão de capacidade foi definido para 90% e o valor da tolerância

foi informado como sendo 70%. Dessa forma, os valores no intervalo entre padrão e tolerância serão sinalizados como alertas pelo modelo. Recomenda-se que as definições de padrões e tolerâncias para entrada no modelo sejam definidas em grupo, preferencialmente por um comitê gestor de TI (LIMA ET AL., 2018).

Figura 11 - Visão da análise de tolerância para *KPIs* e *KCIs* no modelo



Fonte: Autor

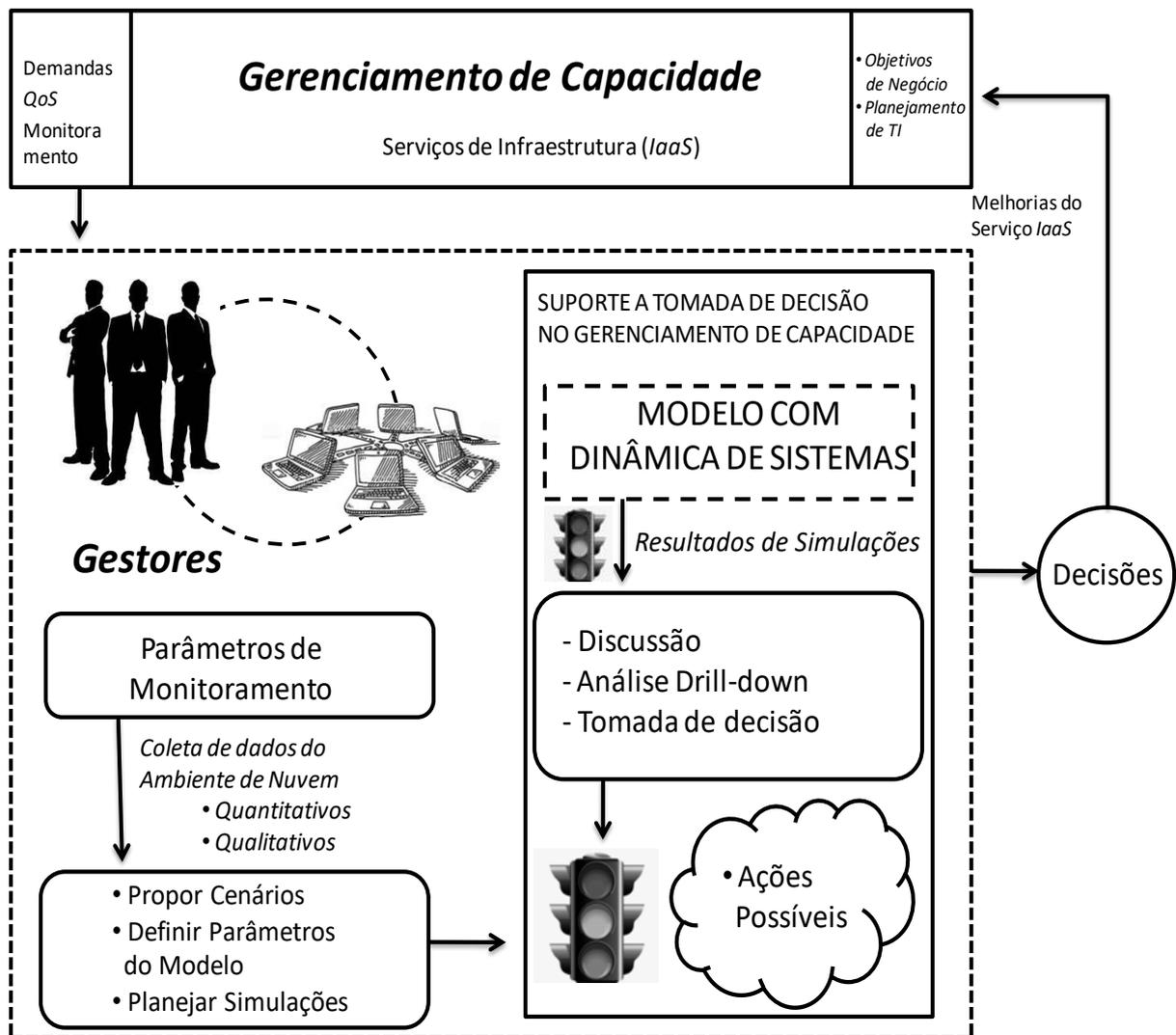
O modelo proposto se inicia a partir da necessidade do provedor em manter uma infraestrutura de TI que possibilite o dimensionamento de serviços do tipo *IaaS* alinhado com a demanda por capacidade da organização. A partir do monitoramento do ambiente *IaaS*, atividade contínua em um provedor de serviços. Os gestores de capacidade, através da coleta histórica de dados do ambiente e estimativa de possíveis cenários de uso dos serviços, devem definir cenários e parâmetros para as simulações. Com o planejamento de simulações realizado, as entradas do modelo são alimentadas, e executa-se a ferramenta de *software* (*Stella*) para cada um dos cenários definidos.

Os resultados do modelo podem indicar pontos onde a capacidade do serviço *IaaS* pode necessitar de uma atenção especial dos gestores, através dos semáforos. Os valores apresentados na saída do modelo podem indicar as cores verde, amarelo e vermelho, de acordo com o grau de criticidade de cada variável apresentada nos resultados. Dessa forma, as ações

mitigadoras podem ser planejadas em função do aspecto que mais contribuir para um possível resultado crítico em uma simulação. A tomada de decisão sobre as ações no gerenciamento de capacidade é suportada pelo modelo. A Figura 12 mostra uma visão geral da organização e da utilização do modelo.

O foco do modelo aqui desenvolvido é o processo de apoio a tomada das decisões estratégicas na sua interação com as atividades de entrega de serviços *IaaS*. É importante ressaltar que a implementação do processo (e do comportamento da capacidade) entrega de serviços *IaaS* foi desenvolvida considerando os processos de gestão de demanda e gestão de capacidade do ITIL.

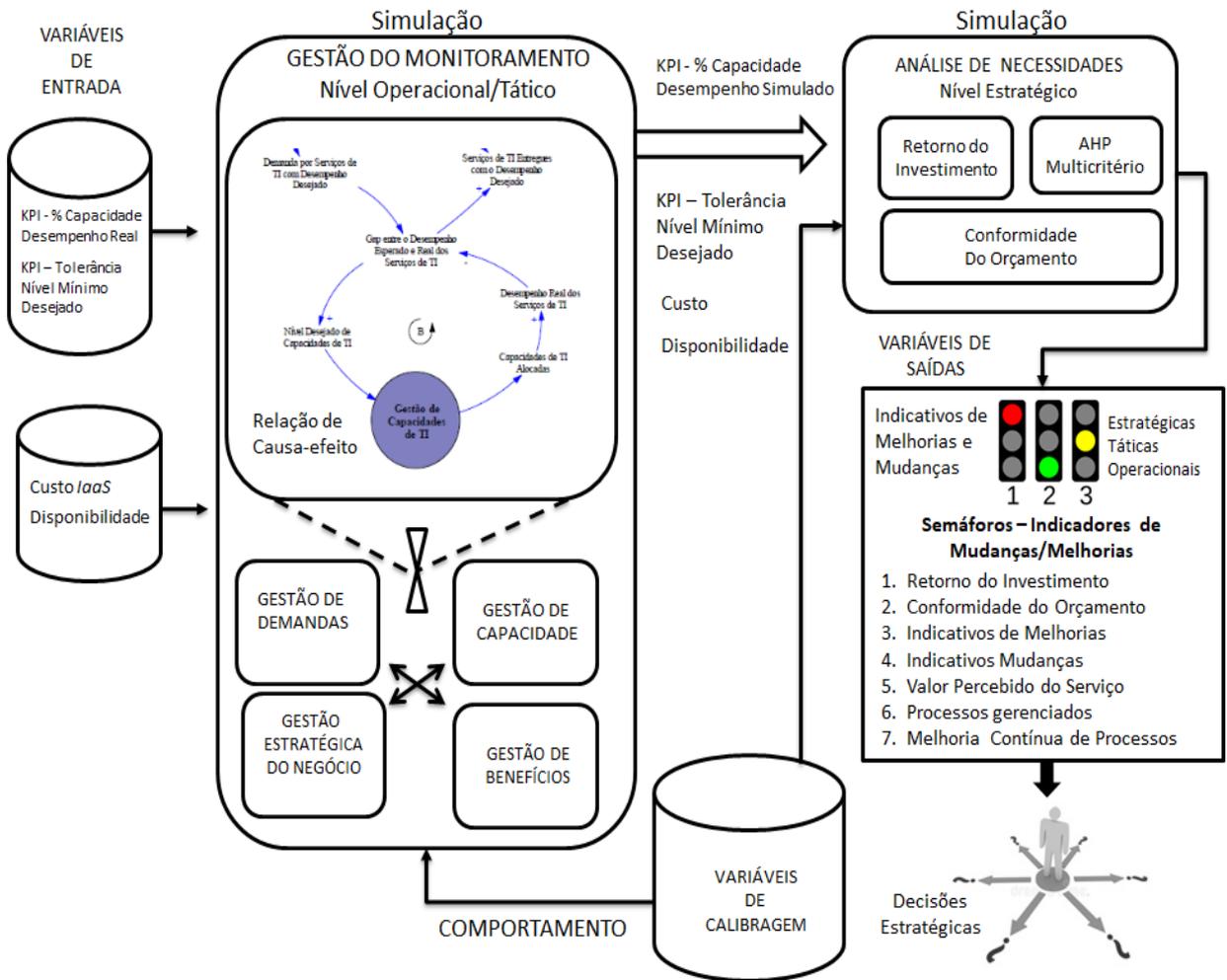
Figura 12 - Visão Geral de utilização do Modelo



Fonte: Autor

A Figura 13 mostra o fluxo de execução e verificação do modelo considerando as variáveis de entrada, a simulação dos processos, a análise do comportamento, variáveis de saída e a opção de decisões estratégicas.

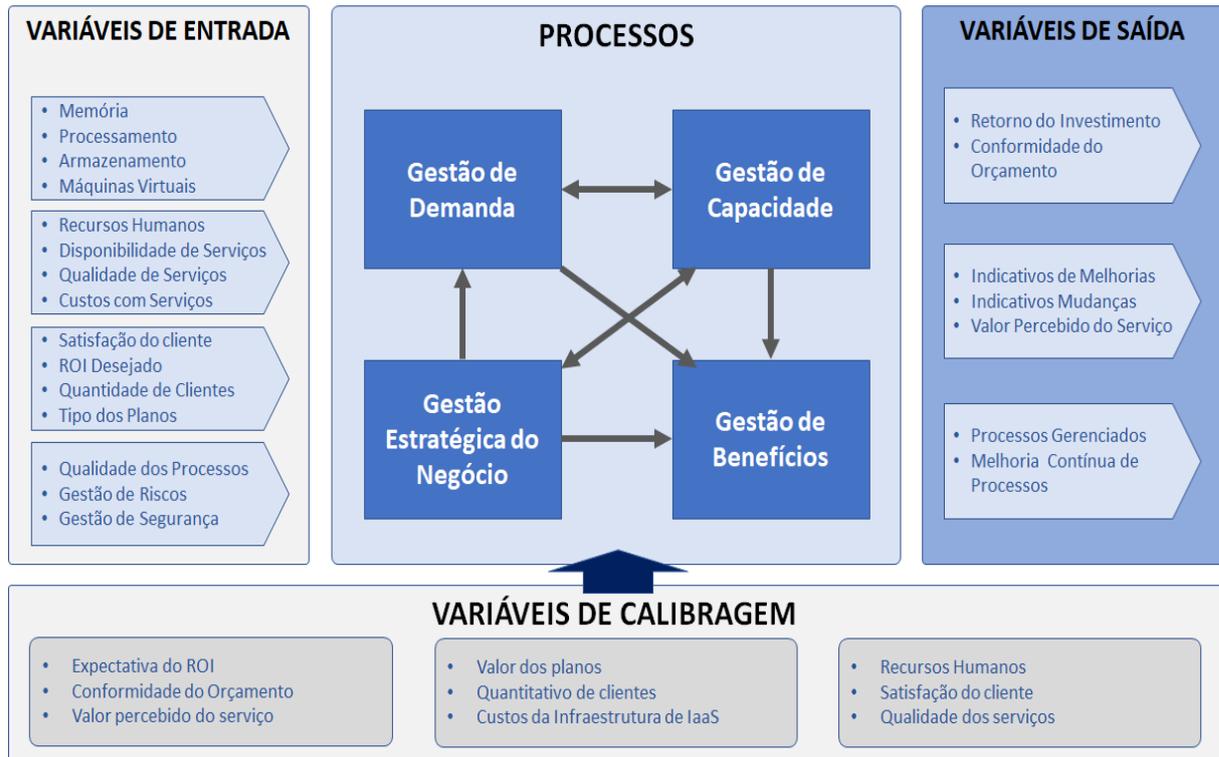
Figura 13 - Fluxo de execução e verificação do modelo



Fonte: Autor

A Figura 14 mostra os componentes do modelo proposto com os seus respectivos inter-relacionamentos. O modelo proposto foi organizado com base no comportamento e relacionamentos entre os processos de gestão de demandas, gestão de capacidade, gestão do negócio e gestão de benefícios.

Figura 14 - Estrutura modular de dinâmica de sistemas do modelo



Fonte: Autor

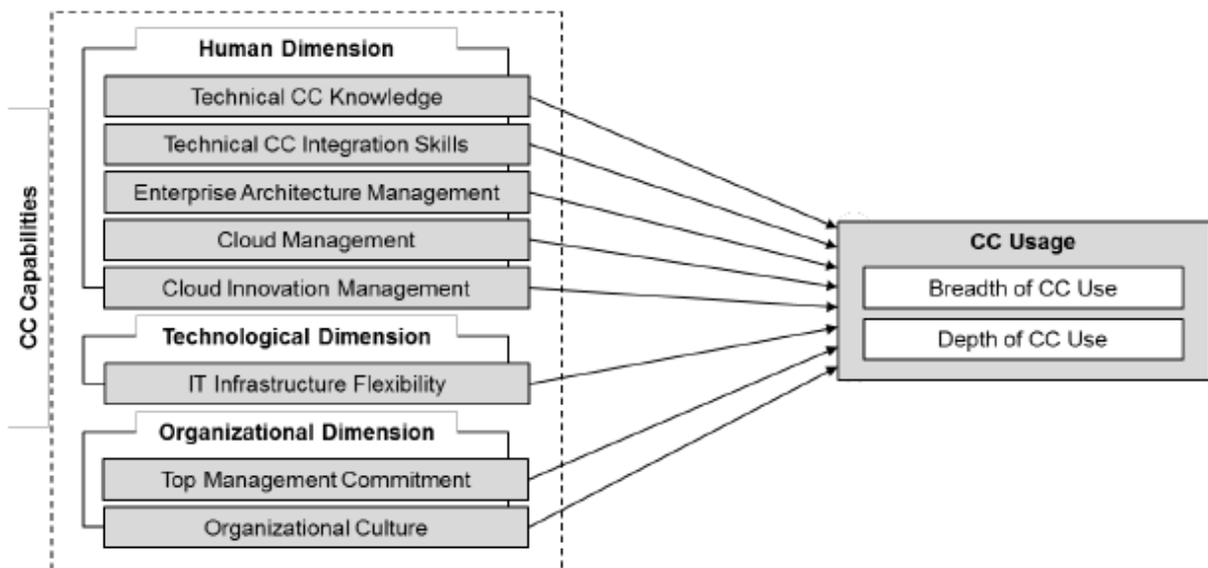
Variáveis - As variáveis do modelo estão divididas em quatro tipos: *variáveis de entrada*, *variáveis de calibragem*, *variáveis mediadoras* e *variáveis de saída*. As variáveis de entrada (E) caracterizam os benefícios e as métricas de desempenho a serem alcançados, os recursos disponíveis dentro da organização e as características da demanda. As variáveis de calibragem representam informações específicas sobre as organizações. São utilizadas para ajustar o comportamento do modelo à realidade das organizações ou aos ambientes dos cenários de simulação. As variáveis mediadoras (M) representam informações intermediárias, endógenas ao sistema, obtidas a partir das entradas, da calibragem e, em situações que envolvem ciclos de *feedback*, a partir de variáveis de saída. As variáveis de saída (S) são valores decorrentes das relações de causa e efeito entre as variáveis de entrada, calibragem e mediadoras ao longo do tempo.

O modelo produz o desempenho que supostamente seria apresentado pelas capacidades envolvidas no mundo real em resposta a entradas que representam os recursos disponíveis e o desempenho esperado. O desenho das variáveis envolvidas no processo de gerenciamento de capacidade no modelo é apresentado na Tabela 4.

Como base conceitual para desenho das variáveis, foi utilizado como referencial o trabalho em Rochmann *et al.* (2014), o qual propõe um modelo conceitual de capacidades

organizacionais para uso de computação em nuvem pública, mostrado na Figura 15, bem como os resultados oriundos de observação e indicações feitas em reuniões com os gestores da empresa avaliada. O modelo considerou as capacidades propostas por ROCKMANN *ET AL.* (2014), além da hierarquia proposta para os indicadores de desempenho no modelo: *objetivos-serviço-indicadores de capacidade (KCI) - indicadores de desempenho (KPI) - métricas*.

Figura 15 - Capacidades organizacionais de uso da computação em nuvem.



Fonte: Pochmann *et al.* (2014)

Os seguintes conceitos foram utilizados no desenho do monitoramento da capacidade de serviços *IaaS* do modelo proposto:

- 1) **Objetivos:** envolvem a gestão de capacidade e necessidades do provedor *IaaS* em função dos seus objetivos de negócio;
- 2) **Indicador-chave de capacidade** (*Key Capacity Indicator - KCI*): métrica agregada, que envolve um ou mais indicadores de desempenho relacionados ao gerenciamento de capacidade de serviços *IaaS*. Seu valor é informado em termos percentuais, de acordo com a capacidade atendida pelo provedor *IaaS*;
- 3) **Indicador-chave de desempenho** (*Key Performance Indicator - KPI*): métrica obtida do ambiente *IaaS* ou estimada diretamente pelos gestores, cujo valor é dado em termos percentuais, de acordo com a capacidade atendida pelo provedor *IaaS*;
- 4) **Tolerância de capacidade:** percentual estimado pelos gestores, que define o valor máximo ou mínimo tolerável no processo de gestão para cada indicador monitorado.

Pode ser gerado a partir das informações do acordo de nível de serviço (*service level agreement- SLA*), ou estimado pelos gestores;

- 5) **Comportamento/calibragem:** ações dos gestores em função da tolerância identificada, que possam influenciar no estado geral do sistema. Implementadas como variáveis de calibragem no modelo.

Tabela 4 - Descrição dos objetivos, indicadores de capacidade e de desempenho no modelo

Variável	Tolerância de Capacidade	
<b>1. Capacidade Técnica:</b> Avaliar e manter a capacidade técnica do provedor <i>IaaS</i> em níveis que atendam às necessidades do negócio.		
<b>1.1. Indicador da Capacidade das Máquinas Físicas (KCI):</b> Indicador de capacidade técnica de <i>Storage</i> , Memória, Processamento e Virtualização do Provedor de <i>IaaS</i> .		
	<b>1.1.1. Indicador de Desempenho do Storage (KPI):</b> Índice de atendimento da demanda por armazenamento em <i>Storage</i> .	<b>70%</b>
	<b>1.1.2. Indicador de Desempenho da Memória (KPI):</b> Índice de atendimento da demanda por memória.	<b>70%</b>
	<b>1.1.3. Indicador de Desempenho do Processamento (KPI):</b> Índice de atendimento da demanda por processamento.	<b>60%</b>
<b>1.2. Conectividade de Rede (KCI):</b> Indicador da capacidade referente ao uso da largura de banda (link) e a disponibilidade da conexão.		
	<b>1.2.1. Indicador de Desempenho do Link (KPI):</b> Índice da demanda por banda no link de comunicação (interno e externo).	<b>80%</b>
	<b>1.2.2. Indicador de Desempenho da Disponibilidade (KPI):</b> Relação do tempo entre falhas e o tempo para reparo.	<b>95%</b>
<b>1.3. Hospedagem (KCI):</b> Relação da demanda por Sistema Operacional, Aplicações e Banco de Dados.		
	<b>1.3.1 Indicador de Desempenho do Sistema Operacional (KPI):</b> Relação entre a capacidade da rede, tamanho do segmento, envio e recepção, perda de pacotes, demanda por memória e velocidade do processador.	<b>80%</b>
	<b>1.3.2 Indicador da Demanda por Aplicações (KPI):</b> Relação entre a demanda por memória, storage e quantidade de aplicações.	<b>80%</b>
	<b>1.3.2 Indicador da Desempenho de Banco de Dados (KPI):</b> Relação entre a quantidade de dados, tamanho de dados e tamanho do índice.	<b>70%</b>

Variável	Tolerância de Capacidade	
<b>2. Capacidade Empresarial e Humana: Avaliar e manter a capacidade do negócio e dos Recursos Humanos em níveis que atendam às necessidades do negócio.</b>		
<b>2.1 Percepção de valor (KCI):</b> Avaliar a capacidade negócio, recursos humanos, atividades e percepção de valor agregado do Provedor de <i>IaaS</i>		
	<b>2.1.1. Indicador por Demandas do Negócio:</b> Relação entre a demanda pelos serviços de <i>IaaS</i> , horas de armazenamento, serviços utilizados e a quantidade de demandas.	<b>70%</b>
	<b>2.1.2. Indicador de Desempenho dos Recursos Humanos (KPI):</b> Relação entre nível de conhecimento, motivação, experiência profissional e turnover da equipe.	<b>90%</b>
	<b>2.1.3. Indicador de Desempenho da Demanda de Atividades (KPI):</b> Relação entre a demandas das atividades, necessidades atendidas dentro e fora do prazo, necessidades previstas, atividades em curso dentro e fora do prazo e recursos humanos.	<b>70%</b>
	<b>2.1.4. Indicador de Desempenho do Valor Percebido da Atividade (m):</b> Percentual do valor percebido pelo cliente na entrega do serviço.	<b>90%</b>
<b>3. Capacidade de Gestão da Segurança:</b> Avaliar e manter o nível de segurança do provedor <i>IaaS</i> em níveis que atendam às necessidades do negócio.		
<b>3.1. Percentual de Exposição a Risco (KCI):</b> Avaliar o nível da Gestão de Segurança em relação aos riscos inerentes a atividade de <i>IaaS</i> .		
	<b>3.1.1. Indicador de Segurança e Controle (KPI):</b> Relação entre o índice de segurança das regras de adesão, índice ponderado entre as métricas existentes, total de métricas e total de controles.	<b>90%</b>

Fonte: Autor

Como variáveis de entrada para o modelo, os gestores deverão gerar informações referentes à infraestrutura do provedor, para que o modelo possa ser utilizado em simulações, gerando resultados efetivos. Os percentuais de capacidade demandada do ambiente *IaaS* (*KPIs*, *KCIs* e *Objetivos*) são utilizados no modelo proposto. O conjunto de indicadores utilizados neste estudo sua tolerância é apresentada na Tabela 3. De acordo com o diagrama causa-efeito que envolve o processo de gerenciamento de capacidade mostrado na sequência, são definidas as

variáveis de calibragem e mediadoras (intermediárias) que irão complementar os cenários avaliados. Os dados de entrada podem ser coletados através de ferramentas de mercado específicas para a finalidade.

No modelo proposto, o usuário irá fornecer diversas informações para que o sistema possibilite realizar simulações. O gestor fornece os dados relacionados a demandas, configurações do ambiente, quadro de pessoal, necessárias para simulação. Nessa etapa, o gestor deverá fornecer a maior quantidade de dados possíveis para que a simulação alcance um maior grau de precisão. As informações deverão ser configuradas nas categorias apresentadas na sequência.

#### **4.2.3 *Entrada de dados***

O modelo permite que o gestor configure informações considerando as demandas por capacidade de serviços *IaaS* por parte dos usuários. Dessa forma o processo permite compreender a demanda dos usuários e o quanto está sendo possível se atender às mesmas. O ideal para que a empresa tenha a precisão das demandas que estão sendo feitas para os serviços *IaaS* por parte dos usuários, é ter um catálogo pré-definido de opções de contratação de recursos, um catálogo com opções de serviços. Uma vez que o usuário escolha uma das ofertas de serviço do catálogo, o negócio terá a estimativa de demandas para aquele cliente. O gestor deverá fornecer dados em duas categorias de informações, qualitativas e quantitativas.

#### **4.2.4 *Calibragem do modelo***

O modelo permite que o gestor informe indicadores e variáveis que serão utilizados durante a execução da simulação, os quais influenciam no comportamento e nos resultados do modelo. Essas informações subsidiam a atividade de calibragem do modelo para que os valores de saída gerados pelas simulações estejam o mais próximo possível do cenário real.

Para realizar a calibragem do modelo, o gestor deverá observar os seguintes passos iterativos, até que as saídas do modelo sejam consideradas compatíveis com os resultados esperados:

- Planejamento da simulação;
- Informação das variáveis de entrada;
- Definição dos parâmetros de calibragem;

- Execução da simulação;
- Avaliação dos resultados da simulação;
- *Feedback*/Retroalimentação do modelo com os ajustes necessários.

#### 4.2.5 *Mecanismos base utilizados na modelagem*

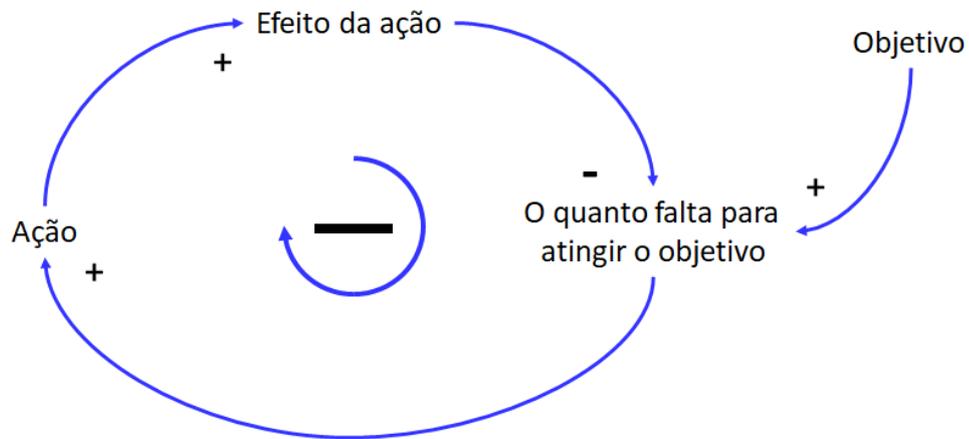
Para construção do modelo apresentado nesta Tese, foi necessário identificar as relações causais mais importantes que supostamente geram o comportamento típico dos serviços em provedores *IaaS*. Em um nível inicial de modelagem, quando ainda não há uma direção a ser seguida, busca-se identificar no problema modelado os arquétipos primários da dinâmica de sistemas (enlaces de reforço e de equilíbrio). Essa identificação é feita com base no comportamento dos dados empíricos ou, na falta destes, na interpretação dos fatos e do contexto. O modelador já pode reconhecer na situação problema, aplicações bem conhecidas, para as quais já existem estruturas causais genéricas mais complexas que podem ser aplicadas, como dinâmica de projetos, de pessoas, de processos e de organizações.

No contexto deste trabalho, o uso do modelo proposto fornece suporte ao planejamento de capacidades dos serviços de TI de uma organização frente às demandas geradas por um plano de entrega de benefícios de negócio escalonados no tempo. Planejar capacidades consiste em dimensionar corretamente o quanto o conjunto de serviços consegue atender às demandas do negócio. Também faz parte do objetivo do modelo proposto, fornece suporte à decisão sobre a estratégia de provimento das capacidades necessárias, corretamente alinhadas com os benefícios planejados. São mostrados abaixo alguns dos mecanismos-base percebidos, que serviram como base para a construção dos diagramas de causalidades apresentados na sequência:

- Arquétipo “busca por objetivo”, modelada como enlaces de balanceamento (Figura 16);
- Alocação dos recursos de TI: A Figura 17 mostra a estrutura básica que reproduz a dinâmica de alocação dos recursos de TI para a execução dos serviços de um provedor *IaaS*;
- Critérios qualitativos: Dentre as possíveis formas de influência do meio externo no comportamento do modelo, influência dos recursos humanos, a estrutura mostrada na Figura 18 representa os fatores qualitativos considerados.

A Figura 16 ilustra o processo que norteou a modelagem da relação de causa e efeito no modelo proposto. A partir a identificação de quanto falta para o atendimento de um objetivo, quanto maior seja esse indicativo, maior será demandada uma maior quantidade de ações, mensurado o efeito dessas ações, em um ciclo que se repetirá até que o valor desejado para se atingir o objetivo seja alcançado. Da mesma forma, quanto menor for o indicativo, menor será a quantidade de ações necessárias e menos efeitos serão gerados por essas ações.

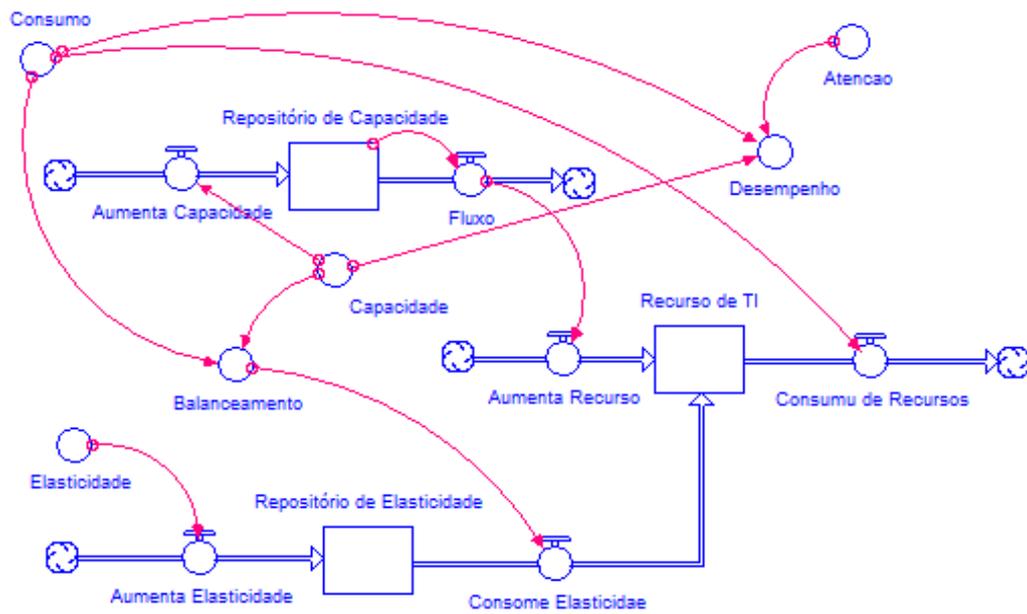
Figura 16 - Enlace de balanceamento “busca por objetivo”.



Fonte: Autor

A Figura 17 ilustra a visão de alocação de recursos *IaaS* adotada no modelo proposto. A partir da demanda por recursos (consumo) existe um fornecimento de capacidade por parte do provedor, com execução de balanceamento entre o uso de recursos e controle da elasticidade (consumo, quando necessário).

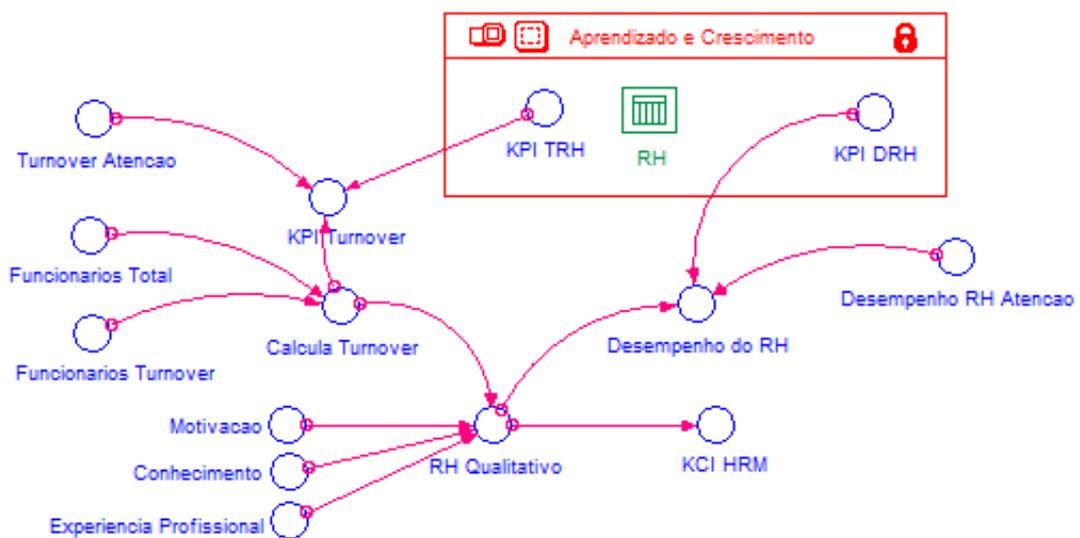
Figura 17 - Adequação da alocação de recursos de TI para execução de serviços



Fonte: Autor

De acordo com a visão apresentada na Figura 18, existe uma influência do *turnover* da equipe (*staff*) no desempenho dos recursos humanos (RH) envolvidos na execução dos serviços *IaaS*.

Figura 18 - Critérios qualitativos considerados



Fonte: Autor

As variáveis motivação, conhecimento e experiência profissional são utilizadas no cálculo do desempenho do RH (fator qualitativo), em conjunto com o *turnover*. Conforme a tolerância informada para essa variável, em relação ao período de um ano, obtém-se o indicativo de rotatividade de pessoas, utilizado na estimativa desse desempenho.

De acordo com Bezerra (2015), os arquétipos de dinâmica de sistemas observados estão tipicamente presentes em ambientes onde os objetivos são estabelecidos, medidos através de indicadores de desempenho, e são perseguidos através da alocação de recursos para imprimir produtividade (capacidade) a funções e processos de TI que irão contribuir para a consecução destas metas (ABDEL-HAMID, 1989, MADACHY, 2007; MORECROFT, 2007).

#### **4.2.6 Diagramas de causalidade**

Conectando todos os mecanismos base identificados em uma rede de causalidade e adicionando todo o conhecimento coletado sobre o problema que motivou esta pesquisa, chegou-se aos diagramas de causalidade apresentados nas Figuras 19, 20, 21 e 22. O modelo proposto foi modularizado de acordo com 4 diferentes áreas de tomada de decisão envolvidas: i) a Gestão de Demandas; ii) a Gestão de Capacidades; iii) a Gestão de Estratégia do Negócio e; iv) a Gestão de Benefícios. Nessas áreas, diferentes decisões serão experimentadas em busca da configuração que melhore os comportamentos detectados.

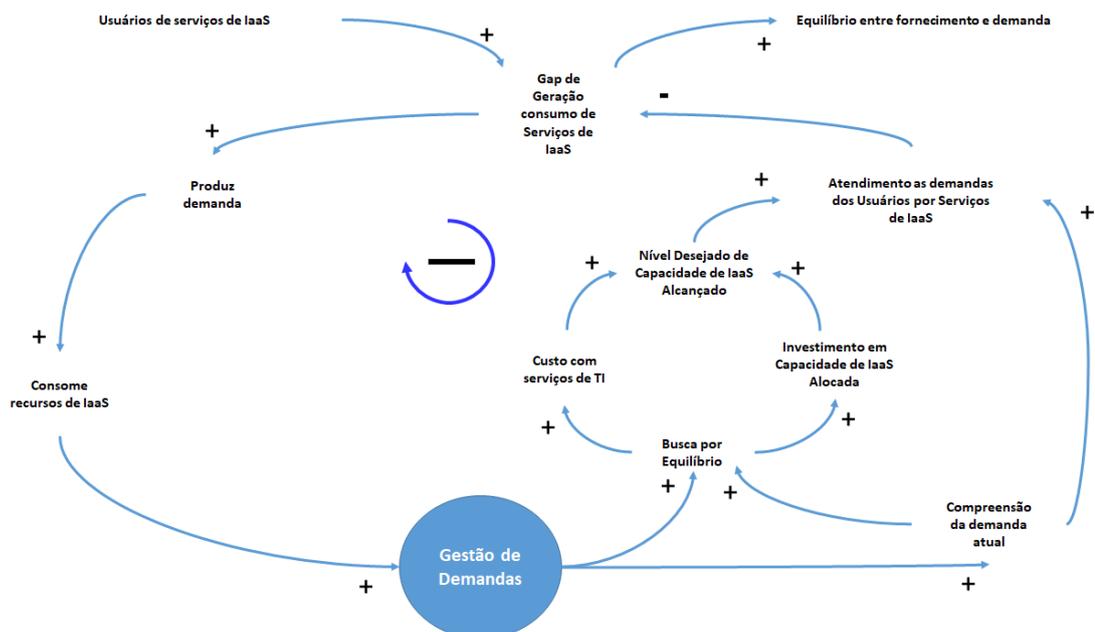
##### **4.2.6.1 Áreas de gestão de demandas e capacidade**

A área de *Gestão de Demandas* (Figura 19) representa o tratamento das demandas por serviços *IaaS* geradas pelos processos de negócio, o dimensionamento e o monitoramento dos indicadores de desempenho apresentados na entrega dos serviços pela área de TI. Foram identificadas durante a pesquisa realizada, as seguintes demandas:

- Quanto mais usuários de serviços *IaaS*, maior será a lacuna na geração consumo de serviços;
- Quanto mais produção de demanda por serviços *IaaS*, maior será o consumo dos recursos, maior será a necessidade de gestão de demandas;

- Quanto mais demandas por desempenho dos serviços *IaaS* a serem entregues, maior o nível de capacidade de TI necessária e maior será a busca pelo equilíbrio;
- Quanto maior o nível de capacidade *IaaS* alocada, maior será o desempenho apresentado pelos serviços de TI; maior a proximidade com nível de desempenho desejado;
- Quanto mais próximo for o nível de desempenho desejado, maior será o atendimento às demandas dos usuários por serviços *IaaS* e menor será a lacuna de geração consumo de serviços;
- Quanto melhor for a gestão de demandas, melhor será a compreensão da demanda atual;
- Quanto melhor se compreender a demanda atual pelos serviços *IaaS*, maiores serão as chances de atendimento as demandas dos usuários por serviços;
- Quanto melhor se atender às demandas dos usuários por serviços *IaaS*, menor será a lacuna no consumo de serviços e maior será o equilíbrio entre fornecimento e demanda.

Figura 19 - Diagrama de causalidade da área de Gestão de Demandas



Fonte: Autor

Dessa forma, atender ao nível de capacidades pelos serviços *IaaS* necessários, requer o conhecimento da gestão de demandas e a interação com a área de gestão de capacidades.

A área de gestão de capacidades (Figura 20) representa a política de alocação e organização dos recursos próprios da organização em capacidades internas, que entregarão produtividade a atividades/processos que dela necessitam. Foram identificadas as seguintes necessidades de capacidade:

- Quanto maior for a demanda por capacidade dos serviços *IaaS*, maior será a necessidade de investimento em recursos;
- Quanto mais demanda por capacidade *IaaS*, maior será a lacuna na capacidade dos serviços;
- Quanto maior for a necessidade investimentos em recursos *IaaS*, maior será a necessidade de aquisição de infraestrutura;
- Quanto maior a necessidade de aquisição de infraestrutura *IaaS*, melhor será a disponibilização dos recursos;
- Quanto melhor for a disponibilização dos recursos *IaaS*, maior serão os ajustes dos recursos;
- Quanto maior forem os ajustes dos recursos *IaaS*, maiores serão os custos de investimento nos recursos;
- Quanto mais investimento nos custos com os recursos de *IaaS*, melhor será a alocação dos recursos de *IaaS*;
- Quanto melhor for a alocação dos recursos *IaaS*, menor será a lacuna dos recursos;
- Quanto menor for a lacuna dos Recursos *IaaS*, melhor está sendo os justes dos recursos;
- Quanto maior for a alocação dos recursos *IaaS*, maior será a capacidade alocada;
- Quanto maior for a capacidade *IaaS* alocada, maior será a capacidade do provedor e menor será a lacuna de capacidade dos serviços, e melhor será a gestão de capacidade;
- Quanto maior for o custo de investimento nos recursos *IaaS*, melhor será a Infraestrutura ofertada;



- Quanto maior for a lacuna no fornecimento de capacidade dos serviços de *IaaS*, mais demandas serão produzidas; maior será o consumo dos recursos de *IaaS*;
- Quanto maior for o consumo dos recursos *IaaS*, maior será a lacuna dos recursos, maior será a necessidade de investimento assertivo;
- Quanto maior for a necessidade de gestão estratégica, mais se deve conhecer os processos críticos para o negócio;
- Quanto mais se conhecer os processos críticos para o negócio, mais fácil será identificar os processos de TI associados que irão dar suporte aos processos de negócio;
- Quanto mais investimentos assertivos em TI forem realizados; maior será a disponibilização dos recursos *IaaS* e maior será o atendimento as demandas dos usuários por serviços;
- Quanto maior for o atendimento as demandas dos usuários por serviços *IaaS*, maior será o equilíbrio entre fornecimento e demanda e menor será a lacuna no fornecimento de capacidade dos serviços;
- Quanto mais investimentos assertivos em TI forem realizados, maior será a disponibilização dos recursos *IaaS* e menor será a lacuna dos recursos;
- Quanto mais investimentos assertivos em TI forem realizados; maior será a disponibilização dos recursos *IaaS*, tendendo para uma maior satisfação do cliente;
- Quanto maior for a lacuna dos recursos *IaaS*, maior será a necessidade de investimentos assertivos em TI;
- Quanto mais investimentos assertivos em TI forem realizados, maior será a satisfação do cliente e maior será valor agregado aos resultados;
- Quanto maior for o valor agregado aos resultados, maior será o alcance de objetivos estratégicos;
- Quanto mais objetivos estratégicos forem alcançados, maior estará sendo o alinhamento entre TI e a estratégia do negócio;
- Quanto maior for o alinhamento entre TI e a estratégia do negócio, melhor será a gestão estratégica.

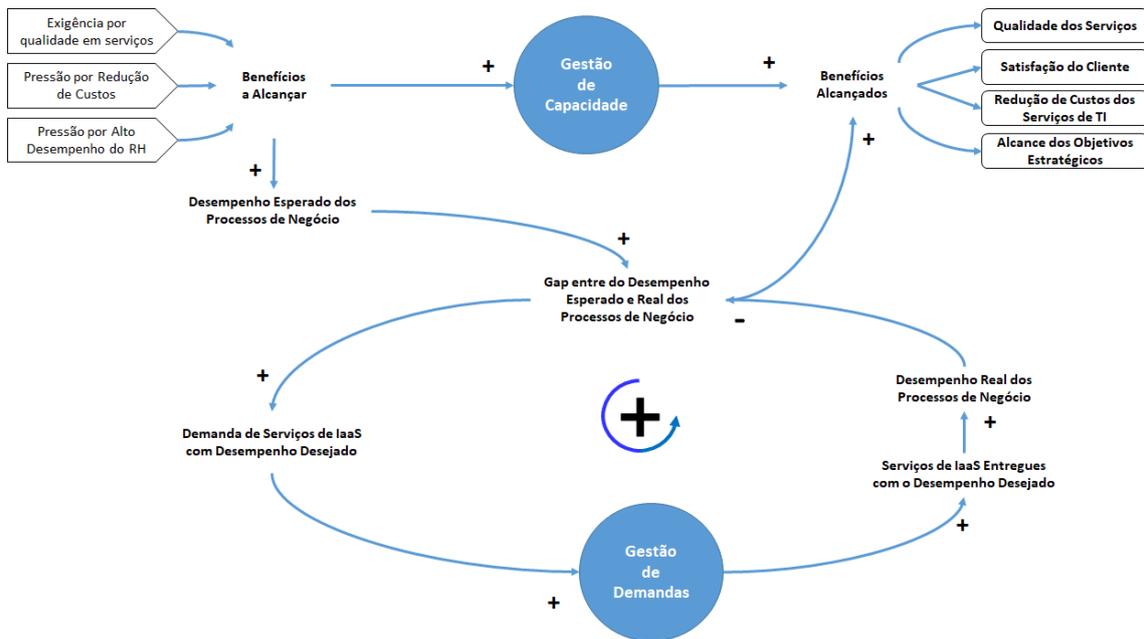


#### 4.2.6.3 Área de gestão de benefícios

A área de gestão de benefícios (Figura 22) representa os benefícios estratégicos pretendidos com os serviços *IaaS* e as demandas submetidas pelos clientes. Benefícios são propostos através do estabelecimento de valores alvo para indicadores de desempenho e verificados através do confronto do valor alvo com o valor real do indicador produzido como saída do sistema. Essa dinâmica é descrita principalmente por um enlace de balanceamento. Foram identificados os seguintes pressupostos relacionados aos benefícios:

- Quanto mais exigência houver por exigência por qualidade nos serviços, redução nos custos e desempenho do RH, maior será a gestão de capacidade;
- Quanto melhor for a gestão de capacidade, maiores serão os benefícios alcançados;
- Quanto maior for a exigência por qualidade em serviços, redução de custos e desempenho do RH, maior o desempenho esperado dos processos de negócio;
- Quanto maior for o desempenho esperado dos processos de negócio, maior será a lacuna entre o desempenho esperado e o desempenho real dos processos de negócio;
- Quanto maior for a lacuna entre o desempenho esperado e o desempenho real dos processos de negócio, maior será a demanda de serviços *IaaS* com desempenho desejado;
- Quanto maior for a demanda de serviços *IaaS* com desempenho desejado, maior será a performance da gestão de demandas;
- Quanto maior for a performance da gestão de demandas, mais serviços *IaaS* com o desempenho desejado serão entregues;
- Quanto mais serviços *IaaS* com o desempenho desejado forem entregues, menor será a lacuna entre do desempenho esperado e o desempenho real dos processos de negócio;
- Quanto menor for a lacuna entre o desempenho esperado e o desempenho real dos processos de negócio, mais benefícios serão alcançados.

Figura 22 - Diagrama de causalidade da área de Gestão de Benefícios



Fonte: Autor

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

- A pressão para manter o controle sobre o desempenho dos recursos humanos (RH) relacionada ao benefício de retenção de talentos e de capital intelectual organizacional. Esse fator influencia a gestão de capacidade, onde são tomadas as decisões de investir em capacidades próprias de recursos *IaaS*;
- A exigência em qualidade dos serviços está relacionada com o benefício do nível de satisfação do usuário, que é influenciado pela agilidade e qualidade na entrega dos serviços de TI, disponibilidade dos serviços de TI.

A pressão em reduzir custos está relacionada com a redução de custos com os serviços *IaaS* que suportam os processos de negócio. Esse fator influencia a gestão de capacidade.

#### 4.2.6.4 Fluxos de informação identificados

Faz parte do método de construção de modelos de dinâmica de sistemas a identificação de fluxos de informação com o propósito de simular processos. No contexto desta pesquisa, é considerado que os processos de TI representam as capacidades de TI em ação e a

forma como elas interagem ao longo destes fluxos. Os provedores *IaaS* necessitam de um processo efetivo que possibilite o gerenciamento de capacidade. No modelo proposto, os indicadores de capacidade são definidos como *KPIs* de capacidade de desempenho real e *KPIs* de tolerância do nível mínimo desejado, relacionados às demandas que podem ser atendidas pelos serviços. O modelo proposto é organizado nos níveis operacional, tático e gestão. Para cada um desses níveis existem indicadores, *KPIs* e *KCIs*, de *performance* e monitoramento. O nível operacional é contemplado por variáveis de entrada relacionadas com a parte técnica do serviço *IaaS*. O gestor entrará com percentuais referentes aos índices de capacidade real e tolerância de desempenho para cada um dos serviços. A partir da revisão de literatura e observação, foram definidos indicadores relativos a armazenamento (*storage*), memória, virtualização, tráfego de *internet*, por serem mais comumente utilizados pelos provedores. O nível tático é contemplado pelo desempenho dos processos de gestão de demandas e gestão da capacidade. Nesse nível, é considerado a influência e o impacto dos critérios qualitativos tais como o nível de conhecimento dos funcionários, a experiência profissional da equipe, o nível de motivação das pessoas envolvidas, por se considerar representativos na avaliação dos recursos humanos. Também se considera o *turnover*, rotatividade de funcionários, satisfação do cliente. No nível tático são considerados os aspectos relacionados à nível de segurança e à exposição a riscos do provedor *IaaS*.

O nível de gestão contempla o alinhamento estratégico, retorno do valor, lucratividade, direcionando o gestor na tomada de decisões, análise do custo benefício, bem como na estimativa de valor percebido. No nível de gestão são considerados os processos de gestão do negócio e o processo de gestão de benefícios. Nesse nível, são utilizados os semáforos, ícones, para orientar os gestores em relação às medidas de desempenho obtidas, resultantes do comportamento do sistema. No modelo proposto, as cores estão relacionadas ao impacto de desempenho do serviço, resumindo as informações em um indicador gráfico de status, onde o *status* verde indica que o desempenho esperado do serviço *IaaS* foi alcançado, o status amarelo indica um desempenho do serviço que precisa de atenção e o status vermelho indica que o desempenho do serviço não está sendo alcançado e demanda algum tipo de intervenção. Os gestores podem utilizar valores de saída de monitoramento histórico e alguns gráficos (apenas como indicativos) para dar suporte à tomada de decisão. O modelo contribui para auxiliar os gestores a entender o cenário do provedor *IaaS* e também fornece suporte ao processo de tomada de decisão.

#### **4.2.7 Verificação e validação do diagrama de causalidade**

O diagrama de causalidade representa uma situação problemática real que pode ocorrer em provedores *IaaS*, foi apresentado aos usuários e *stakeholders* durante o estudo realizado, assim como o processo pelo qual foi construído. Foram considerados os componentes das hipóteses formuladas, modelos de referência mais complexos, utilizados na gestão de projetos e processos e a nova representação dada ao fluxo de execução e verificação de serviços *IaaS* capturada durante a fase de aquisição de conhecimento. Nesse momento, foram discutidos os aspectos relacionados com o escopo e a granularidade do modelo, bem como ajustadas as expectativas dos usuários e *stakeholders* em relação ao seu uso. As principais variáveis de entrada e de saída foram discutidas, tendo a abordagem *Scorecard* Dinâmico sido utilizada como referência. Para uma apresentação mais didática e modularizada da proposta, foi realizada uma divisão do diagrama de causalidade em setores. Tal setorização teve como base o fluxo da Figura 14, a qual identifica claramente o uso de recursos e suas produtividades em função das atividades envolvidas. O controle do uso de recursos e a conversão em produtividade foi confinado em um setor específico. A possibilidade de utilização de recursos próprios, qualitativos e quantitativos, suscitou a segmentação deste novo setor. Finalmente, toda a parte de verificação de desempenho e cumprimento de objetivos foi confinada em um diagrama de alto nível de abstração. Os ajustes foram feitos no diagrama até se convergir para a seguinte estrutura de setores: gestão de demandas, gestão de capacidades, gestão do negócio e gestão de benefícios.

#### **4.2.8 Estrutura e formalização do modelo**

Esta seção apresenta o modelo de simulação resultante do esforço de desenvolvimento empreendido. Conforme mostrado no desenho desta pesquisa e na metodologia adotada, o processo de desenvolvimento do simulador é iterativo. Uma versão executável inicial do modelo foi desenvolvida e passou por vários ciclos de refinamento até atingir a versão agora apresentada.

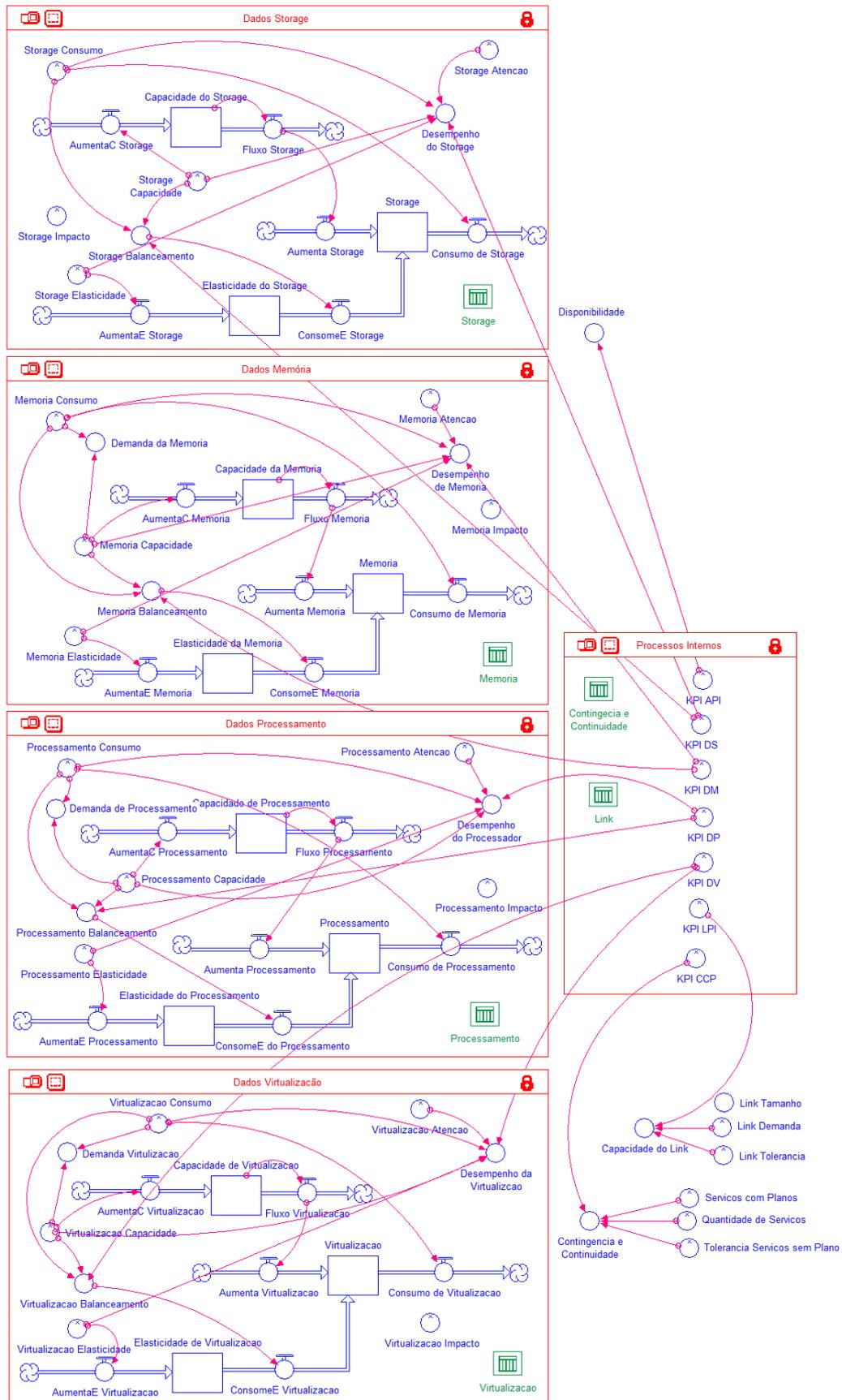
O modelo proposto nesta Tese foi desenvolvido de forma modular, utilizando o *software* para simulação com dinâmica de sistemas *Stella*, o qual oferece, dentre outros recursos, a possibilidade de segmentar o modelo em diferentes visões. Na ferramenta *Stella* oferece diferentes módulos para o desenvolvimento dos trabalhos. O módulo *Map* representa o

fluxo de trabalho da execução e verificação de serviços de TI, o módulo *Model* é referente aos valores atribuídos aos componentes dos fluxos de serviços. O módulo *Interface*, permite a criação e desenvolvimento de gráficos e indicadores com a entrada manual de dados para avaliação do comportamento do sistema. O módulo *Equation* mostra o código gerado pelos componentes relacionados com dinâmica de sistemas e necessários ao funcionamento dos fluxos de processos aos quais sejam: Gestão de Demandas (GD), Gestão de Capacidades (GC), Gestão Estratégia do Negócio (GE) e Gestão de Benefícios (GB). As variáveis do modelo proposto estão divididas em quatro categorias distintas: variáveis de entrada, variáveis de calibragem, variáveis mediadoras e variáveis de saída. As variáveis de entrada (E) caracterizam os benefícios e as métricas de desempenho a serem alcançados, os recursos de TI disponíveis dentro da organização e as características da demanda pelos serviços *IaaS*. As variáveis de calibragem (C) representam informações específicas sobre as organizações. São utilizadas para ajustar o comportamento do modelo à realidade das organizações ou aos ambientes dos cenários de simulação. As variáveis mediadoras (M) representam informações intermediárias, obtidas a partir das entradas, da calibragem e, em situações que envolvem ciclos de *feedback*, a partir de variáveis de saída. As variáveis de saída (S) são valores decorrentes das relações de causa e efeito entre as variáveis de entrada, calibragem e mediadoras ao longo do tempo. O modelo produz o desempenho que supostamente seria apresentado pelas capacidades de TI no mundo real (em termos de custo, qualidade, consumo de recursos) em resposta a entradas que representam os recursos disponíveis e o desempenho esperado.

#### **4.2.9 Implementação do modelo**

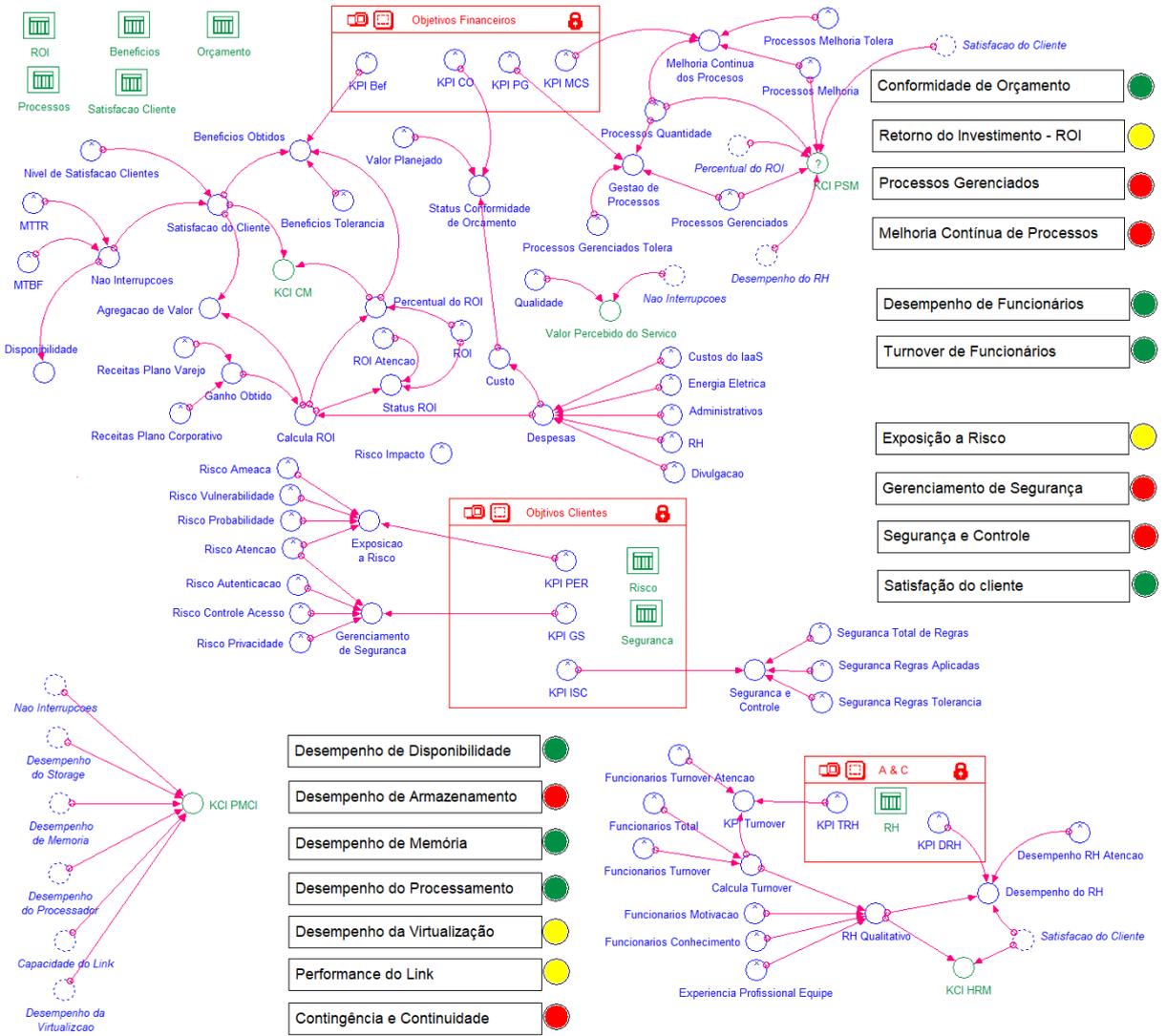
O modelo proposto consiste em um conjunto integrado de processos, *KPIs*, *KCIs*, indicadores de objetivos estratégicos e indicadores para tomada de decisão. As Figuras 23, 24 e 25 apresentam a visão geral do modelo, onde a Figura 23 mostra os processos de gestão de demandas e capacidade, a Figura 24 mostra os processos de gestão do negócio e benefícios. A Figura 25 apresenta a visão da implementação do método *AHP*.

Figura 23 - Visão geral do modelo de simulação implementado no *software* Stella 9.0 para os processos de gestão de demandas e capacidade



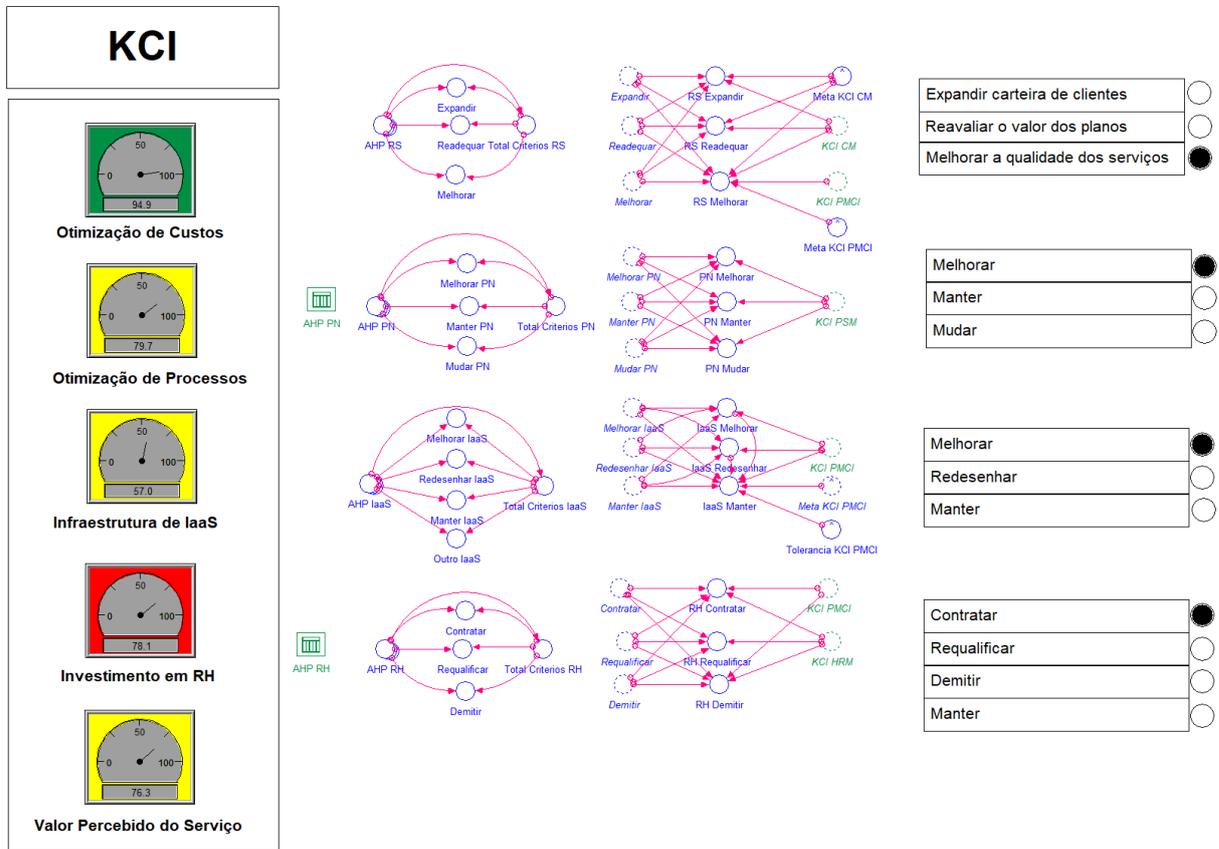
Fonte: Autor

Figura 24 - Visão geral do modelo de simulação implementado no *software* Stella 9.0 para os processos de gestão do negócio e benefícios



Fonte: Autor

Figura 25 - Visão geral do modelo de simulação implementado no software Stella 9.0 para implementação do método *AHP*



Fonte: Autor

#### 4.2.10 Gestão de demandas no modelo

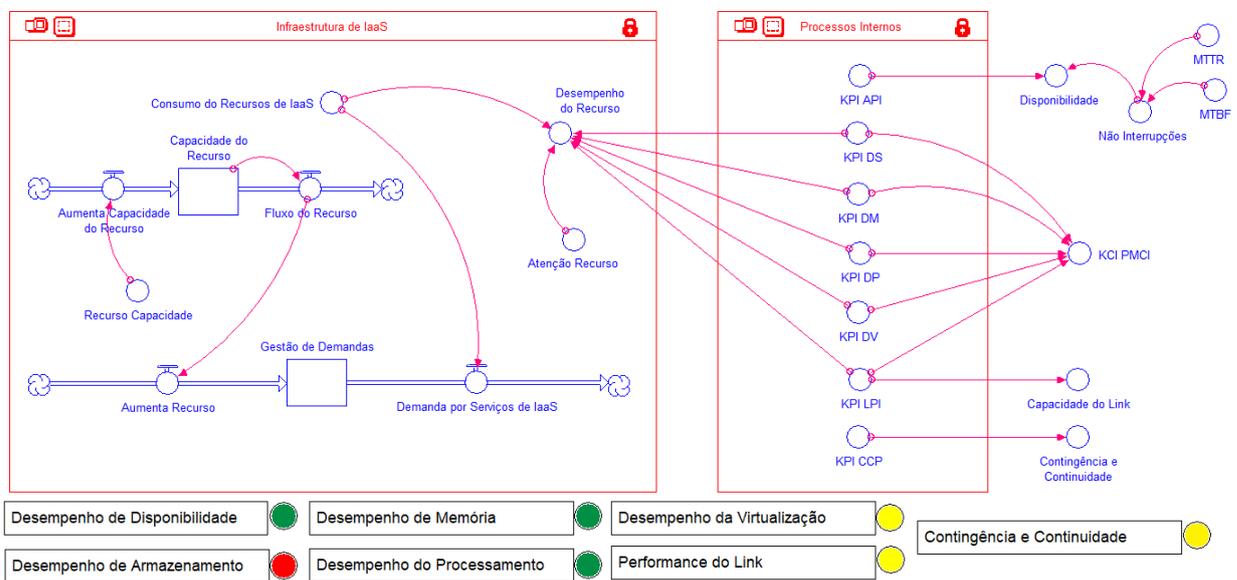
Essa visão implementa a submissão de demandas por serviços *IaaS*, escalonadas no tempo, e sua distribuição para as capacidades necessárias. Estas demandas são tratadas como serviços de TI, onde cada serviço é associado a um recurso de TI (*storage*, memória, processamento, largura de banda, etc.).

A Figura 26 é uma versão simplificada do diagrama de fluxo da gestão de demandas. Para melhorar a legibilidade do diagrama, diversas variáveis auxiliares foram ocultadas. Para uma visualização mais fácil, as variáveis de entrada foram representadas com círculos, e as de saída com indicadores, semáforos que representam variáveis pertencentes a outras visões.

O modelo possibilita representar serviços, capacidades do provedor *IaaS* todos os fluxos que relacionam essas duas entidades. De uma maneira simples, é possível simular diferentes cenários de chegada de demandas (em rajadas esparsas ou concentradas) e associá-las a diferentes funções de TI.

A Figura 26 apresenta a implementação do diagrama de causalidade apresentado na Figura 19. Esse diagrama é uma representação genérica de controle de demandas para todos os recursos do provedor *IaaS*.

Figura 26 - Diagrama de fluxo do processo da Gestão de Demandas



Fonte: Autor

A geração das demandas é feita manualmente, através do fornecimento dos seguintes atributos: consumo de recursos de *IaaS* tais como *storage*, consumo de memória, consumo de processamento e consumo de máquinas virtuais. Todas essas variáveis podem ser medidas em percentuais (%).

Os atributos apresentados no quadro Processos Internos da Figura 26 determinam os níveis de tolerância para os *KPIs* relativos a cada uma das variáveis que representam os recursos do provedor *IaaS*. As tolerâncias são definidas com base nos acordos de nível de serviços (*SLAs*) estabelecidos para os serviços *IaaS*. Essas tolerâncias são utilizadas para definir a alocação de mais recursos e capacidade para o servidor *IaaS*, cujo desempenho é consolidada e devolvido pelo processo de gestão de capacidades e consolidado nos *KPIs* relacionados com os *KCIs* e com os objetivos estratégicos do negócio.

Estas tolerâncias são utilizadas no processo de controle do desempenho de recursos, que recebe informações sobre o consumo de recursos. A capacidade atual relacionada a um recurso é comparada com o respectivo *KPI* de tolerância, especificado para cada um dos recursos (*storage*, memória, processamento, virtualização etc.) do provedor *IaaS*, gerando indicadores visuais para os gestores quando os valores estiverem próximos a esses graus de tolerância.

O consumo dos recursos *IaaS* (Figura 27) interage com o processo de gestão de demandas. Na medida em que se aumenta a capacidade de um recurso, se abastece o estoque de capacidade desse respectivo recurso, através do processo fluxo de recurso e se aumenta o recurso, atualizando o estoque gestão de demandas. Com o estoque gestão de demandas atualizado e a integração com o processo demanda por serviços, existe a verificação de conformidade, sendo feita a checagem, onde a demanda é comparada, analisada e se tem a informação relacionada à demanda pelos recursos *IaaS* do provedor. A partir daí, passa a existir um relacionamento com o processo de gestão de capacidade, onde ações relacionadas à elasticidade são tomadas. A Tabela 5 mostra as variáveis do processo de gestão de demandas utilizadas para desenvolvimento do modelo proposto. Para cada indicador (variável) utilizado no modelo é informado o valor da tolerância e padrão definidos. Os tipos de variáveis do modelo são: entrada (E), saída (S), medidas (M) e calibragem (C).

Tabela 5 - Variáveis do processo Gestão de Demandas

Nome	Descrição	Unidade	Tipo
Consumo de banda/link	Capacidade que o link oferece para tráfego de dados na internet	Mbps	E
Consumo dos Recursos de <i>Memória</i>	Quantidade de consumo por um recurso de memória	MB	C
Consumo dos Recursos de <i>Storage</i>	Quantidade de consumo por um recurso de <i>storage</i>	MB	C
Consumo dos Recursos de <i>Processamento</i>	Quantidade de consumo por um recurso de processamento	Mflops	C
Desempenho do Recurso	Relação de consumo dos recursos de <i>IaaS</i> em relação da demanda por capacidade	%	M
Disponibilidade	Relação da disponibilidade dos serviços	%	S
<i>KPI</i> API	Indicador de Desempenho de Disponibilidade	%	E

Nome	Descrição	Unidade	Tipo
<i>KPI CCP</i>	Indicador de Plano de Contingência / Continuidade	%	E
<i>KPI DS</i>	Indicador de Desempenho de Armazenamento	%	E
<i>KPI DM</i>	Indicador de Desempenho de Memória	%	E
<i>KPI DP</i>	Indicador de Desempenho de Processamento	%	E
<i>KPI DV</i>	Indicador de Desempenho de Virtualização	%	E
<i>KPI LPI</i>	Indicador de Desempenho da Performance do Link de Internet	%	E
<i>KCI MPCl</i>	Indicador de Capacidade Física da Máquina	%	S
MTTR	Tempo Médio de Reparos	%	E
MTBF	Tempo Médio Entre Falhas	%	E
Não Interrupções	Relação entre o Tempo Médio Entre Falhas e o Tempo Médio de Reparos	%	S
Recurso Capacidade	Quantidade de capacidade para o recurso de <i>IaaS</i>	MB	E

Fonte: Autor

O entendimento do consumo de recursos do provedor *IaaS* é um ponto muito importante na gestão de demandas e para os demais processos de gestão. No modelo proposto, a análise da demanda é representada por fluxos paralelos, onde o fluxo de recurso, é alimentado pelo estoque de capacidade de recursos e o fluxo demanda por serviços é alimentado pelo estoque gestão de demandas. Considera-se que as demandas pelos recursos *IaaS*, a compreensão e entendimento das demandas são totalmente detectadas dentro do sistema, representadas pelas variáveis relacionadas ao aumento da capacidade de recursos e demanda por serviços. Essas variáveis regem a geração e detecção da necessidade de investimento ou ajustes, que podem ser implementados, para efeitos de simulação, de forma dinâmica.

Os estoques capacidade do recurso e gestão de demandas são usados no controle para entendimento e compressão das demandas pelos recursos *IaaS* que são solicitados pelos usuários em relação à capacidade disponível do provedor, necessária para a execução dos serviços. Os atributos de saída do processo de gestão de demandas serão usados para análise e verificação do alcance de objetivos estratégicos para calcular e acompanhar a evolução dos indicadores monitorados.

#### 4.2.11 Gestão de capacidades

Nesse processo foi modelado o diagrama que implementa a combinação de recursos internos à organização provedora dos recursos *IaaS* para a obtenção das capacidades de serviços. Com um mesmo diagrama, é possível representar um conjunto de diferentes capacidades, utilizando o suporte a variáveis multidimensionais do modelo. Todas as capacidades dos recursos do provedor *IaaS* são representadas no mesmo fluxo do processo de gestão da capacidade mostrado na Figura 27. Eventualmente o diagrama desta capacidade pode se diferenciar, sofrendo alguma especialização necessária para ajustar seu comportamento específico.

O comportamento deste módulo é regido predominantemente pelo arquétipo “Busca por Objetivo”, que é essencialmente um enlace de balanceamento. A Figura 27 apresenta a implementação do diagrama de causalidade mostrado na Figura 20. O nível de capacidade para os serviços *IaaS* a serem atingidos são definidos em função dos parâmetros de *KPIs* relacionados com desempenho de armazenamento (*storage*), memória, processamento, virtualização, capacidade do *link internet*, disponibilidade dos serviços, vindo do módulo gestão de demandas, percepção do valor dos serviços e qualidade dos serviços, indo do módulo gestão de benefícios. A variável recurso balanceamento, medida em MB (MB/h) ou % da performance, é obtida através da consolidação das capacidades do recurso ofertado e da atual demanda por esse recurso.

A representação quantitativa dada à gestão de capacidade *IaaS* é uma taxa de atendimento a demanda, ou seja, a capacidade que o provedor *IaaS* tem de atender a demanda de recursos (*dr*) processadas por hora (*dr/h*). A taxa é calculada a partir do consumo dos recursos *IaaS* envolvidos (*storage*, memória, processamento, virtualização, *link internet*) pelo seguinte Algoritmo:

```
IF (Consumo do Recurso de IaaS / Recurso Capacidade) > KPI THEN
```

```
    IF ((Consumo do Recurso de IaaS / Recurso Capacidade) * 100) < 100 THEN
```

```
        Recurso Capacidade - Consumo do Recurso de IaaS
```

```
    ELSE
```

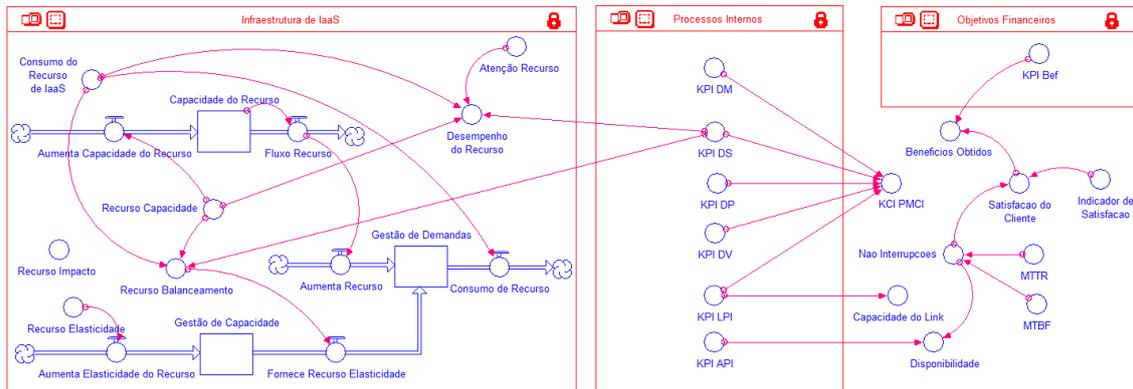
```
        Consumo do Recurso de IaaS - Recurso Capacidade
```

```
ELSE
```

```
    Recurso de IaaS dentro dos limites de tolerância e capacidade
```

Algoritmo 1

Figura 27 - Diagrama de fluxo do processo da Gestão de Capacidade



Fonte: Autor

É importante reforçar a semântica de cada parâmetro da expressão acima. Capacidade do recurso representa a quantidade de capacidade disponível do recurso *IaaS* que o provedor dispõe para atender as demandas dos usuários. Esse controle é responsável pela liberação de recurso de elasticidade quando houver necessidade. O desempenho do recurso, avalia o quanto o recurso *IaaS* está conseguindo atender da demanda, consolidando informações que irão orientar o gestor sobre a necessidade de investimento no recurso. Consumo do recurso *IaaS* alimenta o sistema com as informações relativas às demandas por recursos por hora ( $dr/h$ ). A constante de equilíbrio recurso balanceamento identifica a demanda atual por recursos *IaaS* e a capacidade do provedor para atender à mesma. Já o recurso elasticidade informa a capacidade extra, a reserva de recursos *IaaS* que o provedor dispõe para atender a demanda dos clientes. O processo aumenta a elasticidade do recurso atualiza o estoque da gestão de capacidade. O estoque capacidade de recurso é separado do estoque de elasticidade, mas ambos fazem parte da capacidade que o provedor *IaaS* dispõe para atendimento das demandas dos usuários. O estoque da gestão de demandas é uma interação entre o fluxo do consumo de recursos *IaaS* e a capacidade disponível para atendimento das demandas. A capacidade para atender as demandas é o resultado da interação do fluxo de recursos e fornece aumento de elasticidade. Observa-se que nesse processo existe uma grande integração da gestão e capacidade com a gestão de demandas pelos recursos do provedor *IaaS*. O recurso impacto consiste em uma informação fornecida pelo gestor, o qual avalia a importância desse serviço para o provedor. Alguns serviços, em razão do número de demanda dos usuários, são mais críticos que outros e nesse caso, exigem mais controle e monitoramento do seu desempenho. O parâmetro recurso impacto é utilizado no modelo como parâmetro para subsidiar à tomada de decisão, que será feita no processo de gestão do negócio, através de implementação realizada

no modelo com o método *Analytic Hierarchy Process (AHP)*. A Tabela 6 mostra as variáveis modeladas para o processo de *gestão de capacidade*.

Tabela 6 - Variáveis do processo gestão de capacidade

<b>Nome</b>	<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>	<b>Tipo</b>
Benefícios Obtidos	Benefícios que foram alcançados pelo processo de <i>IaaS</i>	%	M
Disponibilidade	Relação da disponibilidade dos serviços	%	S
Indicador de Satisfação	Índice que se espera alcançar em relação a satisfação do cliente que utiliza os serviços de <i>IaaS</i>	%	C
<i>KPI</i> API	Indicador de Desempenho de Disponibilidade	%	E
<i>KPI</i> Bel	Indicador de Benefícios que se espera alcançar	%	E
<i>KPI</i> DS	Indicador de Desempenho de Armazenamento	%	E
<i>KPI</i> DM	Indicador de Desempenho de Memória	%	E
<i>KPI</i> DP	Indicador de Desempenho de Processamento	%	E
<i>KPI</i> DV	Indicador de Desempenho de Virtualização	%	E
<i>KPI</i> LPI	Indicador de Desempenho do <i>Link Internet</i>	%	E
<i>KCI</i> MPC1	Indicador de Capacidade Física da Máquina	%	S
MTTR	Tempo Médio de Reparos	%	E
MTBF	Tempo Médio Entre Falhas	%	E
Não Interrupções	Relação entre o Tempo Médio Entre Falhas e o Tempo Médio de Reparos	%	S

Nome	Descrição	Unidade	Tipo
Recurso Balanceamento	Constante de equilíbrio que identifica a atual demanda pelos recursos de <i>IaaS</i> e a capacidade que o provedor tem para atender	MB	M
Recurso Capacidade	Quantidade de capacidade para o recurso de <i>IaaS</i>	MB	C
Recurso Elasticidade	Capacidade extra que o provedor tem para ofertar em relação à demanda de um recurso de <i>IaaS</i>	MB	E
Recurso Impacto	Importância desse serviço para o provedor de <i>IaaS</i>	%	E
Satisfação do Cliente	Constante de equilíbrio em relação a satisfação que o cliente espera ter e a disponibilidade dos serviços sem interrupções	%	M

Fonte: Autor

O destaque do processo de gestão de capacidade consiste no comportamento dinâmico da mobilização dos recursos em capacidades, regido pela necessidade de *performance* criada pela demanda de serviço *IaaS* a ser processada. O ajuste (alocação e liberação) de recursos *IaaS* é regido pelos parâmetros informados para cada um dos *KPIs* relacionados aos recursos do provedor *IaaS*, calculados em função da tolerância em relação ao *SLA* do serviço (*KPI DS*, *KPI DM*, *KPI DP*, *KPI DV*, *KPI LPI*), e do desempenho médio apresentado pelo recurso em relação as demandas (desempenho do recurso), conforme o Algoritmo 2. Uma vez que se conhece o consumo dos recursos do provedor, pode-se fazer uma relação com a capacidade que o mesmo tem disponível. Esse cálculo gera o *KPI* de controle, o qual indica a extrapolação do consumo dos recursos do provedor. Os ajustes para atender as demandas estão sujeitos a questões diversas, que contemplam os escopos operacionais, táticos estratégicos.

```
IF ((Consumo do Recurso de IaaS / Recurso Capacidade) * 100) > KPI THEN
    Recurso de IaaS extrapolou a capacidade
```

Algoritmo 2

```
IF ((Consumo do Recurso de IaaS / Recurso Capacidade) * 100) <= KPI AND
    ((Consumo do Recurso de IaaS / Recurso Capacidade) * 100) >=
    Atenção Recurso THEN
    Recurso de IaaS está comprometido
```

```
ELSE
```

```
    Recurso de IaaS dentro dos limites de tolerância e capacidade
```

Os recursos *IaaS* são diferenciados porque sua demanda pode variar de acordo com o perfil da empresa (cliente/usuário) e a depender dessa, alguns recursos serão mais demandados que outros, interferindo assim no desempenho do serviço. O desempenho dos recursos *IaaS*, irão gerar informações de saída referentes a cada um desses recursos (desempenho do armazenamento, memória, processamento, visualização, *link internet*). O desempenho da disponibilidade e o percentual de não interrupções, fazem parte do conjunto de parâmetros de geração de informações que irão compor os indicadores de satisfação do cliente e benefícios obtidos no modelo. Essa é forma adotada no modelo para ajudar o gestor na tomada de decisões de investimento e avaliação da estratégia adotada pelo negócio. Uma vez que a capacidade dos recursos *IaaS* é compreendida e a demanda por recursos é dimensionada, será possível entender avaliar e quantificar a capacidade de o provedor em poder ofertar os serviços em conformidade com os *SLAs* acordados. O provedor de serviços ainda deve considerar a elasticidade disponível, mas esse recurso somente será usado, quando os *KPIs* indicarem uma necessidade de capacidade extra e de acordo com a demanda do recurso pelos usuários. A utilização dos recursos de elasticidade para atendimento a demanda no modelo proposto está especificada no Algoritmo 3.

```

IF ((Consumido Recurso de IaaS / Recurso Capacidade) * 100) > KPI_DS THEN
    IF ((Consumo do Recurso de IaaS/ Recurso Capacidade) * 100) < 100 THEN
        Recurso Capacidade - Consumo do Recurso de IaaS
    ELSE
        Consumo do Recurso de IaaS - Recurso Capacidade
ELSE
    Recurso de IaaS dentro dos limites de tolerância e capacidade

```

Algoritmo 3

A capacidade de monitoramento do desempenho dos *KPIs*, *KCIs* e indicadores estratégicos é resultante do comportamento do sistema como um todo. Essa avaliação considera tanto os aspectos técnicos como o desempenho da capacidade da equipe de TI.

A partir dos dados obtidos nas entrevistas realizadas durante a fase de aquisição de conhecimento para a modelagem no estudo de caso realizado, os gestores informaram que o provedor considera em seus pressupostos de gestão, que a cada cinco usuários, somente um deverá estar usando os recursos em um dado momento de tempo. Esse pressuposto é fundamentado na experiência de monitoramento dos recursos pela equipe da TI, existindo uma forte dependência de que essa percepção seja mantida para que os serviços continuem sendo entregues de acordo com os *SLAs* acordados. No caso de ocorrência de uma mudança no cenário

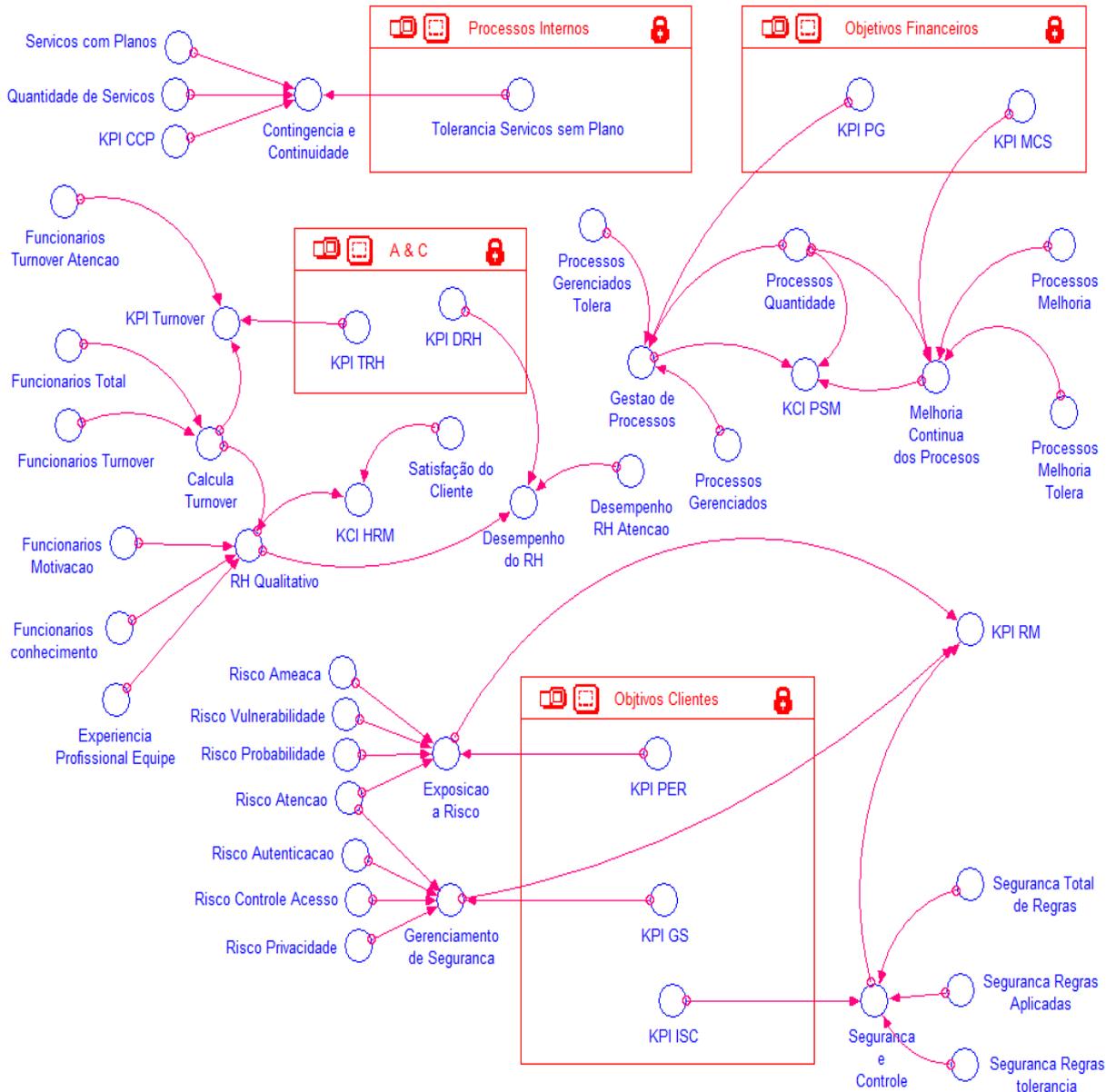
definido pelos gestores do provedor *Alpha* (que a cada cinco usuários, somente um deverá estar usando os recursos do provedor), quebras de *SLAs* e sobrecargas nos serviços irão repercutir nos indicadores estratégicos do negócio, na satisfação do cliente, na percepção de valor do serviço e no benefício obtido. A partir dessa probabilidade, foram definidas ações de monitoramento intensivo para os *KPIs* relacionados com os recursos *IaaS*. Havendo necessidade, recorre-se a elasticidade dos recursos (quando houver), finalizando o processo de entrega e verificação de serviços de *IaaS*.

#### **4.2.12 Gestão do negócio**

No modelo proposto, o processo de gestão do negócio (mostrado na Figura 28) aborda e implementa o planejamento estratégico para a organização, considerando as capacidades internas dos recursos *IaaS*, bem como consolidando as capacidades da equipe e os processos de gestão. As decisões estratégicas para o negócio são influenciadas por benefícios estabelecidos, os quais, por sua vez, são influenciados por fatores externos. Os benefícios a serem rastreados no modelo estão relacionados com a redução de custos, obtenção da satisfação do cliente, através da qualidade e da agilidade dos serviços prestados e à retenção de capacidades organizacionais.

É importante esclarecer que os fatores externos considerados no escopo deste trabalho se referem a demandas de clientes, influências que impactem em custos com a infraestrutura dos serviços, tais como aumento de impostos, aquisição de equipamentos, fatores que influenciem no desempenho da equipe. Esses fatores foram implementados diretamente como variáveis e como contextos, construídos pela combinação de parâmetros de entrada e de calibragem do modelo, em contextos ou cenários de apoio à tomada de decisões.

Figura 28 - Diagrama de fluxo do processo da Gestão do Negócio



Fonte: Autor

O processo de gestão do negócio, considera as informações oriundas dos processos de gestão da demanda e gestão da capacidade, que foram apresentados anteriormente.

A Tabela 7 mostra as principais variáveis do modelo referente ao processo de gestão do negócio. Para cada indicador (variável) utilizado no modelo é informado o valor da tolerância e padrão definidos. Os tipos de variáveis do modelo são: entrada (E), saída (S), medidas (M) e calibragem (C).

Tabela 7 - Variáveis do processo Gestão do Negócio

<b>Nome</b>	<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>	<b>Tipo variável</b>
<i>Taxa de Turnover</i>	Calcula o percentual de rotatividade dos recurso de TI no período de um ano.	%	S
Contingência e Continuidade	Calcula a quantidade de SERVIÇOS DE TI que possuem plano de Contingência e Continuidade.	%	S
Desempenho do RH	Calcula o desempenho dos recursos humanos de TI	%	S
Desempenho RH Atenção	Percentual de atenção em relação ao desempenho dos recursos de TI que o gestor deseja ser alertado.	%	E
Experiência Profissional Equipe	Nível de experiência profissional da equipe de TI.	%	E
Exposição a Risco	Relação do percentual em que o provedor de <i>IaaS</i> está exposto aos atuais riscos (vírus, ataque de <i>hackers</i> , vazamento de informações, etc.).	%	E
Funcionários Conhecimento	Nível de conhecimento em <i>IaaS</i> por parte da equipe de TI da empresa.	%	C
Funcionários Motivação	Nível de motivação dos funcionários.	%	C
Funcionários Total	Quantidade atual de funcionários que trabalham na área da TI.	N	E
Funcionários Turnover	Quantidade de funcionários que saíram da empresa no período de um ano.	N	E
Funcionários Turnover Atenção	Percentual de atenção em relação ao <i>turnover</i> dos recursos de TI em que o gestor deseja ser alertado.	%	E
Gerenciamento de Segurança	Relação entre o controle de autenticação, controle de acessos e privacidade e o <i>KPI</i> de Gerenciamento de Segurança.	%	M
Gestão de Processos	Relação entre a quantidade total dos processos de TI da organização e os processos que estão sendo atualmente gerenciados.	%	M
<i>KCI</i> HRM	Percentual de desempenho dos recursos humanos da TI.	%	S

<b>Nome</b>	<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>	<b>Tipo variável</b>
<i>KCI PSM</i>	Percentual de desempenho dos Processos e Serviços	%	S
<i>KPI CCP</i>	Percentual almejado de planos de Contingência e Continuidade em relação aos processos existentes da organização.	%	E
<i>KPI DRH</i>	Percentual almejado em relação ao Desempenho de Recursos Humanos da TI.	%	E
<i>KPI GS</i>	Percentual almejado de desempenho em relação Gerenciamento de Segurança do provedor de <i>IaaS</i> .	%	E
<i>KPI ISC</i>	Percentual almejado de desempenho em relação ao índice de Segurança e Controle do provedor de <i>IaaS</i> .	%	E
<i>KPI MCS</i>	Percentual almejado em relação a melhoria contínua dos serviços do provedor de <i>IaaS</i> .	%	E
<i>KPI PER</i>	Porcentagem de Exposição ao Risco para o provedor de <i>IaaS</i> .	%	E
<i>KPI PG</i>	Indicador de processos que estão sendo gerenciados em relação aos serviços da TI.	%	E
<i>KPI TRH</i>	Percentual de tolerância aceitável quanto ao <i>turnover</i> dos recursos humanos do provedor de <i>IaaS</i> no período de um ano.	%	E
<i>KPI Turnover</i>	Calcula o <i>turnover</i> ocorrido dentro da organização no período de um ano.	%	M
Melhoria Continua dos Processos	Relação entre a quantidade total dos processos da organização e os processos que foram melhorados.	%	M
Quantidade de Serviços	Quantidade de serviços ofertados pelo provedor de <i>IaaS</i> .	N	E
Processos Gerenciados	Quantidade de processos da organização que são gerenciados.	%	E

<b>Nome</b>	<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>	<b>Tipo variável</b>
Processos Gerenciados Tolera	Percentual de tolerância aceitável em relação aos processos que não estão alcançando o status de gerenciado.	%	E
Processos Melhoria	Percentual de processos que foram melhorados na organização.	%	E
Processos Melhoria Tolera	Percentual de tolerância aceitável em relação aos processos que não obtiveram melhoria.	%	E
Processos Quantidade	Total de processos dentro da organização.	N	E
RH Qualitativo	Relação entre <i>Turnover</i> , experiência profissional da equipe de TI, o nível de conhecimento dos funcionários e o nível de motivação dos funcionários.	%	M
Risco Ameaça	Percentual de tolerância aceitável em relação as ameaças que o provedor de <i>IaaS</i> está exposto.	%	E
Risco Atenção	Percentual de atenção em relação aos riscos que estão sendo monitorados pelo provedor de <i>IaaS</i> .	%	E
Risco Autenticação	Percentual de controle com relação a controle de autenticação aos serviços de usuários.	%	E
Risco Controle Acesso	Percentual de controle com relação a controle de acessando aos serviços de usuários.	%	E
Risco Privacidade	Percentual de controle de privacidade com relação a controle de acessando aos serviços de usuários.	%	E
Risco Vulnerabilidade	Percentual de vulnerabilidade em relação aos riscos que estão sendo monitorados pelo provedor de <i>IaaS</i> .	%	E
Satisfação do cliente	Percentual de satisfação do cliente em relação aos serviços de <i>IaaS</i> .	%	M

Nome	Descrição	Unidade	Tipo variável
Segurança e Controle	Relação entre as regras aplicadas, o total de regras de segurança e o percentual de tolerância com relação ao provedor de <i>IaaS</i> .	%	M
Segurança Regras Aplicadas	Percentual de regras de segurança que estão sendo aplicadas pelo provedor de <i>IaaS</i> .	%	E
Segurança Regras Tolerância	Percentual de tolerância aceitável em relação as regras de segurança que não estão sendo aplicadas pelo provedor de <i>IaaS</i> .	%	E
Segurança Total de Regras	Número total de regras de segurança adotadas pelo provedor de <i>IaaS</i> .	N	E
Serviços com Planos	Percentual de serviços do provedor de <i>IaaS</i> que possuem planos de contingência e continuidade.	%	E
Tolerância Serviços sem Plano	Percentual de tolerância aceitável em relação as serviços que estão sem plano de contingência e continuidade.	%	E

Fonte: Autor

O processo de gestão do negócio utiliza-se de dados oriundos pelos processos de gestão de demanda e gestão da capacidade para geração das informações.

Através do objetivo conformidade interna e externa e gestão de risco organizacional, o modelo considera os aspectos relacionados com a questão de segurança para os usuários dos seus serviços. Nessa etapa, o gestor deve informar o percentual de exposição ao risco (*KPIPER*), quanto menor melhor, a quão eficiente está sendo o gerenciamento de segurança (*KPIGS*) e o nível de segurança e controle que está sendo alcançado (*KPISC*).

A exposição a risco de um provedor *IaaS* é definida por diversos fatores. O perfil dos usuários de seus serviços, as tecnologias que o negócio utiliza para evitar ataques, vazamento de informações, se os serviços estão alicerçados por padrões e normas de segurança, se é auditado para avaliação do seu grau de segurança, são fatores que influenciam no aspecto da segurança. O Algoritmo 4 apresenta a relação para avaliação da exposição ao risco onde são considerados fatores como ameaças, vulnerabilidade de serviços e a probabilidade de riscos ocorrerem.

## Algoritmo 4

```

IF ((Risco Ameaça      +
      Risco Probabilidade +
      Risco Vulnerabilidade) / 3) < KPI_PER)
  AND
  ((Risco Ameaça      +
   Risco Probabilidade +
   Risco Vulnerabilidade) / 3) < Risco Atenção) THEN
  Provedor não está exposto

ELSEIF
  ((Risco Ameaça      +
   Risco Probabilidade +
   Risco Vulnerabilidade) / 3) <= KPI_PER)

OR
  ((Risco Ameaça      +
   Risco Probabilidade +
   Risco Vulnerabilidade) / 3) >= Risco Ameaça) THEN
  Atenção, provedor está exposto

ELSE
  Alerta, risco de exposição grave do provedor

```

Os aspectos relacionados à segurança não se limitam apenas as prerrogativas técnicas como controle de *firewall*, antivírus, sistema operacional atualizado, entre outros, inclui estratégias, planos, políticas, medidas, controles, e diversos instrumentos usados para estabelecer, implementar, operar, monitorar, analisar criticamente, manter e melhorar a segurança da informação. O gerenciamento de segurança, apresentado no Algoritmo 5, mostra um controle considerando aspectos técnicos para a segurança.

## Algoritmo 5

```

IF ((Risco Autenticação  +
      Risco Controle Acesso +
      RiscoPrivacidade) / 3) >= KPI_GS THEN
  Alerta, risco de exposição grave do provedor

ELSE IF ((Risco Autenticação  +
           Risco Controle Acesso +
           RiscoPrivacidade) / 3) < KPI_GS
  AND
  ((Risco Autenticação  +
   Risco Controle Acesso +
   Risco Privacidade) / 3) > (KPI_GS - Risco Atenção) THEN
  Atenção, provedor está exposto

ELSE
  Provedor não está exposto

```

Os controles de segurança da informação não são apenas técnicos, controle relacionados a TI. Eles são uma combinação de diferentes tipos de controles: documentar um procedimento é um controle organizacional, implementar uma ferramenta de software é um controle de TI, e treinar pessoas é um controle de recursos humanos. A ISO 27.001, orienta como desenvolver um *Sistema de Gestão de Segurança da Informação (SGSI)*, que significa desenvolver um conjunto de regras, responsabilidades e controles de segurança da informação, é um conjunto de vários processos de segurança interligados e quanto melhor estes processos são definidos, quanto melhor for a inter-relação entre eles, menor será a probabilidade de incidentes no provedor *IaaS*.

O Algoritmo 6 apresenta a relação entre as regras de segurança aplicada em relação ao total de regras, que ajuda a mensurar como estão os aspectos de segurança e controle para o negócio.

```

IF ((Segurança Regras Aplicadas / Segurança Total Regras) * 100) >= KPI_ISC THEN
    Alerta, risco de exposição grave do provedor

ELSE IF ((Segurança Regras Aplicadas / Segurança Total Regras) * 100) < KPI_ISC
AND ((Segurança Regras Aplicadas / Segurança Total Regras) * 100) >=
    (KPI_ISC - Segurança Regras Tolerância) THEN
    Atenção, provedor está exposto

ELSE
    Provedor não está exposto

```

Algoritmo 6

A relação da exposição a riscos com o gerenciamento de segurança e as informações de segurança e controle para o provedor *IaaS*, definem o *KCI* de gerenciamento de riscos (*KCI RM*), mostrado na Equação 1.

$$KCI\ RM = \frac{EXR + GCR + RR}{3} \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

*KCI RM* – *KCI* Gerenciamento de Riscos (%);

*EXR* – Exposição a Risco (%);

*GCR* – Gestão de Controle dos Riscos (%);

*RR* – Respostas aos Riscos (%).

Os parâmetros *EXR*, *GCR* e *RR* são gerados com dados empíricos baseados na avaliação dos gestores. O *KCI RM* é interpretado da seguinte forma: Quanto maior o seu valor percentual, melhor estará sendo o desempenho controle dos riscos.

O objetivo estratégico continuidade e disponibilidade do serviço de negócio, tem foco nos processos de negócio e de TI e considera os aspectos de gerenciamento e melhoria contínua em cada um dos processos. O gestor deve informar qual o percentual de processos gerenciados ele deseja alcançar através do indicador de processos gerenciados (*KPIPG*) e qual o percentual de processos ele deseja que estejam sendo melhorados, melhoria contínua de serviço (*KPI MCS*).

O modelo proposto considera as seguintes diferenciações quanto ao gerenciamento e melhoria de processos relacionados ao serviço:

- Processo gerenciado – o processo está documentado, seu custo de operação é conhecido, sabe-se dos seus gargalos, variações de tempo e custo são conhecidas, suas exceções estão identificadas, existem ações que monitoram e medem o seu desempenho, o consumo de recursos, mas não existe iniciativas para melhorá-lo. O processo é conhecido pela gestão e pela equipe de TI, mas não estão sendo feitas ações para otimizá-lo;
- Melhoria contínua do serviço – O processo foi refinado a um nível de boa prática, baseado no resultado de um contínuo aprimoramento e modelagem da maturidade de suas atividades. A TI é utilizada como um caminho integrado para automatizar o fluxo de trabalho, provendo ferramentas para aprimorar melhorias, buscando-se qualidade e efetividade.

Através dos *KPIs* de PG e MCS, o gestor informa os percentuais que deseja alcançar e qual o grau de tolerância relativo a processos que estejam sem gerenciamento e processos que não estejam sendo melhorados. Para se entender o objetivo estratégico continuidade e disponibilidade do serviço de negócio, o gestor deve informar a quantidade de processos existentes dentro do negócio, o percentual de processos que estão sendo gerenciados e os processos que foram melhorados, o percentual de tolerância para os processos que não são gerenciados e aqueles que não tiveram melhorias. O percentual de tolerância é um limite aceitável pelo gestor, pois permitirá ao modelo emitir alertas quando esse limite estiver perto de ser violado. O Algoritmo 7 apresenta a relação entre as informações relacionadas aos processos que permitem monitorar e avaliar como está sendo a gestão por processos.

```

IF ((Processos Gerenciados/Processos Quantidade) * 100) >= KPI_PG THEN
    Alerta, processos não estão sendo aplicados

ELSE IF ((Processos Gerenciados/Processos Quantidade) * 100) < KPI_PG
AND ((Processos Gerenciados/Processos Quantidade) * 100) >=
    (KPI_PG - Processos Gerenciados Tolera) THEN
    Atenção, verificar aplicação de processos

ELSE
    Processos estão sendo aplicados

```

Algoritmo 7

A representação quantitativa referente a melhoria contínua dos processos do negócio é uma taxa de desempenho, ou seja, a quantidade de processos da organização que foram melhorados em relação à quantidade total de processos, conforme apresentado pelo Algoritmo 8:

```

IF ((Processos Melhoria/ Processos Quantidade) * 100) > KPI_MCS THEN
    Alerta, não está havendo melhoria nos processos

ELSE IF ((Processos Melhoria/ Processos Quantidade) * 100) <= KPI_MCS
AND ((Processos Melhoria/ Processos Quantidade) * 100) >
    (KPI_MCS - Processos Melhoria Tolera) THEN
    Atenção, pouca melhoria nos processos

ELSE
    Processos estão sendo melhorados

```

Algoritmo 8

Conhecendo o quantitativo de processos gerenciados e processos melhorados, é possível atualizar o *KCI* Gestão de Processos e Serviços (*KCI PSM*) que consolida essas informações apresentadas pela Equação 2.

$$KSI PSM = \frac{\left(\frac{QPG}{QP} * 100\right) + \left(\frac{QPO}{QP} * 100\right)}{2} \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

*KCI PSM* – KCI Gestão de Processos e Serviços (%);

*QP* – Quantidade de Processos (inteiro);

*QPG* – Quantidade de Processos Gerenciados (inteiro);

*QPO* – Quantidade de Processos Otimizados (inteiro).

Os parâmetros *QP*, *QPG* e *QPO* são gerados com dados empíricos baseados na avaliação dos gestores. O *KCI PSM* é interpretado da seguinte forma: Quanto maior o seu valor percentual, melhor estará sendo o desempenho da equipe da TI.

A contingência e continuidade dos serviços do provedor *IaaS* é outro fator crítico para a gestão do negócio pois ela impacta diretamente na percepção dos serviços e satisfação do cliente. O cálculo da taxa referente a esse fator é apresentado no Algoritmo 9 e dado pela relação entre a taxa de tolerância de serviços sem plano, a quantidade total de serviços do provedor, a quantidade dos serviços que tem planos de contingência e continuidade e pelo percentual de serviços que possuem plano de contingência/continuidade estabelecidos em relação à quantidade total de serviços.

```

IF ((Serviços com Planos/Quantidade de Serviços) * 100) > KPI_CCP THEN
  Alerta, muito serviços sem plano

ELSE IF ((Serviços com Planos / Quantidade de Servicos) * 100) <KPI_CCP
AND (
  (Serviços com Planos / Quantidade de serviços) * 100) >
  (KPI_CCP - (KPI_CCP - 10 + (Tolerância Serviços sem Plano * 0))) THEN
  Atenção a quantidade de serviços sem plano

ELSE
  Serviços com planos de acordo com o KPI esperado

```

Algoritmo  
9

Essa informação impacta diretamente no modelo, sobre o *KCI* de monitoramento e controle referente aos planos de contingência e continuidade do negócio (*KCI CBCP*). O objetivo estratégico pessoas qualificadas, motivadas e inovadoras é alcançado por uma série parâmetros passados através de *KPIs*, consolidação de *KCIs* e que mostrará ao gestor o quanto do objetivo estratégico está sendo alcançado. Para esse objetivo, o gestor deve informar dois *KPIs*: o indicador de desempenho de recursos humanos (*KPI DRH*) e o indicador de *turnover* de recursos humanos (*KPI TRH*), o qual nesse caso, consiste no limite aceitável de *turnover*. O aspecto relacionado ao *turnover* de funcionários dentro de uma organização é um ótimo referencial para se medir aspectos qualitativos, pois quanto mais baixo, maiores são as probabilidades de aspectos qualitativos como clima organizacional, motivação, satisfação com o trabalho serem altos. Na empresa *Alpha*, o aspecto recursos humanos, impacta em 50% do desempenho dos serviços, mostrando assim que o fator humano é um diferencial competitivo e como tal, deve ser considerado nos estudos de comportamento dos processos. O Algoritmo 10 apresenta a relação de cálculo do *turnover* do provedor no modelo, onde o gestor, além de

fornecer o limite aceitável do *turnover*, pode ainda informar em que momento (percentual de tolerância) o modelo deve emitir indicativos desse monitoramento (funcionários *turnover* atenção).

```

IF (Calcula Turnover<= KPI_TRH) AND
  (Calcula Turnover< Funcionários Turnover Atenção) THEN
  Turnover de acordo com o KPI esperado

ELSEIF (Calcula Turnover <= KPI_TRH ) AND
  (Calcula Turnover >= Funcionários Turnover Atenção) THEN
  Atenção ao turnover de colaboradores

ELSE
  Alerta ao turnover de colaboradores

```

Algoritmo 10

O modelo proposto considera o desempenho da equipe, um cálculo baseado estritamente em aspectos qualitativos conforme relação aplicada na Equação 3. O gestor irá fazer avaliações de sua equipe considerando a experiência profissional, o conhecimento técnico dos funcionários, o nível de motivação. Deve-se levar em consideração o percentual do *turnover*, o qual quanto mais baixo, maior será o seu percentual de contribuição.

$$Turnover = \frac{QFS}{QF} * 100 \quad \text{Equação 3}$$

$$RHQ = \frac{(100 - Turnover) + EPF + NCF + NMF}{4} \quad \text{Equação 4}$$

Onde:

*EPF* – Experiência Profissional da Equipe (%);

*NFC* – Nível de Conhecimento dos Funcionários (%);

*NMF* – Nível de Motivação dos Funcionários (%);

*QF* – Quantidade de Funcionários (*inteiro*);

*QFS* – Quantidade de Funcionários que Saíram (*inteiro*);

*RHQ* – RH Qualitativo (%);

*Turnover* – Taxa de rotatividade de pessoas no provedor *IaaS* (%).

Os parâmetros *EPF*, *NFC* e *NMF* são gerados com dados empíricos baseados na avaliação dos gestores. *QF* e *QFS* são a quantidade de funcionários do provedor *IaaS* e a quantidade de colaboradores que saíram durante o prazo de um ano. O *RHQ* é interpretado da seguinte forma: Quanto maior o seu valor percentual, melhor estará sendo o desempenho da equipe da TI.

A satisfação do cliente consiste em um dos parâmetros de referência que modelo considera no gerenciamento de recursos humanos (*KCIHRM*). A Equação 4 apresenta a relação desse parâmetro utilizada no cálculo do *KCI*.

$$IAV = \frac{ISC * ISC}{2} \quad \text{Equação 5}$$

Onde:

*IAV* – Índice de Agregação de Valor (%);

*ISC* – Índice de Satisfação do cliente (%);

*ROI* – Retorno de Investimento (*Return on Investment*) (%).

O parâmetro *ROI* é calculado pela soma de todas as receitas menos as despesas do provedor *IaaS*, dividindo-se novamente pelas despesas e multiplicando-se por 100. As receitas são oriundas da quantidade de clientes e seus respectivos planos de locação de serviços. As despesas são oriundas dos gastos que o provedor *IaaS* possui, tais como: energia elétrica, despesas administrativas, despesas com pessoal, despesas com locação de *link* com a Embratel, campanhas de *marketing*. O índice de satisfação do cliente é obtido por meio de coleta de informação de pesquisa onde o usuário informa o seu grau de satisfação com os serviços prestados pelo provedor. A estimativa de satisfação, por sua vez, é feita pela equipe de funcionários do provedor.

O desempenho dos recursos humanos poderá ser conhecido conforme a relação apresentada no Algoritmo 11, onde são considerados os percentuais relacionados a satisfação do cliente, a qualidade do RH. O modelo possibilita que o gestor informe um grau de tolerância (desempenho RH atenção), para que o modelo possa emitir um alerta nos casos onde houver a

necessidade de uma intervenção proativa em relação ao alcance do objetivo estratégico referente às pessoas qualificadas motivadas e inovadoras.

```

IF ((Satisfação do Cliente + RH Qualitativo) / 2) >= KPI_DRH THEN
    RH de acordo com KPI

ELSE IF ((Satisfação do Cliente + RH Qualitativo) / 2) < KPI_DRH AND
    ((Satisfação do Cliente + RH Qualitativo) / 2) >=
    Desempenho RH Atenção THEN
    Atenção ao desempenho do RH

ELSE
    Alerta ao desempenho do RH
  
```

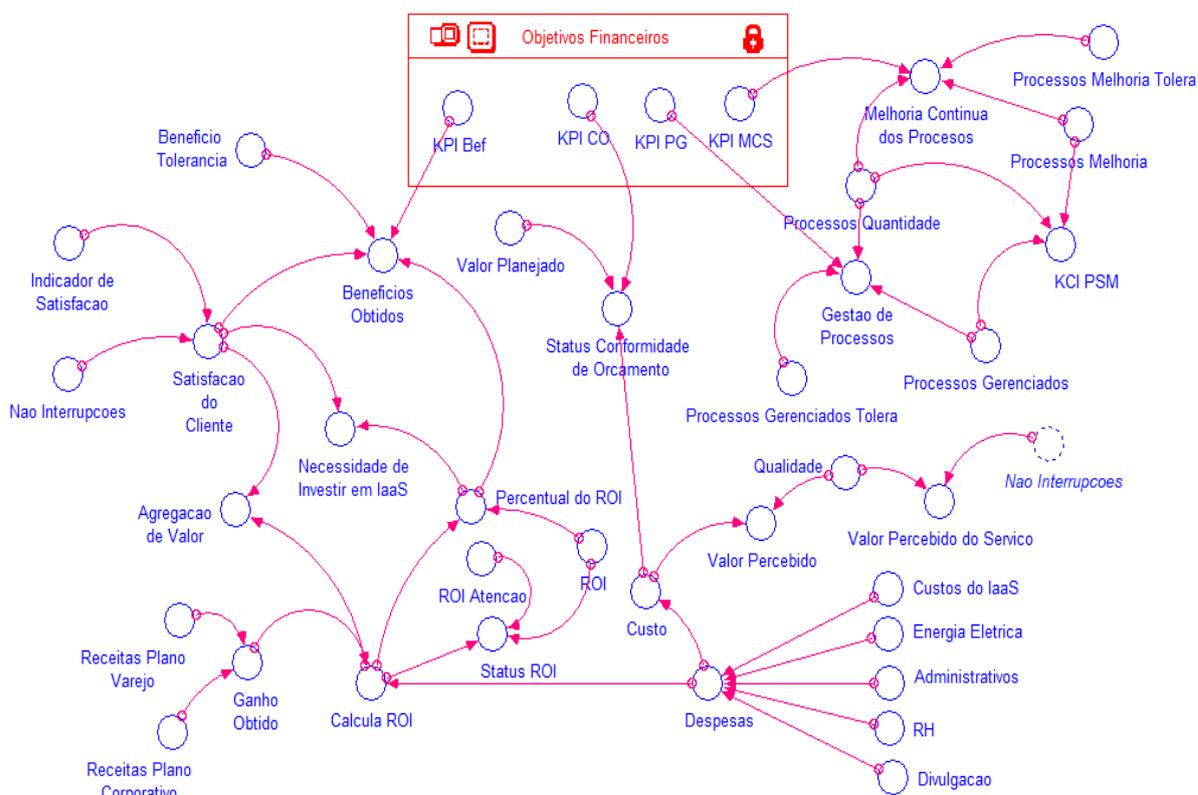
#### Algoritmo 11

Existem situações onde os provedores *IaaS* podem optar também por considerar recursos humanos terceirizados de outras empresas em sua equipe. Para esse nosso cenário, estão sendo considerados apenas recursos próprios do servidor, sem a intervenção de terceiros nas simulações. Embora, sob o ponto de vista do contratante, o consumo de capacidade de recursos humanos terceirizados possa acontecer por demanda, suscite a inexistência de limites, sob o ponto de vista do fornecedor existem recursos previamente dimensionados que impõem limites à oferta de capacidade. Deve-se considerar o efeito de um possível gargalo no fluxo de verificação de serviços entregues (módulo gestão de demandas) causado pela baixa capacidade de monitoramento de serviços. Esse cenário pode implicar no aumento dos custos do fornecedor ao manter capacidade ociosa, aguardando o aumento de demandas por serviços originados do aumento de clientes. Tais custos podem comprometer a lucratividade do fornecedor e levá-lo a abandonar prematuramente o contrato para alocação de terceirizados. Esta situação é acompanhada através do indicador de Índice de Lucratividade, apresentado no módulo Verificação de Benefícios.

#### 4.2.13 Gestão de benefícios

No modelo apresentado, o processo de gestão de benefícios, mostrado na Figura 29, aborda e implementa os benefícios para da organização. Esse processo consiste em uma consolidação da integração de informação resultante dos processos modelados, gestão de demandas, gestão de capacidade, gestão do negócio e dos recursos de infraestrutura do provedor *IaaS*.

Figura 29 - Diagrama de fluxo do processo da gestão de benefícios



Fonte: Autor

Os benefícios obtidos para o negócio são o resultado do investimento na capacidade de infraestrutura, recursos (pessoas, *hardware*, *software*) e das decisões estratégicas tomadas pelos gestores. Os benefícios a serem rastreados no modelo estão relacionados com a redução de custos com TI, obtenção da satisfação do cliente, através da qualidade e da agilidade dos serviços de TI, retorno do investimento (ROI), e lucratividade. A Tabela 8 mostra as principais variáveis utilizadas para o processo de gestão de benefícios do modelo.

Tabela 8 - Variáveis do processo Gestão de Benefícios

Nome	Descrição	Unidade	Tipo
Administrativos	Gastos com custos administrativos do provedor de <i>IaaS</i> .	R\$	E
Agregação de Valor	Percentual de valor agregado dos serviços	%	S
Benefícios Obtidos	Percentual de benefícios obtidos.	%	S
Benefício Tolerância	Percentual de tolerância aos benefício que não estão sendo alcançados.	%	E

<b>Nome</b>	<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>	<b>Tipo</b>
Calcula ROI	Percentual de indicativo econômico que representa a relação entre o retorno e o capital investido no provedor de <i>IaaS</i> .	%	S
Custos do <i>IaaS</i>	Custos específicos com o provedor de <i>IaaS</i> .	R\$	E
Divulgação	Valor financeiro investido em propaganda para campanhas de marketing.	R\$	E
Despesas	Total das despesas financeiras do provedor de <i>IaaS</i> .	RS	M
Energia Elétrica	Gastos financeiros com energia elétrica	R\$	E
Ganho Obtido	Ganhos financeiros obtidos pelo provedor de <i>IaaS</i> .	R\$	M
<i>KPI</i> Bel	Indicador de Benefícios.	%	E
<i>KPI</i> CO	Indicador de Conformidade Orçamental.	%	E
<i>KPI</i> MCS	Melhoramento Contínua de Serviço.	%	E
<i>KPI</i> PG	Indicador de Processos Gerenciados.	%	E
Não Interrupções	Relação entre o Tempo Médio Entre Falhas e o Tempo Médio de Reparos.	%	E
Necessidade de Investir em <i>IaaS</i>	Indicador de necessidade de investimento	%	S
Processos Gerenciados	Percentual de processos que estão sendo gerenciados.	%	E
Processos Gerenciados Tolera	Percentual de tolerância aos processos que não estão sendo gerenciados.	%	E
Processos Melhoria Tolera	Percentual de tolerância aos processos que não tenham tido algum tipo de melhoria.	%	E
Qualidade	Percentual de qualidade de um serviços.	%	E
Receitas Plano Corporativo	Ganhos financeiros obtidos com plano para clientes do segmento corporativo.	R\$	C
Receitas Plano Varejo	Ganhos financeiros obtidos com plano para clientes do segmento Varejo.	R\$	C

Nome	Descrição	Unidade	Tipo
RH	Valor investido em ações voltadas para o desenvolvimento dos recursos humanos.	R\$	E
ROI	Percentual esperado de retorno de investimento em relação ao provedor de <i>IaaS</i> .	%	C
ROI Atenção	Percentual de atenção em relação ao retorno esperado de investimento em relação ao provedor de <i>IaaS</i> quando esse estiver comprometido.	%	E
Satisfação do Cliente	Percentual de satisfação do cliente em relação aos serviços de <i>IaaS</i> prestados pelo provedor.	%	S
Status de Conformidade de Orçamento	Indicador de Conformidade do Orçamento.	%	S
Valor Percebido	Valor percebido pelo pelos gestores .	%	S
Valor Percebido do Serviço	Percentual do valor percebido em relação aos serviços de <i>IaaS</i> .	%	S
Valor Planejado	Valor financeiro que foi investido no provedor de <i>IaaS</i> e que se estima gastar.	R\$	E

Fonte: Autor

Os benefícios estratégicos implementados nesse processo, possíveis de serem monitorados nas organizações pesquisadas, foram: a) redução dos custos com os serviços de TI; b) aumentar o nível de satisfação dos clientes do negócio com a entrega de serviços com qualidade; c) empregar o nível adequado de capacidades essenciais de TI; d) retorno sobre o investimento (ROI) e; e) Lucratividade. Esses benefícios são alinhados a objetivos estratégicos do negócio que dependem da infraestrutura *IaaS*. Os indicadores associados aos benefícios rastreados, com as respectivas referências às métricas definidas no *Scorecard* Dinâmico, são:

- a. Redução dos custos com os serviços;
- b. Aumentar o nível de satisfação dos clientes do negócio com a entrega de serviços com qualidade;
- c. Empregar o nível adequado de capacidades essenciais de TI;
- d. Retorno sobre o investimento (ROI) e;
- e. Lucratividade.

O processo de verificação de benefícios contém a implementação do cálculo dos indicadores de benefício acima descritos, conforme as respectivas equações definidas no plano *Scorecard* dinâmico. Um dos focos de atenção do provedor *IaaS* é a percepção do cliente em relação aos serviços prestados. Isso é medido através do valor percebido do serviço, apresentado na Equação 6, que analisa a relação da percepção da avaliação da qualidade de um serviço e da disponibilidade desse, avaliado pelo percentual de não interrupções.

$$PNI = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad \text{Equação 6}$$

Onde:

*PNI* – Percentual de Não Interrupções (%);

*MTBF* – Tempo Médio Entre Falhas (*Mean Time Between Failures*) (tempo)

*MTTR* – Tempo Médio de Reparo (*Mean Time To Repair*) (tempo)

O parâmetro *PNI* é calculado pela divisão do tempo médio entre falas (*MTBF*) com o *MTBF* mais o tempo médio de reparo (*MTTR*). *MTBF* (*Mean Time Between Failures* ou tempo médio entre falhas) e *MTTR* (*Mean Time to Repair* ou tempo médio para reparo) que são dois indicadores utilizados para calcular a disponibilidade das aplicações do provedor *IaaS*. O *MTBF* é a métrica que se refere à média de tempo em que um problema (falta de internet) ocorrer no provedor *IaaS*. O indicador *MTTR* refere-se ao tempo médio que demora para realizar uma correção depois que o erro ocorre. Quanto menor for o *PNI* mais estáveis são os serviços.

A avaliação da percepção do cliente na entrega dos serviços *IaaS* é avaliada pelo indicador valor percebido, apresentado na Equação 6. Enquanto a disponibilidade do serviço considera aspectos técnicos de infraestrutura, o valor percebido avalia aspectos relacionados a custos.

$$VPS = \text{Qualidade} * \text{Custo} \quad \text{Equação 7}$$

Onde:

*VPS* – Valor Percebido do Serviço;

*Qualidade* – Qualidade do Serviço;

*Custo* – Custos do Serviço.

A Equação 7 teve como base conceitual a proposta de Lima (2011), onde se utilizou um valor estimado para o serviço, multiplicado pela qualidade, para cálculo do valor de um serviço. No modelo aqui apresentado, foi proposta a utilização do custo multiplicado pela qualidade para cálculo do *valor percebido do serviço*, como sendo de mais fácil entendimento por parte dos gestores.

Em sua dinâmica de avaliação, o modelo considera os diversos custos do provedor *IaaS*, tais como despesas de energia elétrica, despesas administrativas, despesas da equipe, *marketing*, conforme apresentado na Equação 8. No modelo apresentado, entender e monitorar as despesas é de fundamental importância para se avaliar aspectos relacionados com a lucratividade do negócio.

$$CPI = CE + CA + CRH + CDV \quad \text{Equação 8}$$

Onde:

- CPI* – Custos do Provedor *IaaS*;
- CE* – Custos com Energia Elétrica;
- CA* – Custos Administrativos;
- CRH* – Custos com Recursos Humanos;
- CDV* – Custos com Divulgação.

Os custos do provedor *IaaS* (*CPI*) são obtidos a partir da soma de todas as despesas do provedor.

A conformidade com o orçamento, valor disponível para investimento no provedor *IaaS* também é considerada pelo modelo, onde o gestor, através do indicador de conformidade do orçamento (*KPI CO*), informa qual o percentual de assertividade que ele deseja ter em relação ao investimento para o negócio. O Algoritmo 12 apresenta a relação entre o valor planejado e o custo do provedor *IaaS*. Essas informações irão impactar no indicador de *status* da conformidade de orçamento.

```

IF (( Custo * 100) / Valor Planejado ) > KPI_CO THEN
    Conformidade de orçamento de acordo com o planejado

ELSE IF ((Custo * 100) / Valor Planejado ) = KPI_CO THEN
    Atenção a conformidade de orçamento

ELSE
    Alerta a conformidade de orçamento
  
```

Algoritmo 12

O modelo considera os ganhos obtidos, as receitas que entraram para o provedor *IaaS*. O cliente avaliado tem dois tipos de segmentos de planos do provedor e dentro de cada um desses planos. A Equação 9 apresenta a consolidação das receitas.

$$RO = \sum_{i=1}^n R_i \quad \text{Equação 9}$$

Onde:

$n$  - total de receitas;

$RO$  – Receitas obtidas;

$R_i$  – Receita de um plano  $i$ .

As receitas do provedor *IaaS* são calculadas a partir do somatório das receitas obtidas pelo sistema de bilhetagem do provedor, de acordo com cada tipo de planos contratados e utilizados.

Conhecendo os custos e as receitas que provedor *IaaS* possui, é possível calcular o retorno do investimento (*ROI*). O gestor, através do parâmetro *ROI* fornece o percentual de retorno sobre o investimento que ele deseja obter através do provedor *IaaS*. O cálculo do *ROI* é apresentado na Equação 10.

$$ROI = \frac{(Receitas * Custos)}{Custos} * 100 \quad \text{Equação 10}$$

$$IAV = \frac{ROI * ISC}{2} \quad \text{Equação 11}$$

Onde:

*ROI* – Retorno de Investimento (*Return on Investment*) (%).

O parâmetro *ROI* é calculado pela soma de todas as receitas menos as despesas do provedor *IaaS*, dividindo-se novamente pelas despesas e multiplicando-se por 100. As receitas são oriundas da quantidade de clientes e seus respectivos planos de locação de serviços. As despesas são oriundas dos gastos que o provedor *IaaS* tem tais como: energia elétrica, despesas administrativas, despesas com pessoal, despesas com locação de link com a Embratel, campanhas de *marketing*. Quanto maior que 1 for o *ROI*, maior estará sendo o retorno do investimento.

Caso o percentual de alcance do *ROI* possa vir a ficar comprometido, o modelo permite que o modelo informe ao gestor através do parâmetro *ROI* atenção, sobre a necessidade de alguma ação interventiva.

A satisfação do cliente em relação aos serviços de TI que estão sendo consumidos, é considerada pelo modelo. O gestor deve informar o percentual de satisfação do cliente, o qual pode ser obtido de diversas formas, entre elas a pesquisa de satisfação.

O modelo ainda considera o número de interrupções para avaliação de processos.

$$PI = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad \text{Equação 12}$$

Onde:

*PI* – Percentual de interrupções;

*MTBF* – Tempo Médio Entre Falhas (*Mean Time Between Failures*) (tempo);

*MTTR* – Tempo Médio de Reparo (*Mean Time To Repair*) (tempo).

O parâmetro *PI* é calculado pela divisão do tempo médio entre falhas (*MTBF*) com o *MTBF* mais o tempo médio de reparo (*MTTR*). *MTBF* (*Mean Time Between Failures* ou tempo médio entre falhas) e *MTTR* (*Mean Time to Repair* ou tempo médio para reparo) que são dois indicadores utilizados para calcular a disponibilidade das aplicações do provedor IaaS. O *MTBF* é a métrica que se refere à média de tempo em que um problema (falta de internet) ocorrer no provedor de IaaS. O indicador de *MTTR* refere-se ao tempo médio que demora para realizar uma correção depois que o erro ocorre.

O modelo também considera para a validação de benefícios obtidos, uma relação entre o *ROI* e a satisfação do cliente em relação aos serviços entregues, como mostrado no Algoritmo 13.

```

IF ((Satisfação do Cliente + Percentual do ROI) / 2) >= KPI_Bef THEN
    Benefícios obtidos estão de acordo com o planejado

ELSE IF ((Satisfação do Cliente + Percentual do ROI) / 2) < KPI_Bef
AND ((Satisfação do Cliente + Percentual do ROI) / 2) >=
    Benefício Tolerância THEN
    Atenção para os benefícios obtidos

ELSE
    Alerta para os benefícios obtidos

```

Algoritmo 13

Quanto maior for o percentual dos benefícios obtidos, maior será seu impacto sobre a satisfação do cliente e o alcance de objetivos do negócio. A agregação de valor é outro ponto considerado no modelo. O cálculo da agregação de valor dos serviços de TI é calculado através do percentual de ROI que foi alcançado e a satisfação do cliente, apresentado na Equação 14. O Índice de Agregação de Valor (IAV) é calculado como a seguir:

$$IAV = \frac{ROI * ISC}{2} \quad \text{Equação 13}$$

Onde:

*IAV* – Índice de Agregação de Valor (%);

*ISC* – Índice de Satisfação do cliente (%);

*ROI* – Retorno de Investimento (*Return on Investment*) (%).

Conforme mostrado na Equação 15, o parâmetro *ROI* é calculado pela Equação X. O índice de agregação de valor considera o *ROI* e o índice de satisfação do cliente no cálculo. No modelo proposto, considera-se que quanto maior for o percentual de agregação de valor, maior estará sendo seu impacto sobre o alinhamento entre TI e estratégia do negócio e consequentemente, melhor serão os serviços prestados em relação a demanda dos clientes.

#### **4.2.14 Método AHP no modelo**

Além dos controles relacionados aos processos de TI (gestão de demanda, gestão de capacidade, gestão do negócio e gestão de benefícios), *KPIs* e *KCIs*, o modelo ainda oferece aos gestores um suporte efetivo para a tomada de decisão, através da implementação do método de avaliação *Analytic Hierarchy Process (AHP)*, que contempla **quatro decisões** relacionadas ao gerenciamento de capacidade *IaaS*: ***otimização de infraestrutura, otimização de recursos, processos de negócio e recursos humanos.***

No modelo proposto nesta Tese, a utilização do método *AHP* foi dividida em três etapas:

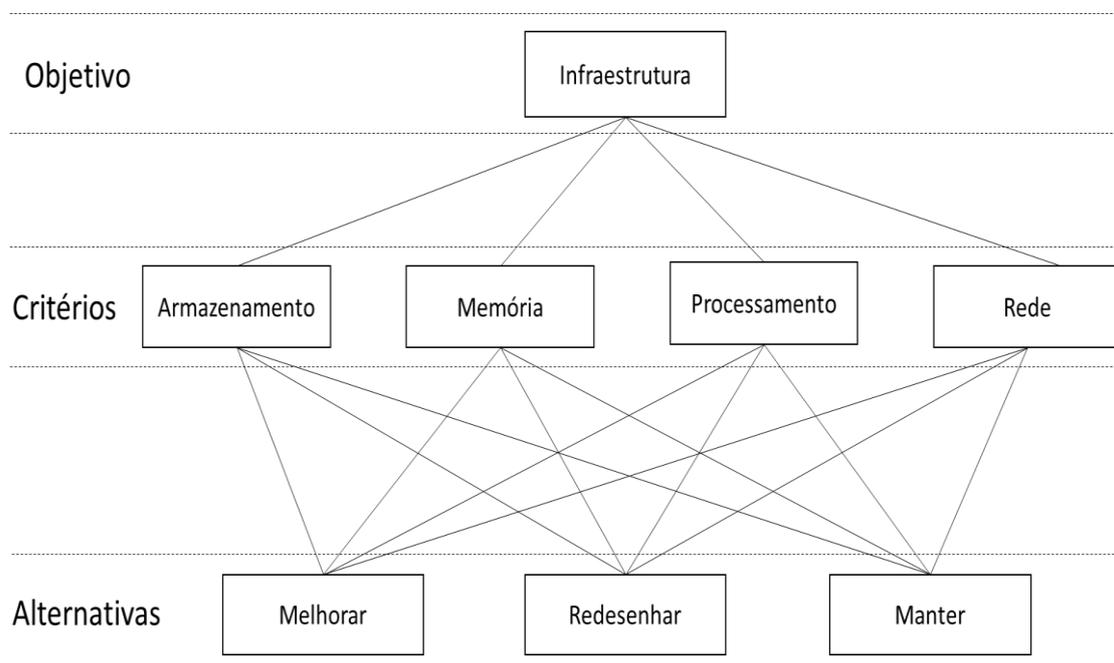
1. Seleção do objetivo;
2. Definição dos critérios;
3. Escolha da alternativa.

Para um melhor entendimento da utilização do método *AHP* no processo que envolve a sugestão das decisões relacionadas ao gerenciamento de capacidade no modelo proposto, será apresentado na sequência um exemplo referente a tomada de decisão relativa à *otimização de infraestrutura (objetivo)* do provedor *IaaS*.

Os parâmetros de decisão (alternativas) no estudo realizado foram definidos com base na opinião e avaliação qualitativa dos gestores da empresa avaliada, em relação à escolha entre as opções de melhorar, manter ou mudar a infraestrutura do provedor em cada cenário avaliado. A saída do método *AHP* é apresentada pelo modelo como sugestão decisória para os gestores. O modelo ainda permite que seja realizada uma análise decisória setorial, onde os gestores podem avaliar qual seria a escolha do *AHP* em relação a apenas um dos critérios de cada decisão modelada. Essa informação pode ser útil para elucidar possíveis dúvidas dos gestores em relação à sugestão apresentada pelo modelo para cada uma das 4 decisões trabalhadas durante as simulações.

Para a avaliação qualitativa definida na modelagem da decisão, foi construída uma hierarquia de critérios e alternativas, para aplicação do método *AHP*. A Figura 30 ilustra a hierarquia de objetivo, critérios e alternativas utilizadas para decisões relacionadas a otimização de infraestrutura do provedor *IaaS*.

Figura 30 - Hierarquia de critérios para tomada de decisão referentes a otimização de infraestrutura do provedor *IaaS*



Fonte: Autor

Para obter os pesos para as alternativas de cada decisão, os quais fazem parte dos parâmetros de entrada do modelo, foi solicitado que os gestores realizassem a comparação de pares de alternativas (melhorar, redesenhar, manter), dando pesos de importância para cada uma das comparações. Esses parâmetros utilizados pelo modelo geralmente se mantêm fixos após sua definição pelos gestores. O modelo é totalmente flexível, permitindo a mudança desses pesos, caso os gestores decidam mudar a importância dos critérios no *AHP* em um contexto distinto. No estudo de caso realizado, os gestores optaram por manter os parâmetros decisórios fixos em todos os cenários avaliados, tendo em vista que o objetivo principal consistia em proceder a validação do modelo e de seus resultados.

Na etapa de definição dos pesos, evita-se que os gestores coloquem diretamente valores em números ou pesos para as alternativas, pois se uma alternativa puder ser avaliada com números de 1 a 5, os gestores poderão ficar tendenciosos a colocar valores 4 e 5 comprometendo assim, a avaliação. Para facilitar o entendimento e utilização por parte dos gestores o modelo contempla a utilização de termos linguísticos relacionados em uma escala, onde os critérios de peso utilizados para as avaliações foram:

- 1 é igual;
- 2 é moderado;
- 3 é importante;

- 4 é muito importante;
- 5 é extremamente importante.

No modelo, os gestores fazem comparações e dão opiniões para cada uma das alternativas em relação a cada um dos critérios (armazenamento, memória, processamento, rede) para a otimização de infraestrutura: melhorar (5) em relação a redesenhar (1), redesenhar (4) em relação a manter (1) e etc. A Tabela 9 apresenta o resultado das opiniões, avaliação de importância (pesos) dada pelos gestores da empresa avaliada, em relação as alternativas, em função do critério *armazenamento* do provedor *IaaS*.

Tabela 9 - Avaliação da importância dada as alternativas de escolhas em função do critério armazenamento do provedor *IaaS*

<b>Armazenamento</b>	<b>Melhorar</b>	<b>Redesenhar</b>	<b>Manter</b>
<b>Melhorar</b>	1/1	5/1	4/1
<b>Redesenhar</b>	1/5	1/1	1/3
<b>Manter</b>	1/4	3/1	1/1

Fonte: Autor

Executando-se a divisão dos valores, obtêm-se o resultado das escolhas conforme apresentado na Tabela 10.

Tabela 10 - Resultado da divisão dos valores das alternativas de escolhas em função do critério armazenamento do provedor *IaaS*

<b>Armazenamento</b>	<b>Melhorar</b>	<b>Redesenhar</b>	<b>Manter</b>
<b>Melhorar</b>	1,0000	5,0000	4,0000
<b>Redesenhar</b>	0,2000	1,0000	0,3333
<b>Manter</b>	0,2500	3,0000	1,0000

Fonte: Autor

Para maior exatidão dos resultados gerados pelo modelo, é mantida a precisão de 4 casas decimais nos cálculos realizados. O próximo passo do método *AHP* no modelo consiste na multiplicação das linhas pelas colunas (conforme mostrado na Tabela 10).

Tabela 11 - Multiplicação de linhas e colunas dos valores das alternativas de escolhas em função do critério armazenamento do provedor *IaaS*

<b>Linhas</b>		
1,0000	5,0000	4,0000
0,2000	1,0000	0,3333
0,2500	3,0000	1,0000

<b>Colunas</b>	1,0000	5,0000	4,0000
	0,2000	1,0000	0,3333
	0,2500	3,0000	1,0000

Fonte: Autor

Exemplo da multiplicação de Tabela (Linhas) X Tabela (Colunas) =  $(1,0000 \times 1,0000) + (5,0000 \times 0,200) + (4,0000 \times 0,2500) = 3,000$ . A Tabela 11 apresenta o resultado gerado pela multiplicação das linhas e colunas da Tabela 11.

Tabela 12- Resultado da multiplicação de linhas e colunas das alternativas de escolhas em função do critério armazenamento do provedor *IaaS*

<b>Armazenamento</b>	<b>Melhorar</b>	<b>Redesenhar</b>	<b>Manter</b>
<b>Melhorar</b>	3,0000	22,0000	9,6667
<b>Redesenhar</b>	0,4833	3,0000	1,4667
<b>Manter</b>	1,1000	7,2500	3,0000

Fonte: Autor

A próxima etapa consiste na soma dos valores dos critérios de infraestrutura de cada uma das linhas, obtendo os resultados apresentados na Tabela 13.

Tabela 13 - Resultado da soma das linhas dos valores das alternativas de escolhas em função do critério armazenamento do provedor *IaaS*

Armazenamento	Melhorar	Redesenhar	Manter	Soma das linhas
Melhorar	3,0000	22,0000	9,6667	34,6667
Redesenhar	0,4833	3,0000	1,4667	4,9500
Manter	1,1000	7,2500	3,0000	11,3500
<b>Total</b>				<b>50,96667</b>

Fonte: Autor

Na etapa a seguir (Tabela 14), os valores gerados são normalizados, dividindo-se o montante da linha pelo valor total da soma dos totais de todas as linhas (34,6667divido por 50,9666é igual a 0,6801).

Tabela 14 - Normalização de resultados dos valores das alternativas de escolhas em função do critério armazenamento do provedor *IaaS*

Armazenamento	Melhorar	Redesenhar	Manter	Soma das linhas	Normalização
Melhorar	3,0000	22,0000	9,6667	34,6667	<b>0,6801</b>
Redesenhar	0,4833	3,0000	1,4667	4,9500	0,0971
Manter	1,1000	7,2500	3,0000	11,3500	0,2226
<b>Total</b>				<b>50,9666</b>	<b>1</b>

Fonte: Autor

De acordo com o método *AHP*, considerando-se apenas o critério armazenamento, a alternativa apontada seria melhorar. O mesmo processo de comparações e opiniões realizado para o critério infraestrutura, terá de ser expandido para os critérios memória, processamento e rede. A Tabela 15 apresenta o resultado das opiniões, avaliação de importância (pesos) dada as alternativas em função do critério memória do provedor *IaaS*.

O resultado final do método *AHP* no modelo para cada decisão, é dado pela combinação de todos os critérios, como será mostrado na sequência.

Tabela 15 - Avaliação da importância dada as alternativas de escolhas em função do critério memória do provedor *IaaS*

<b>Memória</b>	<b>Melhorar</b>	<b>Redesenhar</b>	<b>Manter</b>
<b>Melhorar</b>	1/1	1/3	1/2
<b>Redesenhar</b>	3/1	1/1	1/3
<b>Manter</b>	2/1	3/1	1/1

Fonte: Autor

Após a divisão dos valores das alternativas escolhidas, multiplicação de linhas e colunas, soma dos valores das alternativas, tem-se a normalização de resultados apresentados na Tabela 16.

Tabela 16 - Normalização de resultados dos valores das alternativas de escolhas em função do critério memória do provedor *IaaS*

<b>Memória</b>	<b>Melhorar</b>	<b>Redesenhar</b>	<b>Manter</b>	<b>Somas das linhas</b>	<b>Normalização</b>
<b>Melhorar</b>	3,0000	2,1667	1,1111	6,2778	0,1539
<b>Redesenhar</b>	6,6667	3,0000	2,1667	11,8333	0,2901
<b>Manter</b>	13,0000	6,6667	3,0000	22,6667	0,5558
<b>Total</b>				<b>40,7777</b>	<b>1</b>

Fonte: Autor

Acompanhando a execução do método *AHP* utilizado no modelo, considerando-se apenas o critério memória, a alternativa apontada seria manter. O mesmo processo de comparações e opiniões, realizado para o critério infraestrutura e memória, é aplicado para o critério processamento. A Tabela 17 apresenta o resultado das opiniões, avaliação de importância dada as alternativas para esse critério.

Tabela 17 - Avaliação da importância dada as alternativas de escolhas em função do critério processamento do provedor *IaaS*

Processamento	Melhorar	Redesenhar	Manter
Melhorar	1/1	1/3	1/2
Redesenhar	3/1	1/1	4/1
Manter	2/1	1/4	1/1

Fonte: Autor

Após a divisão dos valores das alternativas escolhidas, multiplicação de linhas e colunas, soma dos valores das alternativas temos a normalização de resultados apresentados na Tabela 18.

Tabela 18 - Normalização de resultados dos valores das alternativas de escolhas em função do critério processamento do provedor *IaaS*

Processamento	Melhorar	Redesenhar	Manter	Somas das linhas	Normalização
Melhorar	3,0000	0,7917	2,3333	6,1250	0,1474
Redesenhar	14,0000	3,0000	9,5000	26,5000	0,6379
Manter	4,7500	1,1667	3,0000	8,9167	0,2146
<b>Total</b>				<b>41,5416</b>	<b>1</b>

Fonte: Autor

De acordo com o resultado parcial do método *AHP*, considerando-se apenas o critério processamento a alternativa apontada pelo modelo seria *redesenhar*. Aplicando-se o mesmo processo ao critério rede, tem-se o resultado das opiniões apresentado na Tabela 19.

Tabela 19 - Avaliação da importância dada as alternativas de escolhas em função do critério rede do provedor *IaaS*

<b>Rede</b>	<b>Melhorar</b>	<b>Redesenhar</b>	<b>Manter</b>
<b>Melhorar</b>	1/1	1/3	1/2
<b>Redesenhar</b>	3/1	1/1	1/2
<b>Manter</b>	2/1	2/1	1/1

Fonte: Autor

A normalização de resultados em relação ao critério rede escolhidos é apresentada na Tabela 20.

Tabela 20 - Normalização de resultados dos valores das alternativas de escolhas em função do critério rede do provedor *IaaS*

<b>Rede</b>	<b>Melhorar</b>	<b>Redesenhar</b>	<b>Manter</b>	<b>Somas das linhas</b>	<b>Normalização</b>
<b>Melhorar</b>	3,0000	1,6667	1,1667	5,8333	0,1620
<b>Redesenhar</b>	7,0000	3,0000	2,5000	12,5000	0,3472
<b>Manter</b>	10,0000	4,6667	3,0000	17,6667	0,4907
<b>Total</b>				<b>36,0000</b>	<b>1</b>

Fonte: Autor

De acordo com a estratégia do método *AHP* no modelo, considerando-se apenas o critério rede, a alternativa apontada pelo modelo seria **manter**.

Como afirmado anteriormente, o mesmo processo de comparações e opiniões realizado para as alternativas em relação a cada um dos critérios, terá de ser aplicado aos critérios de infraestrutura. A Tabela 21 apresenta o resultado das opiniões e avaliação de importância dadas aos critérios do provedor *IaaS*.

Tabela 21 - Avaliação da importância dada aos critérios do provedor *IaaS*

<b>Crítérios</b>	<b>Armazenamento</b>	<b>Memória</b>	<b>Processamento</b>	<b>Rede</b>
<b>Armazenamento</b>	1/1	2/1	5/1	3/1
<b>Memória</b>	1/2	1/1	4/1	3/1
<b>Processamento</b>	1/5	1/4	1/1	4/1
<b>Rede</b>	1/3	1/3	1/4	1/1

Fonte: Autor

Após a divisão dos valores dos critérios, multiplicação de linhas e colunas e soma dos valores temos a normalização de resultados apresentados na Tabela 22.

Tabela 22 - Normalização de resultados dos valores dos critérios do provedor *IaaS*

<b>Crítérios</b>	<b>Armazenamento</b>	<b>Memória</b>	<b>Processamento</b>	<b>Soma das linhas</b>	<b>Normalização</b>
<b>Armazenamento</b>	4,0000	6,2500	18,7500	29,0000	0,4760
<b>Memória</b>	2,8000	4,0000	11,2500	18,0500	0,2962
<b>Processamento</b>	1,8583	2,2333	4,0000	8,0917	0,1328
<b>Rede</b>	0,8833	1,3958	3,5000	5,7792	0,0948
<b>Total</b>				<b>60,92083</b>	<b>1</b>

Fonte: Autor

De acordo com a estratégia adotada com o método *AHP* no modelo proposto, se fossem considerados individualmente cada um dos critérios utilizados para a decisão, *armazenamento* seria o critério mais importante na decisão.

Para se proceder a parte final da execução do método *AHP* no modelo, deve-se proceder a ordenação das alternativas de escolhas em relação aos critérios de decisão, conforme mostra a Tabela 23.

Neste exemplo ilustrativo, a decisão recomendada pelo modelo em relação à capacidade da infraestrutura no cenário avaliado seria **Melhorar**.

Tabela 23 - Normalização de resultados dos valores dos critérios do provedor *IaaS*

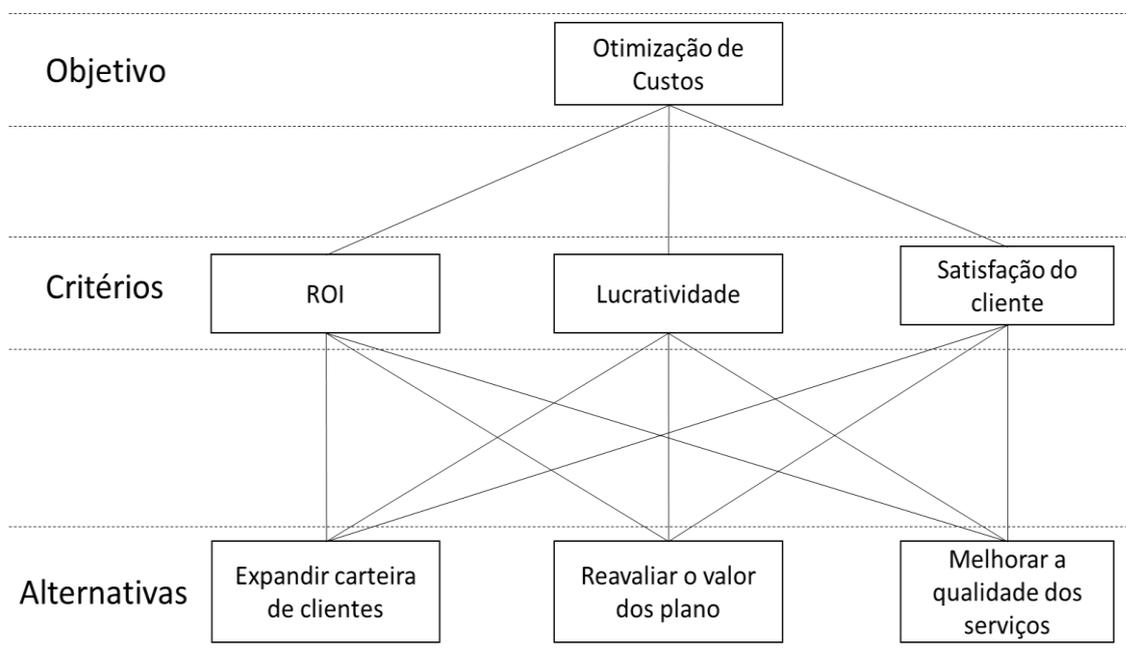
	Armazenamento		Memória		Processamento		Processamento	
	Alternativa	Critério	Alternativa	Critério	Alternativa	Critério	Alternativa	Critério
<b>Melhorar</b>	0,6802	0,4760	0,1540	0,2963	0,1474	0,1328	0,1620	0,0949
<b>Redesenhar</b>	0,0971	0,4760	0,2902	0,2963	0,6379	0,1328	0,3472	0,0949
<b>Manter</b>	0,2227	0,4760	0,5559	0,2963	0,2146	0,1328	0,4907	0,0949

	Armazenamento	Memória	Processamento	Rede	Normalização
<b>Melhorar</b>	-	-	-	-	<b>0,4044</b>
<b>Redesenhar</b>	-	-	-	-	0,2499
<b>Manter</b>	-	-	-	-	0,3458

Fonte: Autor

A decisão multicritério relacionada a **otimização de custos** (vide Figura 31), foi modelada com base nos critérios *ROI, Lucratividade e Satisfação do cliente*, gerados pelo modelo a partir dos processos *Gestão do Negócio e Gestão de Benefícios*

Figura 31 - Hierarquia de critérios para tomada de decisão referente a otimização de custos do provedor *IaaS*



Fonte: Autor

. Para os critérios estabelecidos, o método *AHP* do modelo utilizou os pesos apresentados na Tabela 24.

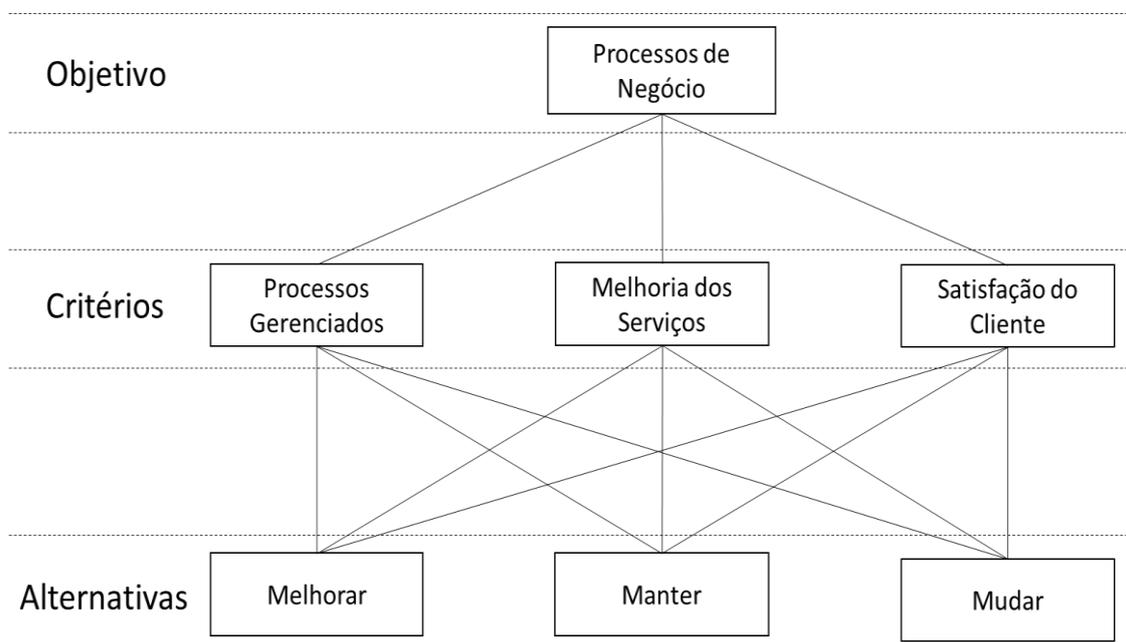
Tabela 24 - Avaliação da importância dada aos critérios do provedor *IaaS* para otimização de custos

<b>Crítérios</b>	<b>ROI</b>	<b>Lucratividade</b>	<b>Satisfação do cliente</b>
<b>ROI</b>	1/1	4/1	2/1
<b>Lucratividade</b>	1/4	1/1	1/2
<b>Satisfação do cliente</b>	1/2	2/1	1/1

Fonte: Autor

A decisão multicritério relacionada aos processos de negócio (Figura 32), foi modelada com base nos critérios *Processos Gerenciados*, *Melhoria dos Serviços e Satisfação do cliente*, gerados pelo modelo a partir dos processos, *Gestão de Demanda*, *Gestão de Capacidade e Gestão de Benefícios*.

Figura 32 - Hierarquia de critérios para tomada de decisão referente aos processos de negócio do provedor *IaaS*



Fonte: Autor

Para os critérios estabelecidos, foram definidos no método *AHP* os pesos apresentados na Tabela 25.

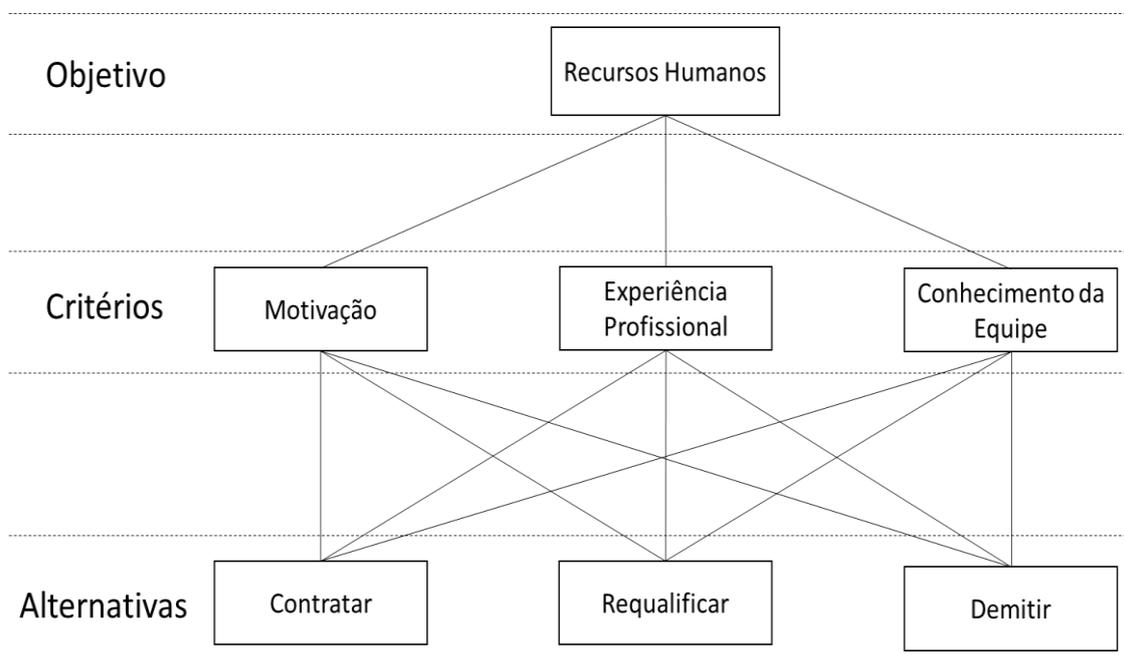
Tabela 25 - Avaliação da importância dada aos critérios do provedor *IaaS* para processos de negócio

<b>Crítérios</b>	<b>Processos Gerenciados</b>	<b>Melhoria dos Serviços</b>	<b>Satisfação do cliente</b>
<b>Processos Gerenciados</b>	1/1	5/1	1/5
<b>Melhoria dos Serviços</b>	1/5	1/1	1/3
<b>Satisfação do cliente</b>	5/1	3/1	1/1

Fonte: Autor

A decisão multicritério relacionada aos recursos humanos (vide Figura 33) foi modelada com base nos critérios *Motivação*, *Experiência Profissional* e *Conhecimento da Equipe*, gerados pelo modelo a partir dos processos, *Gestão de Demanda*, *Gestão de Capacidade* e *Gestão de Benefícios*.

Figura 33 - Hierarquia de critérios para tomada de decisão referente aos recursos humanos do provedor *IaaS*



Fonte: Autor

Para os critérios estabelecidos, foram estabelecidos para o método *AHP* os pesos apresentados na Tabela 26.

Tabela 26 - Avaliação da importância dada aos critérios do provedor *IaaS* para recursos humanos

<b>Crítérios</b>	<b>Motivação</b>	<b>Experiência Profissional</b>	<b>Conhecimento da Equipe</b>
<b>Motivação</b>	1/1	5/1	4/1
<b>Experiência Profissional</b>	1/5	1/1	4/1
<b>Conhecimento da Equipe</b>	1/4	1/4	1/1

Fonte: Autor

#### 4.2.15 Calibragem do modelo

A função das variáveis de calibragem de um modelo de simulação é ajustar seu comportamento à realidade das organizações ou aos ambientes dos cenários de simulação.

Ao longo do processo de verificação e validação do modelo, a será apresentado no próximo capítulo, diferentes calibrações serão utilizadas como parte do *design* dos

experimentos, permitindo criar um ambiente ideal, reproduzir ambientes reais e testar ambientes alternativos.

A Tabela 27 sumariza todos as variáveis de calibragem usados no modelo, indicando os módulos onde estão declarados. Em todas as seções que tratam de verificação e validação, as calibrações utilizadas serão exibidas, bem como a origem dos valores das variáveis será referenciada.

Tabela 27 - Sumário das variáveis de calibragem usados no modelo

Nome da Variável	Unidade	Área
Consumo dos Recurso -Internet	MB	Gestão de Demandas
Consumo dos Recurso - Memória	MB	
Consumo dos Recurso - Processamento	Mflops	
Consumo dos Recurso - <i>Storage</i>	MB	
Indicador de Satisfação	%	Gestão de Capacidade
Funcionários Conhecimento	%	Gestão do Negócio
Funcionários Motivação	%	
Receitas Plano Corporativo	R\$	Gestão de Benefícios
Receitas Plano Varejo	R\$	
ROI	%	

Fonte: Autor

Em razão da complexidade do cenário do provedor de *IaaS* e da quantidade de dados a serem reportados para as simulações, haverá um esforço maior na primeira vez que as informações são registradas no modelo. Na etapa de calibragem, visto que o modelo já possui os dados referentes ao cenário de *IaaS*, o processo será mais simples pois se deseja avaliar os comportamentos gerados pelo modelo. Se o gestor desejar saber como o provedor iria reagir no caso de uma promoção para aumento do número de clientes, a alteração nas variáveis de quantidade de clientes por plano, será o suficiente para simulação desse cenário.

### 4.3 Considerações sobre o modelo

Neste capítulo foi apresentado o modelo proposto nesta Tese, que fornece suporte a tomada de decisão relativa ao processo de gerenciamento de capacidade em provedores *IaaS*.

O modelo descrito teve como base conceitual as teorias da dinâmica de sistemas, tomada de decisão multicritério, *Balanced Scorecard*, gerenciamento de serviços de TI orientado ao negócio.

Na sequência, serão apresentadas as estratégias adotadas para verificação e validação do modelo, o estudo de caso realizado com a análise dos resultados. Serão ainda apresentadas as considerações finais da pesquisa, limitações e trabalhos futuros.

## **5 ESTUDO DE CASO E VALIDAÇÃO**

O processo de gerenciamento de capacidade de serviços de computação em nuvem (Capacity Management - CM) é uma disciplina complexa, que envolve a interação entre a gestão de capacidades organizacionais, a gestão de demandas, recursos e a gestão de benefícios. Esta complexidade aumenta, devido às dificuldades em manter uma conformidade e alinhamento estratégico com o negócio, dificultando a tomada de decisões que tragam benefícios ao provedor IaaS.

A complexidade do processo de gerenciamento de capacidade IaaS motiva a realização de pesquisas relacionadas a lacunas de conhecimentos, que suportem o processo de tomada de decisão, possibilitando aos gestores um tratamento efetivo dessa complexidade.

O modelo proposto forneceu suporte para que os gestores pudessem construir um conhecimento usado na tomada de decisão com relação a que capacidades desenvolver e/ou manter internas e em que quantidade; como tais capacidades se comportam numa complexa rede de interações, dentre vários outros fatores envolvidos no processo de gerenciamento de capacidade.

### **5.1 Fases do estudo de caso**

O estudo de caso realizado envolveu as seguintes fases, as quais contemplaram as atividades apresentadas:

1. Revisão de literatura;
2. Desenvolvimento do modelo;
3. Reunião com os gestores da empresa;
4. Coleta dos dados;
5. Utilização do modelo com diferentes cenários;
6. Apresentação e discussão dos resultados;
7. Tabulação de resultados;
8. Validação do modelo com os gestores de TI envolvidos com o negócio;
9. Divulgação dos resultados finais.

### 5.1.1 Execução do estudo de caso

O presente trabalho defende a ideia de que entender o comportamento sistêmico apresentado pelas capacidades essenciais de TI dos provedores *IaaS*, para melhor gerenciá-los, pode levar a decisões que favoreçam o alcance dos benefícios planejados para a entrega de serviços *IaaS*, bem como uma consequente mitigação do risco de não os alcançar.

#### 5.1.1.1 Descrição das atividades

Acredita-se, que o entendimento da dinâmica da capacidade de monitoramento de serviços e sua influência no desempenho das atividades pode levar a melhores resultados e decisões sobre gestão de capacidade em provedores *IaaS*. Diante disso, o objetivo do modelo proposto pode ser dividido em duas partes:

**O1:** Analisar a dinâmica do emprego das capacidades essenciais de TI dos provedores de serviços *IaaS*, bem como da interação entre essas capacidades durante relacionamentos de entrega de serviços, com o propósito de dar suporte aos gestores de TI destas organizações na tomada de decisão sobre gestão do fornecimento de capacidades essenciais de TI para favorecer o alcance dos resultados pretendidos;

**O2:** Analisar a dinâmica do emprego da capacidade de monitoramento de serviços de provedores *IaaS*, com o propósito de entender a sua influência na conformidade da entrega de serviços e na qualidade do relacionamento com o cliente.

O escopo e a granularidade do modelo proposto foram estabelecidos em conformidade com a delimitação da pesquisa:

- **Foco nas fases “Execução e gerenciamento” e “Avaliação dos resultados”.** Dentre os estágios do ciclo de gerenciamento de capacidade, já comentados, esta pesquisa tem foco no monitoramento do desempenho dos serviços e na verificação dos benefícios alcançados por sua utilização;
- **Foco nos recursos técnicos e humanos.** Dentre as várias categorias de recursos de TI, a presente pesquisa está focada nos recursos técnicos e humanos (e suas habilidades);

- **Foco nas funções de TI “Monitoramento de Serviços” e “Entrega de Serviços”.** Dentre as várias capacidades essenciais de TI, Monitoramento de Serviços foi selecionada por intermediar todas as interações entre as capacidades dos clientes e dos fornecedores; Entrega de Serviços foi selecionada por representar um ponto único de contato na prestação de serviços de TI.

A partir dos objetivos identificados para o modelo, foi possível derivar os *objetivos do programa de mensuração*:

**O1:** Analisar a dinâmica do emprego e da interação das capacidades de TI de provedores de serviços de computação em nuvem durante os relacionamentos, com o propósito de entender a realidade e avaliar alternativas relacionadas aos resultados pretendidos com a entrega de serviços (mudanças e melhoria de serviços), sob o ponto de vista dos gestores de nível estratégico, no contexto de provedores *IaaS*;

**O2:** Analisar a dinâmica da capacidade de monitoramento de serviços em provedores de serviços de computação em nuvem, com o propósito de entender a sua influência e avaliar alternativas relacionadas à conformidade na entrega de serviços e à qualidade do relacionamento com o cliente, do ponto de vista dos gestores de nível estratégico, no contexto de provedores *IaaS*.

Visando uma contribuição para alcance do primeiro objetivo (**O1**), foram elaboradas as seguintes questões:

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

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

**Q1.3**-Qual o nível de capacidades de gestão para melhoria de serviços para uma execução efetiva dos serviços *IaaS*?

**Q1.4**- Qual o comportamento da qualidade dos serviços ao longo do tempo?

Em relação ao segundo objetivo (**O2**), foram elaboradas as seguintes questões:

**Q2.1** - Quanta capacidade de monitoramento de serviços (MS) é empregada nos serviços *IaaS* ao longo de sua execução?

**Q2.2** – O nível de capacidades de monitoramento de serviços *IaaS* necessário para a manutenção efetiva dos serviços tem sido alcançado?

**Q2.3** – Qual a correlação entre o nível de capacidade de monitoramento de serviços e o seu desempenho?

**Q2.4** – O cliente está satisfeito com o serviço *IaaS*?

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

**Q2.6** – Qual a correlação entre o nível de capacidade de monitoramento de serviços e a satisfação do cliente com o mesmo?

A verificação de modelos de dinâmica de sistemas visa testar a sua correteza interna, ou seja, se o modelo foi construído corretamente. A validação, por outro lado, visa testar a correteza externa do modelo, ou seja, se ele é apropriado para atacar o problema alvo. De acordo com Barlas (1989), a validação de um modelo pode ser definida como "estabelecer confiança na utilidade do modelo com respeito ao seu propósito". Assim, o processo de verificação e validação deve se preocupar com a criação de confiança suficiente em um modelo de simulação para que os seus resultados sejam aceitos pelos usuários e *stakeholders*. Responder às questões de pesquisa, envolve validar o uso do modelo de simulação proposto neste trabalho por tomadores de decisão a respeito da capacidade do provedor *IaaS*.

#### 5.1.1.2 Verificação estrutural

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

### 5.1.1.3 Adequação de escopo

O foco do modelo aqui proposto é a combinação do planejamento estratégico do negócio, com a infraestrutura do provedor *IaaS* e a utilização de recursos humanos e suas habilidades para executar atividades de TI que atendam a demandas geradas pelos negócios da organização. Foi verificado, desde a construção do diagrama de causalidade, que tais conceitos são capazes de apresentar comportamentos descritos por enlaces de equilíbrio. A identificação destas estruturas causais é suficiente para validar o caráter endógeno dos recursos e das capacidades de TI, quando aplicados no processamento de demandas.

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

- Uma demanda está associada ao uso de apenas uma capacidade;
- O percentual de geração de defeitos em serviços é estático;
- Todas as lacunas presentes em uma demanda são localizadas após algum tempo;
- A contratação de recursos é feita manualmente, através de intervenção assíncrona, para refletir a estagnação de aquisição de recursos próprios da organização pesquisada.

### 5.1.1.4 Valores Qualitativos

Alguns indicadores de valor agregado (*KPIs*) foram adaptados pelo autor para o modelo, como *Índice de Experiência da Equipe*, *Índice de Motivação* e *Índice de Satisfação do Cliente*. Esses índices são valores empíricos informados pelos gestores durante as sessões de simulação.

Os modelos quantitativos encontrados nas organizações, principalmente em sua infraestrutura, foram utilizados para estimar variáveis de entrada (características técnicas dos recursos *IaaS*, planejamento estratégico da organização, estimativa qualitativa da capacidade relacionada a equipe). Estas equações, portanto, não fazem parte do modelo.

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

#### 5.1.1.5 *Consistência dimensional*

As inconsistências dimensionais existentes nas equações foram detectadas e sanadas com o auxílio das ferramentas disponíveis no ambiente de simulação Stella, em sua versão 9.0.1.

#### 5.1.1.6 *Parâmetros e atributos*

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

#### 5.1.1.7 *Condições extremas*

Foi feita uma verificação de condições extremas, que consiste em observar se as modelagens de elementos produzem saídas plausíveis, mesmo recebendo entradas com valores extremos. Esta verificação vem sendo feita ao longo de todo o processo de modelagem, desde as versões mais preliminares do diagrama de fluxo. Alguns cenários extremos foram construídos para simulação: ausência de demandas, indisponibilidade total de recursos, metas agressivas, aumento dos gastos com recursos de *IaaS*, aumento das mensalidades cobradas nos planos para os clientes. Com estas entradas, foi possível identificar e corrigir alguns comportamentos anômalos. Esses cenários são reproduzíveis, bem como outros utilizados em posteriores fases de validação, pois se encontram empacotados em arquivos de entrada (.xls).

Como etapa final dos testes de estrutura do modelo, foram executadas simulações com o objetivo de verificar se o modelo, em uma configuração base de variáveis de entrada e de calibragem, seria capaz de produzir os indicadores de desempenho (otimização de Custos, otimização de Processos, infraestrutura *IaaS*, investimento em RH, valor percebido do serviço) estimados para o provedor *IaaS*. Estas estimativas foram feitas considerando os dados atuais do cenário fornecidos como entrada para o simulador.

A calibragem base para o ambiente do provedor de *IaaS* é mostrada na Tabela 28.

Tabela 28 - Calibragem base do Servidor de *IaaS*

<b>Nome da variável de calibragem</b>	<b>Valor</b>
Consumo dos Recurso -Internet	60%
Consumo dos Recurso - Memória	20971520
Consumo dos Recurso - Processamento	80%
Consumo dos Recurso - <i>Storage</i>	819200
Indicador de Satisfação	90%
Funcionários Conhecimento	90%
Funcionários Motivação	90%
Receitas Plano Corporativo	R\$ 40.400,00
Receitas Plano Varejo	R\$ 384.000,00
ROI	1.3

Fonte: Autor

Todos as variáveis com o prefixo “Consumo dos Recurso”, são mensurados em Megabytes (MB). As capacidades dos recursos de TI poderão ser em *Terabytes* (TB), Gigabytes (GB). Foi realizada uma normalização para MB. O modelo para os recursos técnicos como armazenamento, processamento, memória, virtualização e internet é configurável e permite que o gestor informe o consumo da capacidade em MB ou percentual.

### **5.1.2 Validação do comportamento**

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

específicos. Foram avaliados os seguintes aspectos: replicação de comportamento, adequação visual e sensibilidade dos atributos de saída às mudanças nas variáveis de entrada.

#### 5.1.2.1 *Descrição das Simulações*

Como etapa preliminar às simulações, o modelo foi calibrado com variáveis que refletem o ambiente do provedor. Todos os valores de calibragem foram estimados pelos entrevistados da equipe do provedor. Existe um controle formal, realizado com o apoio de ferramentas de monitoramento do consumo de capacidade, quanto ao consumo dos recursos de *internet*, memória, processamento e *storage*. Não existem registros formais relacionados com o conhecimento e a motivação da equipe de TI. Em relação aos valores que indicam a satisfação dos clientes, o retorno desejado do investimento no provedor *IaaS* (ROI), foi atribuído um valor que estimasse manter/alcançar um número definido. Existe um controle formal para as receitas obtidas com os planos varejos e corporativos.

#### 5.1.2.2 *Apoio a tomada de decisão*

Um dos objetivos do modelo é ajudar os gestores na tomada de decisão. As sugestões para tomadas de decisão no modelo são implementadas pelo método *AHP*. As decisões dos gestores são orientadas por quatro áreas:

1. **Ações em Função do Retorno do Serviço *IaaS* para o Negócio.** O gestor deve fornecer pesos de acordo com a sua percepção de importância para os parâmetros ROI, Lucratividade e Satisfação do Cliente;
2. **Ações em Função do Desempenho do RH.** O gestor deve fornecer pesos de acordo com a sua percepção de importância para os parâmetros Motivação, Experiência Profissional e Conhecimento da Equipe;
3. **Ações em Função dos Processos de Negócio.** O gestor deve fornecer pesos de acordo com a sua percepção de importância para os parâmetros Processos Gerenciados, Melhoria dos Serviços e Satisfação do Cliente;
4. **Ações em Função da Infraestrutura *IaaS*.** O gestor deve fornecer pesos de acordo com a sua percepção de importância para os parâmetros Memória, Processador, *Storage* e Virtualização.

De acordo com o grau de importância a cada um dos critérios elencados, o sistema fará avaliações considerando as variáveis de entrada, medição e saída, sugerindo ações de melhorias quando necessárias.

### **5.1.3 Validação de aprendizado**

A validação de aprendizado consiste em avaliar a utilidade do modelo para provocar a reflexão e a ampliação do entendimento sobre o problema alvo (validação).

## **5.2 Procedimentos adotados**

O estudo realizado selecionou uma empresa, com base nos seguintes critérios de escolha:

1. Permissão de acesso do pesquisador aos seus dados e informações históricas quanto aos registros referentes a utilização dos serviços *IaaS* por seus clientes;
2. Conveniência em relação a facilidade de acesso do pesquisador as dependências da área de TI;
3. Acesso ao planejamento estratégico da organização;
4. Transparência da organização em mostrar seu nível de maturidade quanto a utilização de *frameworks* de mercado e iniciativas para organização e gestão da TI;
5. Facilidade de interação e relacionamento com os gestores de TI da empresa enquanto pesquisador e aluno de doutorado em Ciência da Computação pela Universidade Federal do Ceará.

A presente Tese envolve a proposta de um modelo genérico para suporte a tomada de decisão no gerenciamento da capacidade de serviços de computação em nuvem. O modelo foi projetado para ser utilizado na simulação de cenários reais, podendo ser utilizado por qualquer organização que ofereça serviços do tipo *IaaS*. Algumas organizações possuem características muito específicas, particulares da própria empresa tais como princípios, políticas, estrutura organizacional para tomada de decisão, tipo de cultura, ética e comportamento e que neste caso, não foram consideradas no modelo.

Foi necessário um esforço de compartilhamento de conhecimento junto aos envolvidos, como forma de alinhar as expectativas aos resultados do modelo. Durante a etapa de coleta dos registros e informações históricas (execução do *Scorecard* Dinâmico), a empresa avaliada apresentou um acompanhamento sistemático e detalhado dos seus objetivos estratégicos e processos de gestão, registrados em uma base de dados, capaz de fornecer informações que permitissem seguir os passos do plano de *Scorecard Dinâmico*.

O estudo de caso realizado envolveu uma empresa do segmento de computação em nuvem, com sede na cidade de Fortaleza – CE - Brasil. Por razões de sigilo das informações, conforme solicitado pela empresa, será referenciada nesta pesquisa como empresa *Alpha*. A empresa avaliada existe há mais de 20 anos e tem atuação em todo o território nacional. Ela organiza seus clientes em duas categorias:

- Empresarial - clientes do segmento corporativo, empresas, indústrias, instituições de ensino;
- Varejistas – pessoas, qualquer tipo de usuário que seja classificado como pessoa física.

O cliente empresarial, quando deseja contratar, ou alterar um serviço, poderá escolher entre um conjunto de opções definidas pela empresa *Alpha*. O cliente não tem a opção de decidir o tipo de cada serviço, mas escolhe a opção mais adequada à sua necessidade. As opções apresentam diferentes capacidades ofertadas para quantidade de *core*, memória RAM, espaço em disco, velocidade de tráfego, largura de banda.

Tabela 29 - Opções de contratação de serviços da Empresa *Alpha*

<b>Características</b>	<b>Mini</b>	<b>Pro</b>	<b>Max</b>
<b>Memória</b>	768 MB	1 GB	2 GB
<b>Storage</b>	30 GB	40 GB	60 GB
<b>Tráfego</b>	600 GB	800 GB	1 TB

Fonte: Autor

Com um quadro de mais de 150 funcionários realizando especificamente trabalhos de TI, sendo que destes, 70 estão lotados especificamente para tarefas de *IaaS*.

O provedor *Alpha* possui um quadro de 2000 (dois mil) clientes divididos nos segmentos corporativo (1600 clientes) e varejo (400 clientes). Conforme visto na Tabela 29, cada segmento oferece opções de planos com diferentes capacidades de recursos tais como armazenamento, memória, processamento e internet. O valor pago varia de acordo com a capacidade do plano. As receitas do provedor *Alpha* são oriundas dos clientes e de seus planos contratados.

A presente pesquisa observou pressupostos de validação semelhantes aos adotados na pesquisa de Bezerra (2015), o qual afirma que a simulação é uma simplificação do mundo real e, portanto, é inerentemente uma aproximação. Simuladores (ou modelos de simulação) precisam passar por um julgamento que aprove ou reprove a sua utilidade. A verificação de modelos de dinâmica de sistemas visa testar a sua corretude interna, ou seja, se o modelo foi construído corretamente. A validação visa testar a corretude externa do modelo, ou seja, se ele é apropriado para atacar o problema alvo. A verificação requer conhecimento especializado sobre as técnicas de modelagem com dinâmica de sistemas, enquanto que a validação requer conhecimento especializado sobre o sistema real.

De acordo com Shreckengost (1985), ao tratar do tema da validade de modelos de simulação com dinâmica de sistemas, "não há modelos totalmente válidos porque todos são algo menor do que o objeto ou o sistema que está sendo modelado". Segundo Barlas (1989), a validação de um modelo pode ser definida como "estabelecer confiança na utilidade do modelo com respeito ao seu propósito". Assim, o processo de verificação e validação deve se preocupar com a criação de confiança suficiente em um modelo de simulação para que os seus resultados sejam aceitos pelos usuários e patrocinadores (*stakeholders*). Isso pode ser feito tentando-se provar que o modelo está incorreto. Quanto mais testes forem realizados nos quais não se pode provar que o modelo está incorreto, mais aumenta a confiança no modelo (MORECROFT, 2007). Este processo de construção da confiança é gradual e fragmentado ao longo da metodologia de modelagem com DS. Em termos práticos, a maior preocupação é com a utilidade do modelo, em vez de sua validade. Será que o modelo serve ao propósito para o qual foi concebido? É útil? (SHRECKENGOST, 1985).

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

- **Testes de Estrutura**, cuja função é verificar se a estrutura causal e a formulação das equações do modelo são consistentes com a estrutura do sistema real (verificação);

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

### **5.2.1 Testes de estrutura**

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

- Adequação de escopo – é verificado se os conceitos incluídos no modelo são endógenos, capazes de causar comportamentos sistêmicos emergentes sem intervenções externas;
- Consistência dimensional – é verificado se todas as equações estão consistentes com relação às unidades das suas variáveis (entrada e saída);
- Parâmetros – é verificado se todos os parâmetros do modelo estão consistentes com o conhecimento sobre o sistema real e com modelos quantitativos existentes;
- Condições extremas – verifica-se se as equações do modelo apresentam resultados plausíveis mesmo quando suas variáveis de entrada assumem valores extremos.
- Estes resultados devem ser compatíveis com os apresentados pelo sistema real nas mesmas condições.

### **5.2.2 Testes de comportamento**

A validação do comportamento consiste em determinar se os padrões de comportamento gerados pelo modelo estão próximos o suficiente dos principais padrões exibidos pelo sistema real. É importante enfatizar que o foco é na previsão de padrões (período,

frequência, tendência, fase, amplitude, etc.), não na predição de pontos específicos. Nos testes de comportamento, são verificados os seguintes aspectos:

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

### 5.2.3 Testes de aprendizado

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

- *Análise de políticas* – é avaliada a adequação do modelo para a avaliação do efeito que a adoção de políticas, alternativas, mudanças em processos e iniciativas de melhoria poderão ter no sistema real. Esta é uma validação de médio a longo prazo, pois é necessário tempo suficiente para confirmar (ou rejeitar) as projeções que o modelo fez. A ideia é provocar um entendimento do porquê as políticas provocam seus efeitos. A confiança no modelo aumenta se ele responde de maneira coerente a políticas já implementadas no mundo real;
- *Comparação das simulações com as expectativas* – é avaliado se os resultados das simulações estão coerentes com o comportamento esperado pelos usuários diante das políticas e cenários de decisão configurados;
- *Análise de comportamentos inesperados* – é avaliado se os resultados apresentados pelas simulações apresentam comportamentos não intuitivos e avalia se existem explicações plausíveis para estes comportamentos. Esta análise relaciona-se com o reconhecimento de comportamentos do sistema

real que estavam lá o tempo todo, mas que não foram percebidos até que o sistema foi modelado. Por causa de sua ênfase na identificação das causas subjacentes a comportamentos observados, a Dinâmica de Sistemas leva a tais descobertas.

#### 5.2.4 Testes estatísticos e a validação de modelos de DS

Ferramentas e testes estatísticos podem ser utilizados em vários estágios do ciclo de vida dos modelos de DS. Como comentado na seção 3.5, para se verificar relações de causalidade entre entidades/atributos de um sistema sendo modelado, pode-se aplicar a análise de correlação em séries históricas de dados coletados dos sistemas reais. Para se modelar ou verificar as relações funcionais entre variáveis dos sistemas em estudo, pode-se aplicar análise de regressão.

Durante a validação do comportamento de um modelo (testes de comportamento), uma boa adequação visual entre os dados históricos e os resultados das simulações é uma forma comum e eficaz de se construir confiança neste modelo, porque este é um critério que as pessoas irão prontamente entender, mesmo que não tenham experiência em modelagem (MORECROFT, 2007). A adequação estatística é uma maneira similar e mais formal de testar o comportamento de um modelo, usando métricas de *goodness of fit*, como Erro Médio Absoluto (EMA) ou Erro Quadrático Médio (EQM). A metodologia de modelagem com Dinâmica de Sistemas tem sido muitas vezes criticada por sua falta de ferramentas de avaliação de comportamento quantitativos / formais. De fato, os modelos da dinâmica de sistemas têm certas características que tornam os testes estatísticos padrão inadequados. Barlas (1989) argumenta que os testes estatísticos convencionais não são apropriados à validação do comportamento de modelos de DS porque tipicamente padrões de comportamento gerados por modelos dinâmicos não apresentam normalidade, independência nem estacionariedade com relação à média, pressupostos fundamentais para os testes estatísticos padrão. Entretanto tal fato não deve levar à adoção de procedimentos inteiramente qualitativos. São sugeridos testes quantitativos apropriados para avaliação do comportamento de modelos de Dinâmica de Sistemas, cujos componentes analisados são: tendência, períodos e fases de oscilação, valores médios e amplitude. Os testes sugeridos por Barlas (1989) são:

- Comparação e remoção de tendência;
- Teste de função de auto correlação para comparação período;

- Teste de função correlação cruzada para detecção de atraso de fase;
- Comparação de médias;
- Comparação de variação de amplitude;
- Medida geral da discrepância de comportamento.

### 5.2.5 Aspectos de gestão considerados

Um trabalho que envolve a tomada de decisão e ações estratégicas por parte dos gestores, deve considerar, do ponto de vista das pessoas, o envolvimento de toda a organização para a consecução dos objetivos da empresa.

O trabalho considerou três níveis hierárquicos na organização pesquisada para a realização dos seus estudos:

1. **Nível Estratégico** – Aqui, foi considerada a participação de diretores da empresa, seus objetivos, o que eles esperam alcançar. Foi considerado também a existência de planos estratégicos e se estes, estão sendo seguidos;
2. **Nível Tático** –É considerado o envolvimento de pessoas com cargos de gerência e que tem um papel fundamental que é servir de elo entre a diretoria e as pessoas que executam ações, as tarefas e serviços. Em outras palavras, os gerentes têm o desafio de transformar a estratégia, definida pelo corpo de diretores, em ações práticas e exequíveis que deverão ser executadas pelos colaboradores da organização;
3. **Nível Operacional** –São as pessoas que executam as tarefas operacionais. Dotadas de conhecimento técnico, elas são fundamentais para que a empresa consiga ofertar os serviços de TI para seus usuários, os clientes.

O envolvimento dessas pessoas, independentemente do nível hierárquico, é crítico para a obtenção de resultados que sejam precisos e condizem com a realidade da organização. Para construção do projeto de métricas do modelo proposto, foi utilizada como referência conceitual, o mapa estratégico (*BSC*) proposto nesta Tese para provedores *IaaS* e a cascata de objetivos proposta pelo COBIT (versão 5), a qual busca a tradução das necessidades das partes

interessadas em objetivos corporativos específicos, personalizados, exequíveis, objetivos de TI e metas de habilitador. Dessa forma, é possível uma configuração de objetivos específicos em cada nível e em cada área da organização em apoio aos objetivos gerais e às exigências das partes interessadas. Existe então o apoio efetivo ao alinhamento entre as necessidades corporativas e os serviços e soluções de TI. Por se tratar de um modelo com base em *Dinâmica de Sistemas*, que considera a influência do meio em seus resultados, o processo de execução da pesquisa demandou tempo e requereu o comprometimento de todos os atores envolvidos.

### 5.3 Resultados e análise

Nesta seção, apresenta-se uma descrição do estudo e os resultados das atividades de aquisição de conhecimento sobre o problema a ser atacado e a construção e aplicação do plano de mensuração para o desenvolvimento do modelo inicial e de aprimoramento do modelo através de iterações de refinamento, verificação e validação.

No curso desta pesquisa, os seguintes métodos foram utilizados: revisão da literatura e *Integrated Measurement, Modeling and Simulation (IMMoS)*, uma metodologia que integra a modelagem e a simulação com Dinâmica de Sistemas – de caráter quantitativo, o método *Scorecard Dinâmico* – de caráter quantitativo – e Estudo de Casos – de caráter qualitativo e quantitativo.

Na primeira fase da pesquisa (pré-estudo), de caráter exploratório, foi identificada uma organização provedora de serviços em nuvem do tipo *IaaS*. Foram realizadas entrevistas e pesquisa documental visando aquisição de conhecimento sobre o gerenciamento de capacidade de serviços *IaaS* na organização pesquisada. Gestores de TI (corporativos, de projetos, de contratos) foram entrevistados sobre os temas: alinhamento estratégico TI/negócios, tomada de decisão no gerenciamento de capacidade de serviços *IaaS* e verificação de benefícios do monitoramento da capacidade. Observou-se na organização entrevistada um alto uso de práticas de gerenciamento de capacidade, sem a devida análise dos benefícios e dos riscos envolvidos, bem como sem o alinhamento desta iniciativa com os objetivos organizacionais. Para viabilizar a execução da pesquisa na janela de tempo disponível e atender ao interesse dos gestores, o escopo definido para o modelo foi simplificado, visando possibilitar o entendimento e uma visão geral do processo de gerenciamento de capacidade *IaaS*, com foco na tomada de decisão multicritério.

Paralelamente, uma extensa revisão bibliográfica na literatura foi realizada, para um aprofundamento teórico sobre o problema identificado. Definiu-se que o simulador a ser desenvolvido teria o seguinte foco de análise. Na dinâmica do monitoramento da capacidade dos serviços *IaaS*, das intervenções de gestão envolvidas no gerenciamento de capacidade ao longo do seu ciclo e na influência da função de monitoramento de serviços *IaaS* no desempenho dos resultados de negócio do provedor.

Dentre as várias capacidades essenciais de TI, a função gestão de infraestrutura foi selecionada por ser amplamente consolidada na área de computação em nuvem, apresentar contratos bastante detalhados, reflexo da adoção de metodologias e *frameworks* maduros. Já a atividade Monitoramento foi selecionada por intermediar todas as interações entre as capacidades dos clientes e do provedor. A fase de pré-estudo foi concluída com a definição de um plano de levantamento de dados empíricos. Para possibilitar a implementação da versão inicial do modelo de dinâmica de sistemas proposto, foi necessário o estabelecimento de uma hipótese dinâmica e a construção de um diagrama de causalidade envolvendo as entidades identificadas no contexto do problema a ser atacado.

A partir das entrevistas realizadas na fase de pré-estudo e da análise dos dados empíricos levantados no provedor *IaaS* pesquisado, foi possível a identificação de padrões de comportamento conhecidos, comportamentos problemáticos, relações causais e equações de interesse. O arquétipo de dinâmica de sistemas predominantemente observado foi o de “busca por objetivo”. Houve a constatação de comportamentos problemáticos, como nível insuficiente de capacidade de monitoramento. Equações foram capturadas de metodologias adotadas, dos dados históricos e dos modelos mentais dos atores envolvidos no contexto modelado. O diagrama de causalidade foi construído, conectando-se todos os mecanismos base identificados, e modularizado de acordo com as diferentes áreas de tomada de decisão envolvidas. Todos esses resultados e constatações subsidiaram a produção de um modelo inicial, que foi submetido a um processo iterativo e cíclico de verificação, validação e refinamento. O modelo inicial, bem como todos os artefatos usados em sua concepção, foi apresentado aos gestores e *stakeholders*, através de *workshops* e reuniões, para a etapa de verificação estrutural. Os aspectos verificados foram: adequação de escopo, formulação das equações, consistência dimensional, parâmetros e condições extremas. A avaliação dos usuários foi a de que o modelo apresentou resultados coerentes, como será mostrado na sequência.

Na validação do comportamento, foi avaliado se os padrões de comportamento gerados pelo modelo foram próximos o suficiente dos principais padrões exibidos pelo sistema

real. Os seguintes aspectos foram avaliados: replicação de comportamento, adequação visual e sensibilidade dos atributos de saída às mudanças nas variáveis de entrada.

Os testes de sensibilidade das variáveis de entrada e de calibragem do modelo proposto foram executados em três momentos distintos: a) durante a execução dos testes estruturais, com o objetivo de corrigir equações; b) durante os testes de comportamento, com o objetivo de eliminar parâmetros de pouca relevância e calibrar corretamente o modelo e; c) durante a execução de testes de aprendizado, com o objetivo de gerar incerteza nas entradas e analisar riscos. Os resultados obtidos com os testes de comportamento foram apresentados aos usuários e subsidiaram o refinamento do modelo.

A fase final desta pesquisa consistiu na utilização, manutenção e avaliação da eficácia do modelo aprimorado para a análise de políticas. Sessões de utilização do modelo foram realizadas com gestores e equipes de TI da organização pesquisadas. Através de cenários, foi possível simular e avaliar o efeito que a adoção de diferentes políticas de monitoramento, bem como de iniciativas de melhoria, poderiam ter no alcance dos benefícios estabelecidos com o gerenciamento de capacidade de serviços *IaaS*. Também foi ilustrado como simular ações de controle possíveis de serem tomadas por gestores de TI visando evitar ou reduzir o comprometimento do alcance dos benefícios estabelecidos.

Durante a fase de análise de sensibilidade descrita no capítulo que reporta o estudo de validação, foram realizadas 150 simulações (com amostras aleatórias do provedor), usando como entrada amostras aleatórias multivariadas pertinentes ao provedor de serviços. Os resultados das simulações foram analisados pelos gestores, os quais consideraram os mesmos em conformidade com os objetivos definidos para o modelo (análise de sensibilidade).

Na atividade final de validação de aprendizagem foi obtida a avaliação dos usuários a respeito da eficácia do modelo como ferramenta de apoio a decisão. Foram usados formulários e entrevistas para este fim. Os resultados da análise quantitativa (formulários) e qualitativa (entrevistas) apontaram para a aceitação das hipóteses de pesquisa.

### ***5.3.1 Descrição e resultados das simulações - Cenário #1***

O primeiro cenário avaliado teve como base os indicadores e a situação atual do provedor *Alpha*. Nessa avaliação, o objetivo da simulação foi analisar como está a capacidade, infraestrutura *IaaS*, frente a demanda atual de negócio. Buscou-se também avaliar a situação dos processos de negócio e saber se existe a necessidade de investimentos em RH.

O provedor *Alpha* tem custos para manutenção da infraestrutura *IaaS* em operação. Esses custos possuem diversas origens, tais como: energia elétrica, *marketing*, folha de pagamento, impostos e etc... Existe uma preocupação dos gestores em relação à lucratividade do negócio, sendo sua maior referência o indicador informado pelo ROI. A necessidade de segurança é permanente para os gestores do provedor *Alpha*, que idealizam estimar o status dessa situação, através da aplicação de regras, exposição e vulnerabilidades.

A expectativa dos gestores é de que o modelo alertasse sobre problemas da situação atual e que lhe desse orientações sobre o que poderia ser feito na tomada de decisão. Caso um indicador (*KCI*) não esteja atingindo o padrão estabelecido, o gestor espera poder realizar uma análise dos resultados, com foco na causa-efeito.

Como etapa preliminar às simulações realizadas, no primeiro cenário avaliado, o modelo foi calibrado com variáveis que refletem o cenário base do provedor *IaaS Alpha*, conforme apresentado na Tabela 30. Houve participação dos gestores da empresa em todas as fases do estudo de caso.

Tabela 30 - Calibragem base do Provedor *IaaS*

<b>Nome da variável de calibragem</b>	<b>Valor</b>
Consumo dos Recurso -Internet	60%
Consumo dos Recurso - Memória	20971520
Consumo dos Recurso - Processamento	80%
Consumo dos Recurso - <i>Storage</i>	819200
Indicador de Satisfação	90%
Funcionários Conhecimento	90%
Funcionários Motivação	90%
Receitas Plano Corporativo	R\$ 40.400,00
Receitas Plano Varejo	R\$ 384.000,00
ROI	1.3

Fonte: Autor

Os valores da calibragem base, mostrados na Tabela 30, permanecem na calibragem para avaliação comportamental do modelo. Isto porque a primeira calibragem se refere a uma avaliação estrutural do modelo considerando todas as restrições e disponibilidades de recursos de TI. Os valores peculiares da segunda calibragem incluem as mudanças de cenário avaliadas.

No intuito de se planejar o conjunto de dados de entrada para as simulações dos testes de comportamento do primeiro cenário avaliado, as seguintes variáveis foram capturadas dos registros de controles do provedor: capacidade estimada, elasticidade estimada, *KPIs* desejados e *KPIs* definidos, despesas com infraestrutura do provedor *IaaS*, tamanho, nível de conhecimento e motivação da equipe. A Tabela 31 mostra os dados da simulação realizada e ilustra os valores informados para os testes de avaliação do comportamento do sistema durante as simulações.

Tabela 31 - Valores informados para os testes de avaliação do comportamento do sistema para a simulação de cenários

<b>Variáveis de Entrada</b>	<b>Valor Informado</b>	<b>Unidade</b>
Storage Capacidade	512000	MB
Storage Elasticidade	307200	MB
Storage Atenção	50	%
Storage Impacto	0,4	n
Storage Consumo	588902,4	MB
Memoria Capacidade	10485760	MB
Memoria Elasticidade	10485760	MB
Memoria Atenção	60	%
Memoria Impacto	0,2	n
Memoria Consumo	235292,16	MB
Processamento Capacidade	100	Mflops
Processamento Elasticidade	100	MB
Processamento Atenção	50	%
Processamento Impacto	0,3	n
Processamento Consumo	80%	%
Virtualização Capacidade	100	MB

<b>Variáveis de Entrada</b>	<b>Valor Informado</b>	<b>Unidade</b>
Virtualização Elasticidade	100	MB
Virtualização Atenção	100	%
Virtualização Impacto	0,1	n
Virtualização Consumo	80	%
ROI	30	%
ROI Atenção	10	%
Benefícios Tolerância	80	%
<i>KPI</i> CO	90	%
<i>KPI</i> Bef	90	%
<i>KPI</i> PG	90	%
<i>KPI</i> MCS	70	%
<i>KPI</i> PER	5	%
<i>KPI</i> GS	95	%
<i>KPI</i> ISC	95	%
<i>KPI</i> DS	80	%
<i>KPI</i> DM	80	%
<i>KPI</i> DP	80	%
<i>KPI</i> DV	90	%
<i>KPI</i> LPI	90	%
<i>KPI</i> API	90	%
<i>KPI</i> CCP	90	%
<i>KPI</i> DRH	90	%
<i>KPI</i> TRH	5	%
Desempenho RH Atenção	80	%
Qualidade	85	%
Indicador de Satisfação	70	%
Custos do <i>IaaS</i>	R\$ 83.000,00	R\$
Energia Elétrica	R\$ 20.000,00	R\$

<b>Variáveis de Entrada</b>	<b>Valor Informado</b>	<b>Unidade</b>
Administrativos	R\$ 5.812,00	R\$
RH	R\$ 157.000,00	R\$
Divulgação	R\$ 14.630,00	R\$
Valor Planejado para Custos	R\$ 300.000,00	R\$
Receitas Plano Varejo	R\$ 40.400,00	R\$
Receitas Plano Corporativo	R\$ 384.000,00	R\$
MTTR	5	%
MTBF	95	%
Funcionários Total	100	n
Experiência Profissional Equipe	80	%
Funcionários <i>Turnover</i> Atenção	3	%
Funcionários <i>Turnover</i>	20	n
Funcionários Conhecimento	90	%
Funcionários Motivação	90	%
Risco Ameaça	3	%
Risco Autenticação	95	%
Risco Atenção	3	%
Risco Controle Acesso	95	%
Risco Impacto	90	%
Risco Privacidade	95	%
Risco Probabilidade	3	%
Risco Vulnerabilidade	2	%
Quantidade de Serviços	100	n
Serviços com Planos	80	n
Tolerância Serviços sem Plano	20	%
Link Tamanho	2097152	MB
Link Demanda	1572864	MB
Link Tolerância	70	%

<b>Variáveis de Entrada</b>	<b>Valor Informado</b>	<b>Unidade</b>
Segurança Total de Regras	100	%
Segurança Regras Aplicadas	95	%
Segurança Regras Tolerância	5	%
Processos Quantidade	120	n
Processos Melhoria	80	n
Processos Melhoria Tolera	5	%
Processos Gerenciados	80	n
Processos Gerenciados Tolera	30	%

Fonte: Autor

### 5.3.1.1 Análise dos resultados - Simulação do Cenário #1

Após a informação dos dados e o processamento das informações durante a execução dos passos previstos para o modelo, as informações de saídas são geradas pelo modelo e analisadas pelos gestores. As saídas obtidas no modelo, a partir das simulações do primeiro cenário (vide Tabela 32) foram analisadas pelos gestores do provedor *Alpha* e os indicadores e sugestões de decisão gerados pelo modelo são mostrados na sequência.

Tabela 32 - Valores gerados pelo modelo para os testes de avaliação do comportamento do sistema durante a simulação do cenário #1

<b>Variáveis de Saída</b>	<b>Valor Gerado</b>	<b>Padrão Desejado</b>	<b>Unidade</b>
Conformidade de Orçamento	93.00	90.00	%
Desempenho dos Funcionários	88.50	90.00	%
Disponibilidade dos sistemas	95.00	90.00	%
Exposição a Risco	08.30	05.00	%
Gerenciamento de Segurança	93.00	95.00	%
Melhoria Contínua dos Processos	66.70	70.00	%
Consumo do Link	77.40	80.00	%

Variáveis de Saída	Valor Gerado	Padrão Desejado	Unidade
Consumo da Memória	45.00	70.00	%
Consumo do Processamento	40.00	60.00	%
Consumo do Storage	71.90	80.00	%
Performance da Virtualização	61.50	70.00	%
Processos Gerenciados	80.00	80.00	%
ROI	01.50	01.30	%
Segurança e Controle	95.00	95.00	%
Turnover de Funcionários	02.00	05.00	%

Fonte: Autor

A *Conformidade de Orçamento* considera a previsão de orçamento para custear os investimentos feitos para o provedor *Alpha* e o quanto realmente foi investido. O gestor faz uma estimativa dos custos que ocorrerão tais como energia elétrica, custos administrativos (material de expediente, limpeza,), recursos humanos, campanhas de marketing e etc.. Com base no levantamento dos custos e a relação do que foi gasto obtém-se a conformidade de orçamento. Considerando que alguns custos poderão ter alteração de valor, os gestores desejam ter uma assertividade de 90% ou mais.

O *Desempenho dos Funcionários* é um cálculo baseado estritamente em aspectos qualitativos (vide Equação 3) da equipe de TI. A *Disponibilidade dos sistemas* é calculada através do tempo médio entre falhas e o tempo médio de reparos, representados na Equação 14.

$$A = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad \text{Equação 14}$$

Onde:

*A* - Availability

*MTBF* - Mean Time Between Failures

*MTTR* - Mean Time To Repair

A *Exposição a Risco* é uma relação da exposição a riscos com o gerenciamento de segurança e as informações de segurança e controle para o provedor *IaaS*, (vide Equação 1).

O Gerenciamento de Segurança é calculado através do tempo médio entre falhas e o tempo médio de reparos, representados pela Equação 15.

$$GS = \frac{\sum_{j=1}^k M_j * WM_j}{\sum_{j=1}^k WM_j} \quad \text{Equação 15}$$

Onde:

*GS* – Gerenciamento de Segurança

*M<sub>j</sub>* - Métricas de segurança Regras de adesão do número métrico *j*

*WM<sub>j</sub>* - Métricas de segurança Pesagem do número métrico *j*

*K* - Número total de métricas identificadas

*i* - 1

A *Melhoria Contínua dos Processos* obtém-se pelo número de processos que tiveram algum tipo de melhoria (documentação, redução de prazo ou custo, automação) em relação à quantidade total de processos, conforme apresentado na equação 16.

$$MCP = \left( \frac{PM}{TP} \right) * 100 \quad \text{Equação 16}$$

Onde:

*MCP* – Melhoria contínua dos Processos

*PM* – Processos Melhorados

*TP* – Total de processos

Os consumos de *link*, *Memória*, *processamento*, *storage* e *virtualização* são calculados pela demanda gerada pelos usuários em relação a capacidade disponibilizada pelo provedor *IaaS*. O cálculo dos *Processos Gerenciados* é obtido pelo número de processos que são gerenciados em relação à quantidade total de processos, conforme mostra a equação 17.

$$PG = \left( \frac{TPG}{TP} \right) * 100 \quad \text{Equação 17}$$

Onde:

*PG* – Processos Gerenciados

*TPG* – Total de Processos Gerenciados

*TP* – Total de processos

Entende-se como processo gerenciado, aquele que é possível avaliar o tempo necessário para sua execução, é possível mensurar a quantidade de recursos e insumos que serão necessários, o processo como um todo pode ser medido. O *ROI* é um indicativo econômico fundamental para qualquer negócio, porque representa a relação entre o retorno e o capital investido em um projeto, conforme apresentado na equação 18.

$$ROI = \left( \frac{GO-II}{II} \right) * 100 \quad \text{Equação 18}$$

Onde:

*ROI*– Return On Investment

*GO*–Ganhos Obtidos

*II*–Investimento Inicial

No modelo, os ganhos obtidos são as receitas geradas pelos planos corporativo e varejo. O investimento são os custos que o provedor tem com marketing, pessoas, energia elétrica, despesas administrativas. O *Turnover* (vide Equação 19) é a rotatividade de funcionários da empresa *Alpha*. No modelo, o cálculo é gerado considerando-se o período de um ano.

$$CT = \left( \frac{TT}{TF} \right) * 100 \quad \text{Equação 19}$$

Onde:

*CT*– Calcula Turnover

*TT*–Total de Turnover

*TF*–Total de Funcionários

O modelo proposto utiliza no processo de avaliação o conceito de *Key Capacity Indicator (KCI)*, métrica agregada, que envolve um ou mais indicadores de desempenho relacionados ao gerenciamento de capacidade de serviços *IaaS*. Seu valor é gerado em termos percentuais, de acordo com a capacidade atendida pelo provedor *IaaS*. A Tabela 33 apresenta os *KCIs* gerados pelo modelo proposto após a primeira simulação.

Tabela 33 - *KCIs* gerados pelo modelo para os testes de avaliação do comportamento do sistema durante a simulação do cenário #1

<b><i>KCI</i></b>	<b>Valor Gerado</b>	<b>Meta (M) /Tolerância(T)</b>	<b>Unidade</b>
Otimização de Custos	93.80	90.00	%
Otimização de Processos	85.70	80.00	%
Infraestrutura de <i>IaaS</i>	67.50	70.00	%
Investimento em RH	88.50	90.00	%
Valor Percebido do Serviço	80.80	85.00	%

Fonte: Autor

Para simular estes dados, foram utilizados valores de dados de entrada fieis aos reportados por gestores e pelos sistemas de apoio e monitoramento utilizado pela equipe da TI. Alguns *KPIs*, por não haverem registros históricos, e por serem inéditos para o controle das atividades, foram baseados na experiência e na expertise dos gestores.

O *KCI Otimização de Custos*, é o resultado da avaliação do ROI e a satisfação do cliente. A otimização de custos é alcançada quando existe um bom desempenho dos *KPIs* relacionados a ROI e satisfação do cliente.

A satisfação do cliente é obtida através da pesquisa de satisfação onde o cliente informa o quanto está satisfeito com os serviços *IaaS* do provedor *Alpha*.

O cálculo do *KCI Otimização de Processos* é obtido através da relação entre processos gerenciados e processos melhorados conforme a Equação 20.

$$OP = \frac{\left(\frac{QPG}{QP} * 100\right) + \left(\frac{QPO}{QP} * 100\right)}{2} \quad \text{Equação 20}$$

Onde:

*OP* – Otimização de processos (%);

*QP* – Quantidade de Processos (inteiro);

*QPG* – Quantidade de Processos Gerenciados (inteiro);

*QPO* – Quantidade de Processos Otimizados (inteiro).

O *KCI Infraestrutura de IaaS*, consolida as informações dos *KPIs* relacionados a capacidade do *link*, *virtualização*, *memória*, *processador*, *storage* e o número de *não interrupções* (vide Equação 14).

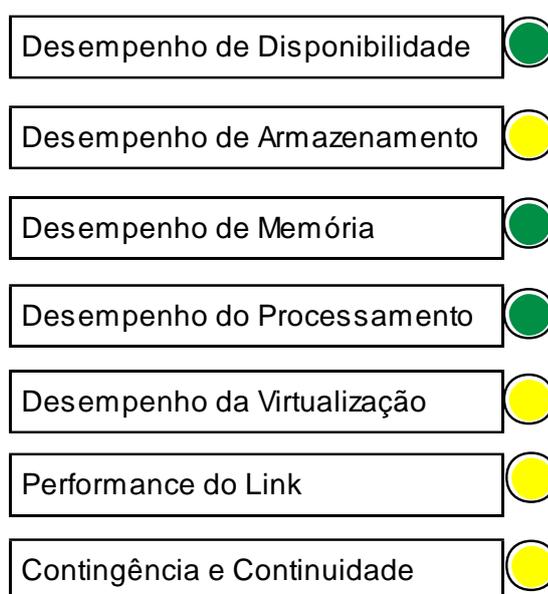
O *KCI Investimento em RH*, Equação 4, considera a experiência profissional da equipe, o nível de conhecimento dos funcionários, nível de motivação dos funcionários, a quantidade de funcionários, o *turnover*.

O *KCI de Valor Percebido do Serviço*, considera a *não interrupções* (vide Equação 14). Dos serviços e a qualidade dados para os serviços. Já o indicador (*KCI*) relativo a qualidade do serviço indica o quanto o serviço apresenta de qualidade em um determinado momento.

Entre os resultados do modelo proposto, a avaliação visual entre os indicadores gráficos dos *KPIs*, *KCIs* e de tomada de decisão gerados pela simulação são pontos importantes. Os indicadores gráficos são bastante úteis na validação do comportamento em modelos de dinâmica de sistemas.

A Figura 34 apresenta os indicadores de desempenho gerados pelo modelo, resultantes de dados calculados pelos processos de gestão de demanda e gestão de capacidade.

Figura 34 - Indicadores gerados pelos processos de gestão de demanda e capacidade durante a simulação do cenário #1



Fonte: Autor

Os indicadores mostrados na Figura 34 variam de acordo com três tipos de cores, **verde** – indicando que valor gerado está em conformidade *SLA* acordado. **Amarelo** – indica a necessidade de atenção pois os dados gerados ainda não estão dentro do limite aceitável, mas não estão num nível crítico. **Vermelho** – Indica que os dados gerados mostram que o indicador está comprometido e uma ação de intervenção torna-se necessária.

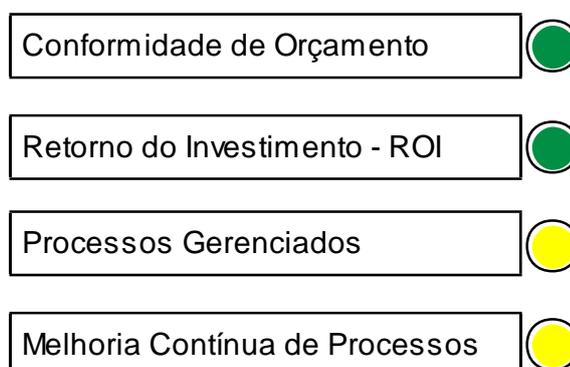
O cálculo do *KPI* de disponibilidade considera a equação 12, onde o gestor informa para o modelo, o tempo médio entre as Falhas (*MTBF*) dos serviços do provedor *IaaS* e o tempo médio de reparo (*MTTR*) para esses serviços obtendo assim o percentual de interrupções. Esse percentual será comparado com a meta de desempenho esperada que foi informada pelo gestor no *KPI* Indicador de Desempenho de Disponibilidade.

Os desempenhos de Armazenamento, Memória, Processamento, Virtualização e Performance do *Link*, seguem um mesmo processo, que foi apresentado na Figura 17, que mostra a estrutura básica que reproduz a dinâmica de alocação dos recursos de TI para a execução dos serviços de um provedor *IaaS*. O desempenho do serviço (Armazenamento, Memória, Processamento, Virtualização, *Link*) considera a demanda por esse serviço e a capacidade que o provedor *IaaS* tem para ofertar. O modelo, caso exista, irá considerar a elasticidade (vide Algoritmo 1) para atendimento a demanda. A partir da demanda pelo recurso (consumo) existe um fornecimento de capacidade por parte do provedor, com execução de balanceamento entre o consumo de recursos, a oferta de capacidade e o controle da elasticidade (quando necessário). Cada um dos serviços é comparado com o seu *KPI* (Indicador de Desempenho de Armazenamento, Indicador de Desempenho da Memória, Indicador de Desempenho de Processamento, Indicador de Virtualização, Indicador de Desempenho do *Link*). O gestor, para cada *KPI*, informa qual o percentual de tolerância de consumo do recurso que é comparada com a demanda atual que está ocorrendo pelos serviços de *IaaS* gerando assim, os valores para cada um dos indicadores de desempenho.

O valor do indicador de contingência e continuidade considera o percentual de serviços do provedor de *IaaS* que possuem planos de contingência e continuidade. No modelo, é considerada a relação entre a taxa de serviços que estão com plano de contingência e a quantidade total de serviços ofertada pelo provedor *IaaS*. Esse resultado (vide Algoritmo 9), é comparado com a meta que foi informada pelo gestor no *KPI* Plano de Contingência / Continuidade (CCP) gerando assim, o resultado apresentado no *KPI* de contingência e continuidade (Figura 34).

A Figura 35, apresenta *KPIs*, gerados pelo modelo, oriundos do processo de gestão do negócio.

Figura 35 - Indicadores gerados pelos processo de gestão do negócio durante a simulação do cenário #1



Fonte: Autor

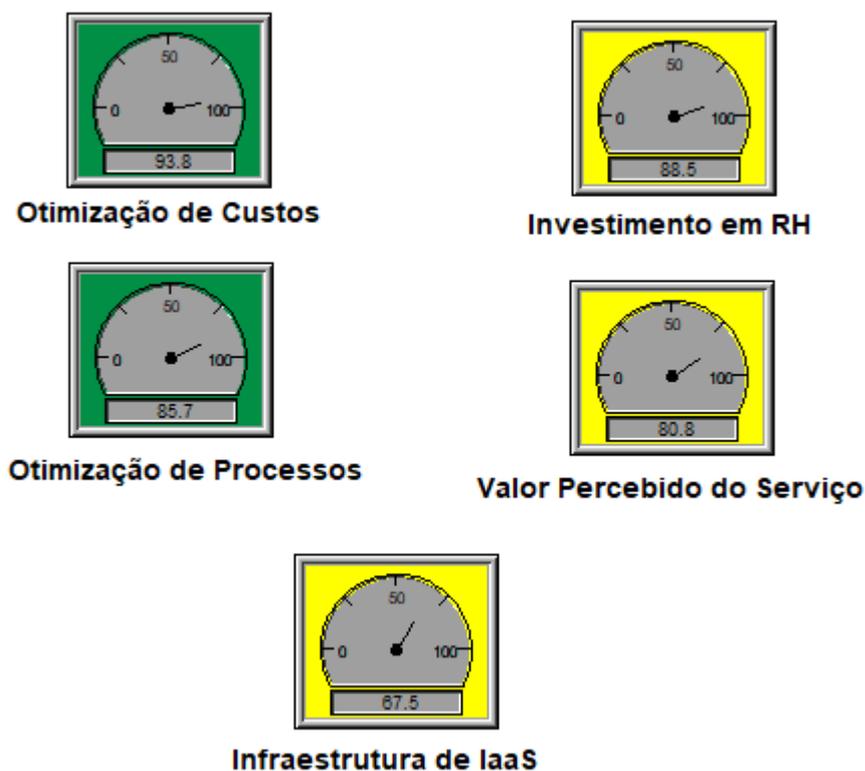
A conformidade de orçamento é obtida pela relação entre o valor que foi planejado para as despesas do provedor *IaaS* e as despesas reais ocorridas (vide Algoritmo 12). O resultado é comparado com a meta estabelecida pelo gestor no *KPI* de Conformidade de Orçamento (CO). O cálculo do *KPI* de Retorno de Investimento (ROI) é obtido pela relação da soma de todas as receitas menos as despesas do provedor *IaaS*, dividindo-se novamente pelas despesas e multiplicando-se por 100 (vide Equação 12). O resultado é confrontado com o percentual da meta informada pelo gestor no *KPI* ROI. O valor para o *KPI* Processos Gerenciados resulta da relação da quantidade de processos (QP), Quantidade de processos gerenciados (QPG) e quantidade de processos otimizados (QPO) (vide Equação 2) e comparado com o *KPI* de gestão de Processos (PG) (vide Algoritmos 7 e 8). O cálculo do *KPI* de Melhoria Contínua de Processos é obtido através da relação do número de processos que tiveram algum tipo de melhoria (documentação, redução de prazo ou custo, automação) em relação à quantidade total de processos do provedor *IaaS* (vide Equação 16) e comparado com a meta informada pelo gestor no *KPI* de Melhoramento Contínua do Processo (MCP).

A Figura 36, apresenta os *KCIs* gerados pelo modelo, oriundos dos processos de gestão do negócio, gestão de benefícios, gestão de demandas e gestão de capacidade. Nesse ponto, existe a análise de comportamentos que envolve o processo como um todo.

Considerou-se uma dinâmica de monitoramento periódico para os serviços do provedor *IaaS*, em conformidade com o ciclo de gerenciamento de capacidade indicado pelo guia ITIL. Os resultados das simulações foram confrontados com os dados reais da organização.

O modelo proposto, com base nos resultados das informações geradas pós-simulação, apresenta orientações para dar suporte a tomada de decisão. Essas orientações são influenciadas pelos resultados de saídas dos *KPIs*, pela média gerada dos *KCIs* e pelas opções de escolhas geradas do método *AHP*.

Figura 36 - Indicadores KCIs gerados pelo modelo durante a simulação do cenário #1



Fonte: Autor

O *KCI* Otimização de Custos é obtido através da relação dos percentuais de resultado dos *KPIs* de avaliação do ROI e a satisfação do cliente. Os percentuais são somados e dividido por dois, comparando-se o resultado com a meta informada pelo gestor no *KCI* de *Gestão de Custos* (GC). O *KCI* Otimização de Processos é obtido através dos *KPIs* de Exposição a Risco (Equação 1), ROI alcançado (Equação 12), Gerenciamento de Segurança (Equação 15), Processos Melhorados (Equação 16), Possessos Gerenciados (Equação 17), do Desempenho dos Recursos Humanos (Algoritmo 12) e pelo percentual informando para o *KPI* de Satisfação do cliente. Esses itens após somados e divididos por sete, são comparados com a meta estipulada pelo gestor para *KCI Gestão de Processos e Serviços* (GPS). O *KCI* Investimento em RH obtém-se pela relação entre o *turnover*, experiência profissional da equipe de TI, o nível de conhecimento dos funcionários e o nível de motivação dos funcionários (Algoritmo 11) somado ao *KPI* de Satisfação do cliente e dividido por dois. O percentual de

resultado é comparado com a meta definida para o *KCI Gerenciamento de Recursos Humanos* (GRH). O *KCI* referente ao Valor Percebido pelo Serviço é o resultado do *KPI* de Não Interrupções (Equação 6) mais o percentual informado para o *KPI* de Qualidade do Serviço. Os valores, após somados e divididos por 2, são comparados com a meta definida para *KCI* de Valor Percebido pelo Cliente (VPC). Finalmente, o *KCI* de Infraestrutura de *IaaS* é o resultado das somas dos percentuais obtidos com os *KPIs* de Indicador de Desempenho de Armazenamento, Indicador de Desempenho da Memória, Indicador de Desempenho de Processamento, Indicador de Virtualização, Indicador de Desempenho do Link e Não interrupções. Após somar e dividir por seis, o valor resultante é comparado com o *KCI* Indicador de Capacidade Física da Máquina (ICFM).

Considerando os dados base do cenário atual, o modelo, na perspectiva multicritério (*AHP*) de retorno do serviço *IaaS* para o negócio, avaliou normal a situação da carteira de clientes e reavaliação dos planos não indicando necessidades de mudanças no sentido de aumento, onde os gestores avaliaram que a decisão sugerida pelo modelo estava em conformidade com a decisão que seria tomada pelos gestores, e naquele cenário indicando um ponto de atenção para a qualidade dos serviços (vide Figura 37).

Figura 37 - Indicadores gerados para decisão multicritério relativa aos clientes do provedor *IaaS* durante a simulação do cenário #1

Expandir carteira de clientes	<input type="radio"/>
Reavaliar o valor dos planos	<input type="radio"/>
Melhorar a qualidade dos serviços	<input checked="" type="radio"/>

Fonte: Autor

Na perspectiva ações em função dos processos de negócio, os resultados da simulação no modelo proposto indicaram não haver a necessidade de ações relacionadas aos processos de negócio do provedor *IaaS*, conforme mostrado na Figura 38.

Figura 38 - Indicadores gerados para decisão multicritério relativa aos processos de negócio durante a simulação do cenário #1

Melhorar	<input type="radio"/>
Manter	<input checked="" type="radio"/>
Mudar	<input type="radio"/>

Fonte: Autor

Os resultados obtidos a partir das decisões indicadas pelo modelo, mostraram que as ações em função da infraestrutura *IaaS*, deverão ser feitas a partir de ações prioritárias relacionadas a mudança da infraestrutura. Caso o gestor queira entender quais mudanças deverão ser feitas, poderá verificar os *KPIS* relacionados com o desempenho de *storage*, processamento, *link* internet (Figura 39), que estão demandando atenção.

Figura 39 - Indicadores gerados para decisão multicritério relativa à infraestrutura *IaaS* durante a simulação do cenário #1

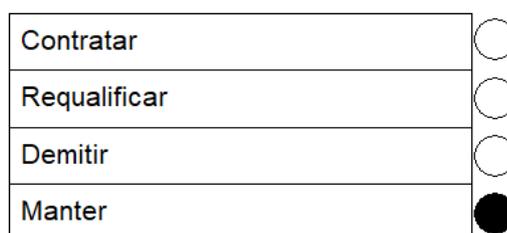


Fonte: Autor

O modelo proposto permite ao gestor, realizar análises minuciosas entre os indicadores a nível de gestão, táticos e operacionais para entender a causa de um determinado comportamento que o sistema esteja apresentando numa simulação.

Em relação as ações em função do desempenho do RH (Figura 40), os resultados do modelo nessa simulação não indicam a necessidade de ações relacionadas com a contratação de pessoas e requalificação da equipe atual do provedor *IaaS*.

Figura 40 - Indicadores gerados para decisão multicritério relativa à RH durante a simulação do cenário #1



Fonte: Autor

### 5.3.2 Descrição e resultados das simulações - Cenário #2

No segundo cenário simulado pelos gestores do provedor *Alpha*, buscou-se avaliar o lançamento de uma possível promoção, onde a demanda pelos serviços iria aumentar sensivelmente. O foco da avaliação consistiu em analisar se a atual configuração dos recursos iria atender a uma possível demanda gerada por esse cenário promocional, possibilitando assim

um gerenciamento proativo, com uma tomada de decisão antecipada em relação a possíveis mudanças que se fizessem necessárias.

Torna-se importante citar que o segundo cenário simulado considera aspectos relacionados à capacidade técnica dos recursos de infraestrutura. Os processos de negócio, equipe, segurança da informação e valor dos planos, permaneceram inalterados. Buscou-se avaliar exclusivamente aspectos relacionados à demanda dos clientes por serviços.

### 5.3.2.1 Análise dos resultados - Simulação do Cenário #2

O segundo cenário simulado avaliou a empresa *Alpha* durante uma campanha promocional, onde haveria aumento o seu quadro de clientes 30% no segmento varejo passando de 400 para 520 e 20% no segmento corporativo, passando de 1600 para 1920 clientes totalizando 2440 clientes, conforme apresentado na Tabela 34.

Tabela 34 - Calibragem com base na nova quantidade de clientes da empresa *Alpha* após campanha promocional para a simulação do cenário #2

<b>Plano</b>	<b>Mini</b>	<b>Pro</b>	<b>Max</b>
<b>Varejo</b>	104	156	260
<b>Corporativo</b>	384	576	960

Fonte: Autor

Os gestores do provedor decidiram manter a estimativa padrão utilizada, onde a cada 5 clientes, estima-se que apenas 1 estaria utilizando os serviços do provedor. Após a entrada dos dados no modelo e o processamento das informações na simulação, as saídas foram geradas pelo modelo e analisadas pelos gestores.

A Tabela 35 apresenta as saídas obtidas pelo modelo na simulação do segundo cenário. Os resultados da simulação e sugestões de decisões indicadas pelo modelo foram analisados pelos gestores do provedor *Alpha*, como mostrado na sequência.

Tabela 35 - Valores gerados pelo modelo para os testes de avaliação do comportamento do sistema durante a simulação do cenário #2

Variáveis de Saída	Valor Gerado	Padrão Desejado	Unidade
Conformidade de Orçamento	93.50	90.00	%
Desempenho dos Funcionários	88.40	90.00	%
Disponibilidade dos sistemas	94.40	90.00	%
Exposição a Risco	11.70	05.00	%
Gerenciamento de Segurança	86.70	95.00	%
Melhoria Contínua dos Processos	66.70	70.00	%
Consumo do Link	77.40	80.00	%
Consumo da Memória	52.00	70.00	%
Consumo do Processamento	56.30	60.00	%
Consumo do Storage	87.80	70.00	%
Performance da Virtualização	60.00	70.00	%
Processos Gerenciados	80.00	80.00	%
ROI	03.10	01.30	%
Segurança e Controle	95.00	95.00	%
Turnover de Funcionários	02.00	05.00	%

Fonte: Autor

O provedor *Alpha* define padrões de segurança, limites que devem ser atingidos/mantidos. A exposição a risco considera percentuais de ameaça, vulnerabilidade, probabilidade de ocorrência. Quanto menor for a exposição, melhor. O cenário 2 mostra que medidas relacionadas em diminuir a exposição a risco devem ser tomadas pois a simulação do modelo apresenta um percentual de 11.7% de exposição enquanto que a tolerância definida para o *KPI* de exposição a risco é de 5%.

O gerenciamento de segurança considera a autenticação de usuários, o controle de acesso e a privacidade das informações. Quanto maior o índice, melhor será o controle. Nesse critério também serão necessárias medidas de melhoria pois simulação mostra um desempenho de 86.7% enquanto que o *KPI* acordado pelos gestores é de 95%.

A Tabela 36 apresenta os *KCIs* gerados pelo modelo proposto após a simulação do segundo cenário.

Tabela 36 - *KCIs* gerados pelo modelo para os testes de avaliação do comportamento do sistema durante a simulação do cenário #2

<i>KCI</i>	Valor	Meta (M) /Tolerância(T)	Unidade
Otimização de Custos	93.60	90.00	%
Otimização de Processos	85.70	80.00	%
Infraestrutura de <i>IaaS</i>	67.50	70.00	%
Investimento em RH	84.30	90.00	%
Valor Percebido do Serviço	80.30	85.00	%

Fonte: Autor

Para simular estes dados, foram utilizados valores de dados de entrada fieis aos reportados por gestores e pelos sistemas de apoio e monitoramento utilizado pela equipe do provedor.

Alguns *KPIs*, por não haverem registros históricos, e por serem inéditos para o controle das atividades, foram baseados na experiência e na *expertise* dos gestores. A Figura 41 apresenta os indicadores de desempenho gerados pelo modelo resultantes de dados calculados pelos processos de gestão de demanda e gestão de capacidade.

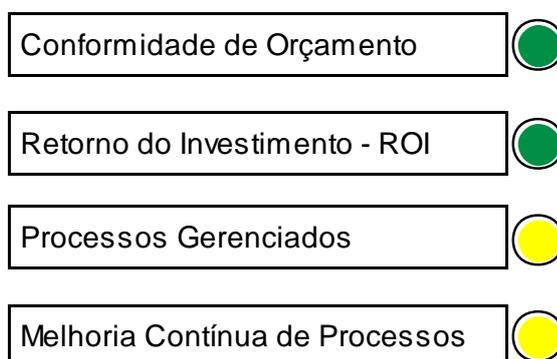
Figura 41 - Indicadores gerados pelos processos de gestão de demanda e capacidade durante a simulação do cenário #2



Fonte: Autor

Nesta situação, o cenário apresentado gerou indicativos de que o recurso de *storage* estaria comprometido, assim como o recurso de processamento, demandando atenção por parte dos gestores. A Figura 42, apresenta *KPIs*, gerados pelo modelo, oriundos do processo de gestão do negócio.

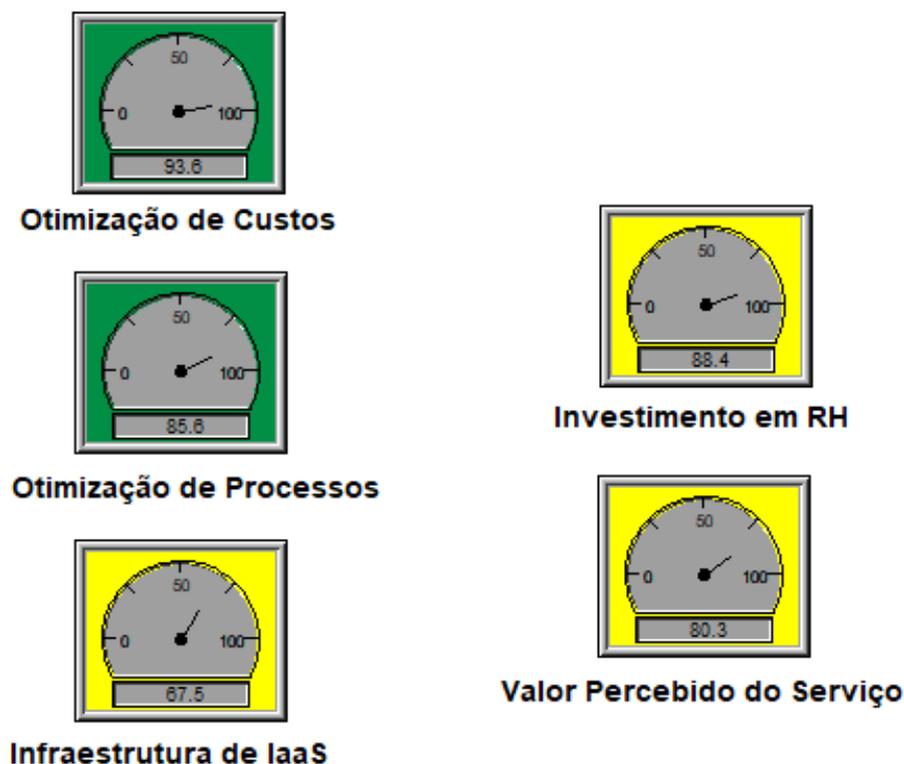
Figura 42 - Indicadores gerados pelo processo de gestão do negócio durante a simulação do cenário #2



Fonte: Autor

A Figura 43, apresenta os indicadores e cores relativos aos *KCIs* gerados pelo modelo, oriundos dos processos de gestão do negócio, gestão de benefícios, gestão de demandas e gestão de capacidade.

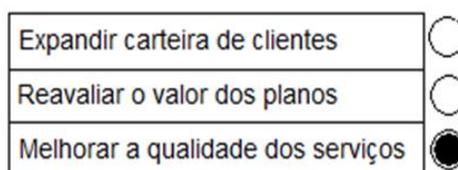
Figura 43 - Indicadores KCIs gerados pelo modelo durante a simulação do cenário #2



Fonte: Autor

A Figura 44, apresenta a *decisão sugerida* pelo módulo *de tomada de decisão* do modelo (AHP), relativa aos clientes do provedor *IaaS*. Para o cenário simulado, nota-se que os resultados indicaram a necessidade de melhorar a qualidade dos serviços.

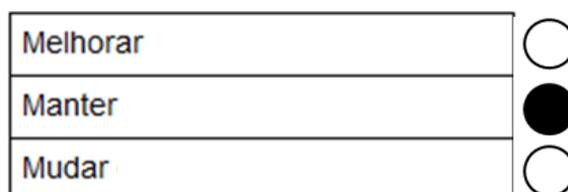
Figura 44 - Indicadores gerados para decisão multicritério relativa aos clientes do provedor *IaaS* durante a simulação do cenário #2



Fonte: Autor

Na perspectiva de ações em função dos processos de negócio, o modelo proposto avalia não haver a necessidade de ações relacionadas aos processos de negócio do provedor *IaaS*, conforme mostrado na sugestão manter os processos de negócio ilustrada na Figura 45.

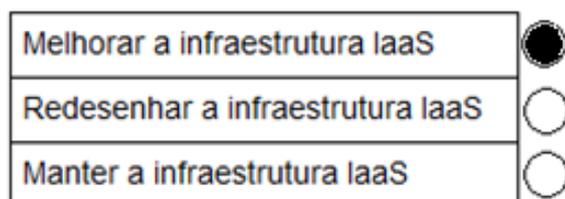
Figura 45 - Indicadores gerados para decisão multicritério relativa aos processos de negócio durante a simulação do cenário #2



Fonte: Autor

Considerando os dados base do cenário atual, o modelo, na perspectiva multicritério (*AHP*) de retorno do serviço *IaaS* para o negócio, indicou uma possível criticidade da situação de infraestrutura, sugerindo mudanças a partir de melhorias. Os gestores avaliaram que a decisão sugerida pelo modelo estava em conformidade com a decisão que seria tomada pelos gestores, e naquele cenário a capacidade de armazenamento do provedor precisaria ser aumentada (vide Figura 46).

Figura 46 - Indicadores gerados para decisão multicritério relativa à infraestrutura *IaaS* durante a simulação do cenário #2



Fonte: Autor

Os resultados obtidos a partir das decisões indicadas pelo modelo, mostraram que as ações em função da infraestrutura *IaaS*, deverão ser feitas a partir de ações prioritárias relacionadas a mudança da infraestrutura. Caso o gestor queira entender quais mudanças deverão ser feitas, ele poderá verificar os *KPIs* relacionados com o desempenho de *storage*, processamento, *link internet*, indicados pelo modelo como demandando atenção nessa simulação.

Em relação as ações em função do desempenho do RH (Figura 47), os resultados da simulação com o modelo indicaram existir a necessidade de atenção sobre ações relacionadas com a contratação de pessoas para a equipe atual do provedor *IaaS*.

Figura 47 - Indicadores gerados para decisão multicritério relativa à RH durante a simulação do cenário #2

Contratar	<input checked="" type="radio"/>
Requalificar	<input type="radio"/>
Demitir	<input type="radio"/>
Manter	<input type="radio"/>

Fonte: Autor

### 5.3.3 Descrição e resultados das simulações - Cenário #3

No terceiro cenário simulado pelos gestores do provedor *Alpha*, buscou-se avaliar o uso massivo dos recursos *IaaS* pelos clientes. O foco da avaliação consistiu em analisar como a atual configuração dos recursos iria atender a uma possível demanda gerada por esse cenário, em que 100% dos clientes estivessem requisitando os serviços de *IaaS* possibilitando assim um gerenciamento proativo, com uma tomada de decisão antecipada em relação a possíveis mudanças que se fizessem necessárias.

Torna-se importante citar que o terceiro cenário simulado considera aspectos relacionados à capacidade técnica dos recursos de infraestrutura, recursos humanos, processos de TI. Os processos de negócio, segurança da informação, ROI desejado pelos gestores, custos de manutenção do provedor, qualidade dos serviços, satisfação do cliente e valor dos planos, permaneceram inalterados. Buscou-se avaliar exclusivamente aspectos relacionados à demanda dos clientes pelos serviços.

#### 5.3.3.1 Análise dos resultados - Simulação do Cenário #3

O terceiro cenário simulado avaliou a empresa *Alpha* durante um momento em que todos os seus clientes passaram a acessar os serviços de *IaaS* do provedor. Atualmente, a empresa *Alpha* conta com clientes no segmento varejo e corporativo organizado em planos, conforme apresentado na Tabela 37.

Tabela 37 - Calibragem com base na atual quantidade de clientes da empresa Alpha para a simulação do cenário #3

<b>Plano</b>	<b>Mini</b>	<b>Pro</b>	<b>Max</b>
<b>Varejo</b>	80	120	200
<b>Corporativo</b>	320	480	800

Fonte: Autor

Os gestores do provedor ignoraram a estimativa padrão utilizada, onde a cada 5 clientes, estima-se que apenas 1 estaria utilizando os serviços do provedor. Após a entrada dos dados no modelo e o processamento das informações na simulação, as saídas foram geradas pelo modelo e analisadas pelos gestores.

A Tabela 38 apresenta as saídas obtidas pelo modelo na simulação do terceiro cenário. Os resultados da simulação e sugestões de decisões indicadas pelo modelo foram analisados pelos gestores do provedor *Alpha*, como mostrado na sequência.

Tabela 38 - Valores gerados pelo modelo para os testes de avaliação do comportamento do sistema durante a simulação do cenário #3

<b>Variáveis de Saída</b>	<b>Valor Gerado</b>	<b>Padrão Desejado</b>	<b>Unidade</b>
Conformidade de Orçamento	93.50	90.00	%
Desempenho dos Funcionários	88.50	90.00	%
Disponibilidade dos sistemas	55.60	95.00	%
Exposição a Risco	11.70	05.00	%
Gerenciamento de Segurança	86.70	95.00	%
Melhoria Contínua dos Processos	66.70	70.00	%
Consumo do Link	97.70	80.00	%
Consumo da Memória	100	70.00	%
Consumo do Processamento	100	60.00	%
Consumo do Storage	100	70.00	%
Performance da Virtualização	100	70.00	%
Processos Gerenciados	80.00	80.00	%

<b>Variáveis de Saída</b>	<b>Valor Gerado</b>	<b>Padrão Desejado</b>	<b>Unidade</b>
ROI	03.10	01.30	%
Segurança e Controle	95.00	95.00	%
Turnover de Funcionários	02.00	05.00	%

Fonte: Autor

A Tabela 39 apresenta os *KCIs* gerados pelo modelo proposto após a simulação do segundo cenário.

Tabela 39 - *KCIs* gerados pelo modelo para os testes de avaliação do comportamento do sistema durante a simulação do cenário #3

<b><i>KCI</i></b>	<b>Valor</b>	<b>Meta (M) /Tolerância(T)</b>	<b>Unidade</b>
Otimização de Custos	83.90	90.00	%
Otimização de Processos	78.30	80.00	%
Infraestrutura de <i>IaaS</i>	100	70.00	%
Investimento em RH	78.60	90.00	%
Valor Percebido do Serviço	47.20	85.00	%

Fonte: Autor

Para simular estes dados, foram utilizados valores de dados de entrada fieis aos reportados por gestores e pelos sistemas de apoio e monitoramento utilizado pela equipe do provedor.

Alguns *KPIs*, por não haverem registros históricos, e por serem inéditos para o controle das atividades, foram baseados na experiência e na *expertise* dos gestores. A Figura 48 apresenta os indicadores de desempenho gerados pelo modelo resultantes de dados calculados pelos processos de gestão de demanda e gestão de capacidade.

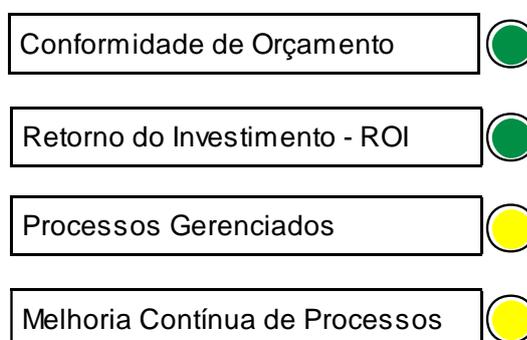
Figura 48 - Indicadores gerados pelos processos de gestão de demanda e capacidade durante a simulação do cenário #3



Fonte: Autor

Nesta situação, o cenário apresentado gerou indicativos de que os recursos de *storage*, memória, processamento, virtualização, *link*, desempenho e disponibilidade dos serviços estão comprometidos, ou seja, a infraestrutura de *IaaS* da empresa *Alpha* não comporta a quantidade de clientes, caso eles acessem ao mesmo tempo. A contingência e continuidade dos serviços apresentou-se comprometida isso porque, assim esse é um cálculo que considera a capacidade técnica dos recursos de *IaaS* e os processos de TI. A Figura 49, apresenta *KPIs* gerados pelo modelo, oriundos do processo de gestão do negócio.

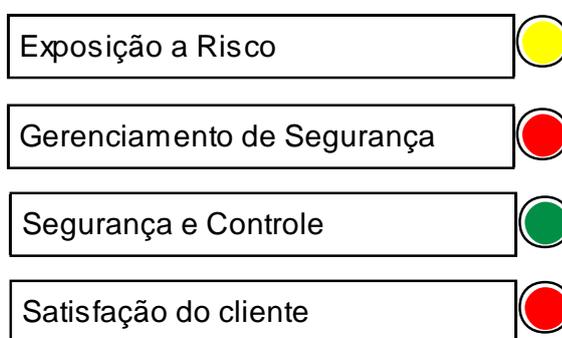
Figura 49 - Indicadores gerados pelo processo de gestão do negócio durante a simulação do cenário #3



Fonte: Autor

O cenário aponta uma maior exposição a riscos (destacada em cor amarela na Figura 50) visto que em virtude do aumento consumo total dos recursos *IaaS*, existe uma chance maior de incidentes acontecerem. O sistema apontou o gerenciamento com a segurança como crítico (destacado em cor vermelha na Figura 50), pois existe um maior número de pessoas acessando, se autenticando, utilizando os serviços, com uma probabilidade maior de pessoas não autorizadas acessarem ao sistema, tentativas de burlar a segurança do provedor e ataque de hackers. O *KPI* relativo a segurança e controle se manteve estável (cor verde), pois está relacionado com o número de regras de segurança definidas pela equipe de TI que estão sendo seguidas. Este *KPI* está relacionado com o Sistema de Gestão de Segurança da Informação (SGSI) adotado pelo provedor. O indicador de satisfação do cliente está comprometido na simulação, tendo em vista que o acesso elevado aos recursos do serviço pode comprometer o desempenho dos recursos de *IaaS* e isso é percebido pela lentidão de respostas aos serviços solicitados, além do tempo de repostas da equipe de TI, que estará sendo mais demandada, influenciando a percepção do cliente em relação ao serviço recebido. A Figura 50 apresenta a visão dos *KPIs* gerados pelo modelo, oriundos do processo de gestão de benefícios do negócio.

Figura 50 - Indicadores gerados pelo processo de gestão de benefícios do negócio durante a simulação do cenário #3

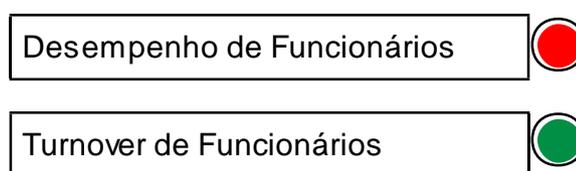


Fonte: Autor

O *KPI* de Exposição a Risco é obtido pela relação entre os percentuais informados pelo gestor em relação a ameaça, probabilidade e vulnerabilidade (vide Algoritmo 4). O *KPI* de Gerenciamento de Segurança é obtido pela relação entre os percentuais informados para autenticação, acesso e privacidade (vide Algoritmo 5). Segurança e Controle é obtido pela relação entre as regras de segurança aplicada em relação ao total de regras de segurança do provedor *IaaS* (vide Algoritmo 6). A satisfação do cliente, conforme já informado anteriormente, é obtida através da pesquisa de satisfação onde o cliente informa o quanto está satisfeito com os serviços *IaaS* do provedor *Alpha*.

Durante a simulação, o modelo gerou indicativos de que o quantitativo de pessoas para atendimento não seria suficiente para atender a demanda simulada (vide cor vermelha destacada no desempenho de funcionários da Figura 51). O *KPI* relacionado com o *turnover* não estaria comprometido, mas o aumento do número de pessoas requisitando os serviços de *IaaS* do provedor, iria exigir mais da equipe de TI. Considerando o aumento no número de chamados, a necessidade de intervenção para melhorar o desempenho dos recursos técnicos, a intervenção para o restabelecimento de serviços, iriam comprometer o desempenho da equipe e TI. A Figura 51, apresenta a visão dos *KPIs*, gerados pelo modelo, oriundos da avaliação dos recursos humanos.

Figura 51 - Indicadores gerados para avaliação dos recursos humanos durante a simulação do cenário #3



Fonte: Autor

O *KPI* de Desempenho de Funcionários é obtido pela relação entre *turnover* e pelos percentuais informados pelo gestor em relação a experiência profissional da equipe de TI, o nível de conhecimento dos funcionários e o nível de motivação dos funcionários. A soma desses parâmetros dividida por 4 e comparada com a meta estabelecida para o *KPI* de desempenho do RH gera o resultado de avaliação. *Turnover* de Funcionários (Equação 19) é a rotatividade de funcionários ocorrida pelo período de um ano.

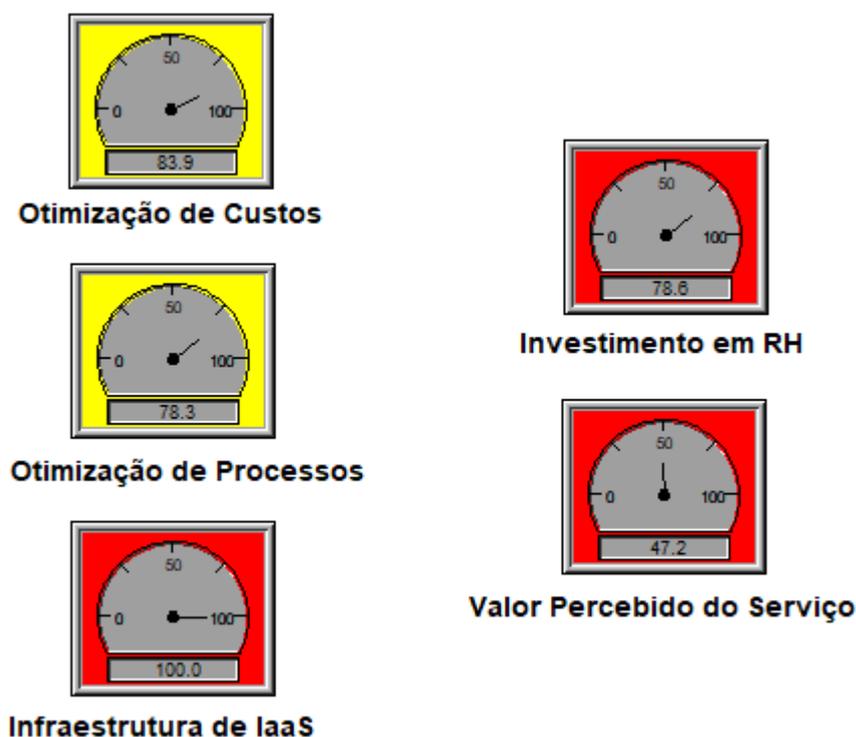
A empresa *Alpha* não considera apenas os critérios financeiros para avaliação do *KCI* relativo a otimização de custos. O *KPI* de desempenho e melhoria de processos é considerado para a geração do valor. O mesmo acontece com o *KCI* de otimização de processos que considera a satisfação do cliente.

A Figura 52, apresenta os indicadores e sinalizações de cores relativas aos *KCIs* gerados pelo modelo, oriundos dos processos de gestão do negócio, gestão de benefícios, gestão de demandas e gestão de capacidade.

Os resultados obtidos indicaram uma necessidade de se avaliar os custos e processos. A cor amarela sinalizou aos gestores que esses indicadores podem vir a se tornar um problema no futuro, no caso de não se investir ou melhorar os pontos que podem vir a gerar problemas.

Em relação aos indicadores referentes a recursos humanos, valor percebido do serviço e infraestrutura *IaaS*, os resultados da simulação indicaram que existe a necessidade de intervenção nesses pontos específicos (vide cor vermelha nos indicadores mostrados na Figura 52).

Figura 52 - Indicadores KCIs gerados pelo modelo durante a simulação do cenário #3



Fonte: Autor

Após a execução do módulo *AHP* do modelo, os resultados apresentados na Figura 53 mostram indicativos de decisão, oriundos do processo de gestão do negócio, com foco na otimização de custos. A decisão envolve a escolha entre as sugestões de expansão, para aumento de receitas, reavaliação de preços para melhoria da lucratividade, ou melhoria da qualidade do serviço para otimização dos custos. Nesse cenário, a sugestão do modelo foi de melhorar a qualidade dos serviços, devido ao comprometimento indicados nos *KCI* de infraestrutura da Figura 52 e nos *KPIs* da Figura 51. Os gestores avaliaram que a sugestão do modelo estaria em conformidade com a decisão tomada em um cenário real, com as mesmas condições.

Figura 53 - Indicadores gerados para decisão multicritério relativa aos clientes do provedor IaaS durante a simulação do cenário #3

Expandir carteira de clientes	<input type="radio"/>
Reavaliar o valor dos planos	<input type="radio"/>
Melhorar a qualidade dos serviços	<input checked="" type="radio"/>

Fonte: Autor

Em relação aos processos de negócio, o modelo considera os critérios processos gerenciados, processos com necessidade de melhoria e o grau de satisfação do cliente. A escolha envolve a melhoria, manutenção ou mudança desses processos. Para o cenário avaliado, na perspectiva de ações em função dos processos de negócio, o modelo proposto sinalizou para a escolha da opção *melhoria dos atuais processos de negócio*, conforme mostrado na Figura 54.

Figura 54 - Indicadores gerados para decisão multicritério relativa aos processo de negócio durante a simulação do cenário #3

Melhorar	<input type="radio"/>
Manter	<input type="radio"/>
Mudar	<input checked="" type="radio"/>

Fonte: Autor

O modelo, na perspectiva multicritério (*AHP*) de avaliação da infraestrutura do cenário avaliado, conforme decisão indicada na Figura 54, a partir das indicações de criticidade dos *KPIs* de armazenamento, disponibilidade, processamento, virtualização, *link* e memória (comprometidos em cor vermelha - Figura 48), além do *KPI* relacionado a contingência e continuidade (cor amarela - Figura 48), indicando à necessidade de *melhorar a infraestrutura*, com uma possível expansão. Os gestores avaliaram que a decisão sugerida pelo modelo estava em conformidade com a opção que os mesmos escolheriam, considerando que a empresa *Alpha*, se baseia na premissa que um em cada cinco clientes está usando os serviços do provedor e naquele cenário.

Figura 55 - Indicadores gerados para decisão multicritério relativa à infraestrutura *IaaS* durante a simulação do cenário #3

Melhorar	<input type="radio"/>
Redesenhar	<input checked="" type="radio"/>
Manter	<input type="radio"/>

Fonte: Autor

Caso o gestor queira entender quais ações de possível expansão de infraestrutura (Figura 55) deverão ser feitas, ele poderá verificar os *KPIs* relacionados com o desempenho de *storage*, memória, processamento, *link* internet, disponibilidade dos sistemas, indicados pelo modelo como demandando atenção nessa simulação.

Em relação as ações em função do *desempenho do RH*, os resultados da simulação com o modelo indicaram existir a necessidade de *contratação de pessoas para a equipe (staff)* (vide Figura 56). Conforme citado anteriormente, os fatores considerados nessa decisão incluíram a motivação, experiência profissional e nível de conhecimento da equipe.

Figura 56 - Indicadores gerados para decisão multicritério relativa à RH durante a simulação do cenário #3

Contratar	<input checked="" type="radio"/>
Requalificar	<input type="radio"/>
Demitir	<input type="radio"/>
Manter	<input type="radio"/>

Fonte: Autor

#### 5.3.4 Descrição e resultados das simulações - Cenário #4

No quarto cenário simulado nesta pesquisa, em consenso com os gestores do provedor *Alpha*, a ênfase envolveu a avaliação de critérios qualitativos. O cenário simulado buscou colher informações envolvendo um alto *turnover* no *staff* (RH), desmotivação da equipe, diminuição do número de clientes. O foco da avaliação consistiu em analisar como a atual configuração dos recursos iria atender uma possível demanda por serviços, vivenciando um *déficit* em relação aos colaboradores.

Para a simulação do quarto cenário avaliado, foram mantidos como base os indicadores e a situação atual do provedor *Alpha*. Nessa avaliação, o objetivo da simulação foi

avaliar o impacto dos critérios qualitativos (pessoas, motivação, nível de conhecimento técnico) na capacidade de serviços do provedor. Os parâmetros de calibragem dessa simulação são apresentados na Tabela 40.

Tabela 40 - Calibragem com base nos aspectos qualitativos da equipe de TI da empresa *Alpha*

<b>Variáveis de Entrada</b>	<b>Valor Informado</b>	<b>Unidade</b>
Funcionários Total	100	n
Experiência Profissional Equipe	60	%
Funcionários Turnover Atenção	3	%
Funcionários Turnover	15	n
Funcionários Conhecimento	60	%
Funcionários Motivação	60	%

Fonte: Autor

Considerando os aspectos qualitativos informados na Tabela 39, os gestores também informaram valores para serviços *IaaS* que serão impactados. Os gestores elencaram serviços como processos, disponibilidade de sistemas, questões de segurança, os quais na opinião deles, estarão comprometidos caso o quadro de colaboradores da TI venha a ter um desempenho em conformidade com os índices reportados para essa simulação. Esses serviços, na opinião dos gestores, serão executados com deficiência pois exigem elevado grau de conhecimento e experiência de trabalho. Os parâmetros de calibragem para esses serviços são apresentados na Tabela 41.

Tabela 41 - Calibragem de serviços impactados com base nos aspectos qualitativos da equipe de TI da empresa *Alpha*

<b>Variáveis de Entrada</b>	<b>Valor Informado</b>	<b>Unidade</b>
Processos Gerenciados	70	%
Processos Melhorados	60	%
Tempo aceitável de falha (MTTR)	10	%
Tempo de disponibilidade do sistema (MTBF)	88	%

Variáveis de Entrada	Valor Informado	Unidade
Autenticação	90	%
Controle de acessos	85	%
Regras aplicadas	90	%

Fonte: Autor

O objetivo da simulação definida junto com os gestores foi compreender melhor os aspectos relacionados a equipe de TI e como o modelo pode alertar sobre problemas em situações relacionadas a rotatividade de pessoas, nível de conhecimento da equipe, a forma como estão desempenhando suas funções na execução dos serviços do provedor. Os gestores também querem entender as orientações do modelo (*KPIs*) sobre o que poderia ser feito para a tomada de decisão. Caso um indicador (*KCI*) de Recursos Humanos não esteja atingindo o padrão estabelecido, o gestor espera poder realizar uma análise dos resultados, com foco na relação de causa-efeito.

Durante o período de entrevista e simulações realizadas, os gestores do provedor *Alpha* sempre enfatizaram que o desempenho da equipe de TI impacta em cerca de 50% nas operações e serviços do negócio. Existe uma preocupação constante em manter em seu quadro, profissionais com experiência de trabalho e elevado conhecimento técnico. A empresa também enfatizou a dificuldade que tem em encontrar profissionais com *expertise* em serviços IaaS.

#### 5.3.4.1 Análise dos resultados - Simulação do Cenário #4

Após a informação dos dados e o processamento das informações durante a execução dos passos previstos para o modelo, as informações de saídas são geradas pelo modelo e analisadas pelos gestores. As saídas obtidas no modelo, a partir das simulações do quarto cenário (vide Tabela 42) foram analisadas pelos gestores do provedor *Alpha* e os indicadores e sugestões de decisão gerados pelo modelo são mostrados na sequência.

Tabela 42 - Valores gerados pelo modelo para os testes de avaliação do comportamento do sistema durante a simulação do cenário #4

<b>Variáveis de Saída</b>	<b>Valor Gerado</b>	<b>Padrão Desejado</b>	<b>Unidade</b>
Conformidade de Orçamento	93.50	90.00	%
Desempenho dos Funcionários	78.10	90.00	%
Disponibilidade dos sistemas	89.80	90.00	%
Exposição a Risco	08.30	05.00	%
Gerenciamento de Segurança	90.00	95.00	%
Melhoria Contínua dos Processos	50.00	70.00	%
Consumo do Link	77.40	80.00	%
Consumo da Memória	45.00	70.00	%
Consumo do Processamento	40.00	60.00	%
Consumo do Storage	71.90	80.00	%
Performance da Virtualização	61.50	70.00	%
Processos Gerenciados	80.00	80.00	%
ROI	01.50	01.30	%
Segurança e Controle	90.00	95.00	%
Turnover de Funcionários	15.00	05.00	%

Fonte: Autor

A Tabela 43 apresenta os *Key Capacity Indicators (KCIs)* gerados através da consolidação dos indicadores de desempenho (*KPIs*) relacionados ao gerenciamento de capacidade de serviços *IaaS* na quarta simulação.

Tabela 43 - *KCIs* gerados pelo modelo para os testes de avaliação do comportamento do sistema durante a simulação do cenário #4

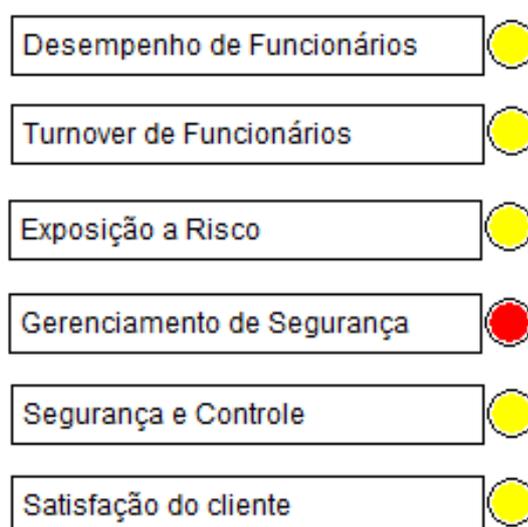
<i>KCI</i>	Valor Gerado	Meta (M) /Tolerância(T)	Unidade
Otimização de Custos	94.90	90.00	%
Otimização de Processos	79.70	80.00	%
Infraestrutura <i>IaaS</i>	57.50	70.00	%
Investimento em RH	78.10	90.00	%
Valor Percebido do Serviço	76.30	85.00	%

Fonte: Autor

Na simulação dos dados, foram utilizados valores de dados de entrada fieis aos reportados por gestores e pelos sistemas de apoio e monitoramento utilizado pela equipe da TI.

Os indicadores gráficos gerados pelo modelo, resultantes de dados calculados pelo processo de gestão do negócio são mostrados na Figura 57.

Figura 57 - Indicadores gerados pelos processos de gestão do negócio durante a simulação do cenário #4

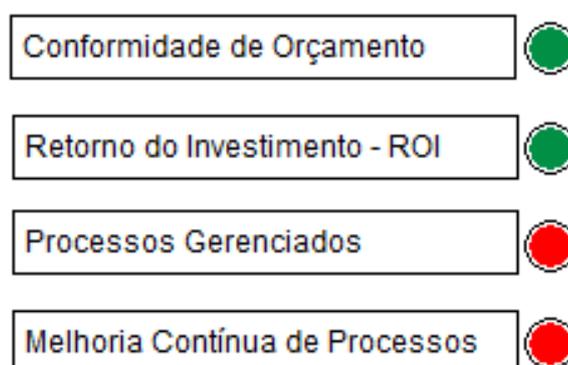


Fonte: Autor

Pode ser observado a partir dos dados da Figura 57, a indicação do modelo de criticidade no gerenciamento de segurança, com uma menor aplicação das regras de segurança e monitoramento da segurança do ambiente, devido ao quantitativo reduzido de pessoas no

cenário simulado. Durante as simulações do quarto cenário, não foram calibrados parâmetros em relação a quantidade de clientes do provedor *IaaS*. Como o objetivo dessa avaliação era analisar o impacto dos aspectos qualitativos, optou-se por trabalhar com parâmetros relacionados a esse fim. A Figura 58 apresenta os indicadores gráficos gerados pelo modelo, resultantes de dados calculados pelo processo de gestão de benefícios. Nesse caso, os indicadores referentes a processos gerenciados e melhoria contínua de processos foram considerados críticos pelo modelo, em função da redução de recursos humanos para trabalharem na parte de processos (monitoramento, controle, melhoria e otimização). Os indicadores relacionados ao orçamento e retorno do investimento foram considerados em conformidade com a tolerância estimada pelos gestores.

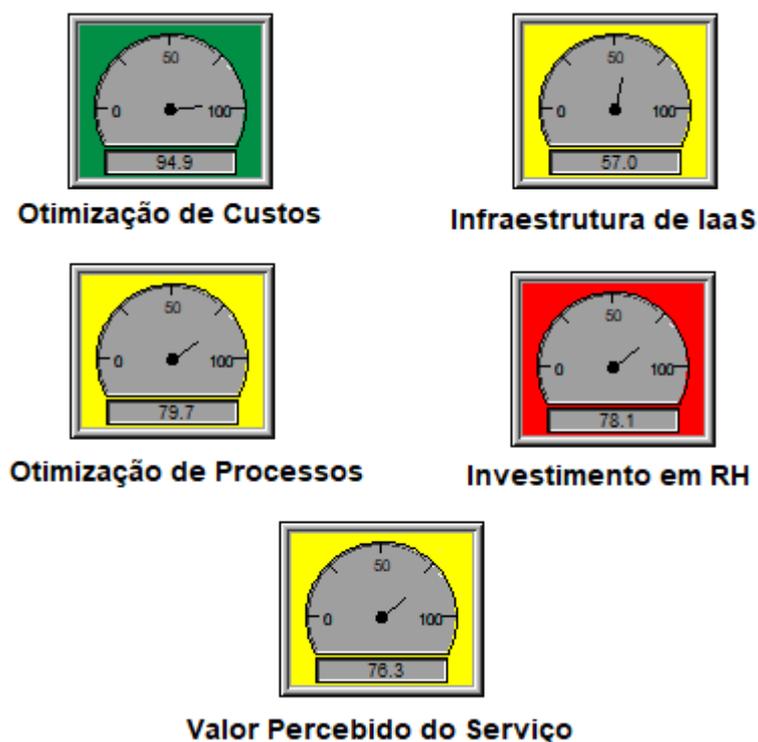
Figura 58 - Indicadores gerados pelos processos de gestão de benefícios durante a simulação do cenário #4



Fonte: Autor

A Figura 59, apresenta os *KCIs* gerados pelo modelo, oriundos dos processos de gestão do negócio, gestão de benefícios, gestão de demandas e gestão de capacidade. Nesse ponto, existe a análise de comportamentos que envolve o processo como um todo. O *KCI* relacionado a otimização de custos foi considerado em conformidade com o estimado pelos gestores, tendo o modelo alertado para aspectos referentes a infraestrutura, otimização de processos e valor percebido do serviço. Houve indicativo de criticidade em relação ao investimento em RH (cor vermelha), por conta do baixo quantitativo de pessoas na equipe no cenário de simulação avaliado.

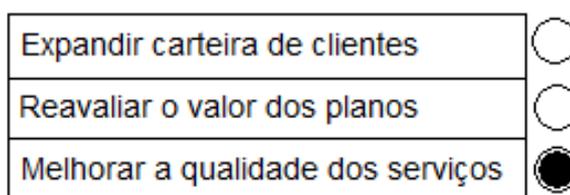
Figura 59 - Indicadores *KCIs* gerados pelo modelo durante a simulação do cenário #4



Fonte: Autor

Os resultados das simulações foram confrontados com os dados reais da organização. Considerando os dados base do cenário atual, o modelo, na perspectiva multicritério (*AHP*) de retorno do serviço *IaaS* para o negócio, avaliou a necessidade de melhoria na qualidade do serviço, em função dos impactos gerados pela baixa quantidade de pessoas nos demais indicadores do provedor (vide Figuras 57 e 58). Os gestores avaliaram que a decisão sugerida pelo modelo estava em conformidade com a decisão que seria tomada pelos mesmos, indicando um ponto de atenção para a qualidade dos serviços no cenário avaliado (vide Figura 60).

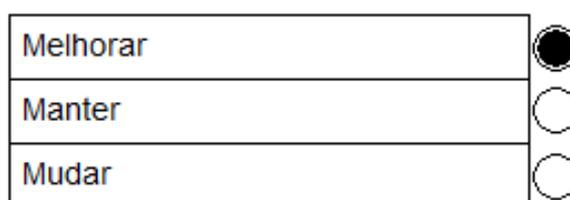
Figura 60 - Indicadores gerados para decisão multicritério relativa aos clientes do provedor *IaaS* durante a simulação do cenário #4



Fonte: Autor

Na perspectiva das ações em função dos processos de negócio, os resultados da simulação no modelo proposto indicaram haver a necessidade de ações relacionadas a melhoria dos processos de negócio do provedor *IaaS*, conforme mostrado na Figura 61. Os gestores poderiam consultar os *KPIs* indicados na Figura 58 para estabelecer uma relação de causa e efeito a partir dos resultados do modelo.

Figura 61 - Indicadores gerados para decisão multicritério relativa aos processos de negócio durante a simulação do cenário #4

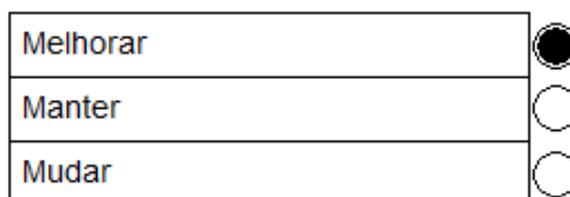


Fonte: Autor

Os resultados obtidos a partir das decisões indicadas pelo modelo, mostraram que as ações em função da infraestrutura *IaaS*, (vide Figura 62), deverão se basear na necessidade de ações prioritárias, relacionadas a melhoria da infraestrutura.

Caso o gestor queira entender quais mudanças deverão ser feitas, ele poderá verificar os *KPIs* relacionados com o desempenho de *storage*, memória, processamento, *link internet*, que estão integrando esse *KCI*.

Figura 62 - Indicadores gerados para decisão multicritério relativa à infraestrutura *IaaS* durante a simulação do cenário #4



Fonte: Autor

Nessa simulação, o modelo proposto permitiu que os gestores realizassem análises minuciosas entre os indicadores a nível de gestão, táticos e operacionais, para entender a causa de um determinado comportamento do sistema na simulação. Em relação as ações em função do desempenho do RH (vide Figura 63), os resultados do modelo indicaram a necessidade de ações relacionadas com a contratação de pessoas para a equipe atual do provedor *IaaS*. Os gestores consideraram que a sugestão de decisão estaria em conformidade com a decisão

tomada em um cenário real, devido à baixa quantidade de pessoas e resultados apontados pelos *KPIs* relacionados aos processos de negócio, além da necessidade de pessoal para trabalhar no monitoramento de segurança.

Figura 63 - Indicadores gerados para decisão multicritério relativa à RH durante a simulação do cenário #4

Contratar	<input checked="" type="radio"/>
Requalificar	<input type="radio"/>
Demitir	<input type="radio"/>
Manter	<input type="radio"/>

Fonte: Autor

### 5.3.5 Descrição e resultados das simulações - Cenário #5

O quinto cenário de simulação considerou uma baixa de preços por conta de concorrência no mercado, uma diminuição de 20% no número de clientes em cada um dos planos, o aumento do uso de recursos pelos clientes atuais e uma desorganização dos processos de negócio. O foco dessa avaliação considerou uma situação totalmente desfavorável a empresa *Alpha*, pois reflete um cenário de perda de clientes, diminuição de receitas, aumento pela demanda de recursos do provedor. Os gestores entendem que esse é um cenário factível de acontecer, considerando que o fenômeno da globalização pode favorecer os concorrentes. Foram possíveis gatilhos identificados pelos gestores para a simulação do quinto cenário, um menor preço na cotação do dólar, tecnologias mais acessíveis, estratégia de ganho de mercado por parte da concorrência, fatos que podem tornar esse cenário uma possível realidade a ser enfrentada pelo provedor *IaaS*.

O quinto cenário simulado ainda considerou uma diminuição no seu quadro de clientes, passando de 400 para 320 no varejo e 20% no segmento corporativo, passando de 1600 para 1280 clientes, totalizando 1600 clientes, conforme apresentado na Tabela 44. Para esse cenário, não houve alteração em valores relacionados aos custos do provedor *IaaS* e se manteve a mesma configuração técnica da infraestrutura. Em relação a equipe de TI, foram mantidos os percentuais de desempenho e *turnover* da equipe. Também não foram modificados os aspectos relacionados a satisfação do cliente, disponibilidade dos serviços e tempo de reparo, utilizados nos cenários anteriores.

Tabela 44 - Calibragem com base na nova quantidade de clientes da empresa Alpha após a diminuição de 10% para a simulação do cenário #5

<b>Plano</b>	<b>Mini</b>	<b>Pro</b>	<b>Max</b>
<b>Varejo</b>	64	96	160
<b>Corporativo</b>	256	384	640

Fonte: Autor

Para o quinto cenário, considerou-se uma desorganização dos processos de negócio, conforme parâmetros de calibragem mostrados na Tabela 45, utilizados para a simulação dos processos de negócio.

Tabela 45 - Calibragem utilizada para os processos de negócio da empresa Alpha durante a simulação do cenário #5

<b>Variáveis de Entrada</b>	<b>Valor Informado</b>	<b>Unidade</b>
Processos Gerenciados	50	%
Processos Melhorados	45	%
Serviços com Planos	45	%
Regras aplicadas (%)	60	%
Riscos - Ameaças	10	%
Riscos - Autenticação	85	%
Riscos - Controle de acessos	85	%
Riscos - Probabilidade	30	%
Riscos - Vulnerabilidade	10	%

Fonte: Autor

O objetivo dos gestores nessa simulação foi considerar um cenário onde ocorreu a diminuição da quantidade de clientes (impactando nas receitas), o aumento da demanda por recursos do provedor, além de uma desorganização dos processos de negócio. Os gestores também buscaram entender as orientações do modelo (*KPIs*) sobre o que poderia ser feito para a tomada de decisão.

### 5.3.5.1 Análise dos resultados - Simulação do Cenário #5

Após a informação dos dados e o processamento, as informações de saída foram geradas pelo modelo e analisadas pelos gestores. As saídas obtidas no modelo no quinto cenário foram analisadas pelos gestores do provedor *Alpha* e os indicadores gerados pelo modelo são apresentados na Tabela 46.

Tabela 46 - Valores gerados pelo modelo para os testes de avaliação do comportamento do sistema durante a simulação do cenário #5

Variáveis de Saída	Valor Gerado	Padrão Desejado	Unidade
Conformidade de Orçamento	93.50	90.00	%
Desempenho dos Funcionários	91.00	90.00	%
Disponibilidade dos sistemas	95.00	90.00	%
Exposição a Risco	16.70	05.00	%
Gerenciamento de Segurança	88.70	95.00	%
Melhoria Contínua dos Processos	37.50	70.00	%
Consumo do Link	78.10	80.00	%
Consumo da Memória	45.00	70.00	%
Consumo do Processamento	45.00	60.00	%
Consumo do Storage	134.90	80.00	%
Performance da Virtualização	69.20	70.00	%
Processos Gerenciados	50.00	80.00	%
ROI	01.21	01.30	%
Segurança e Controle	60.00	95.00	%
Turnover de Funcionários	02.00	05.00	%

Fonte: Autor

A Tabela 47 apresenta os *Key Capacity Indicators (KCIs)* gerados através da consolidação dos indicadores de desempenho (*KPIs*) relacionados ao gerenciamento de capacidade de serviços *IaaS* da quinta simulação.

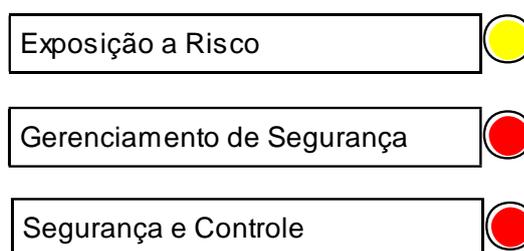
Tabela 47 - *KCIs* gerados pelo modelo para os testes de avaliação do comportamento do sistema durante a simulação do cenário #5

<i>KCI</i>	Valor Gerado	Meta (M) /Tolerância(T)	Unidade
Otimização de Custos	81.40	90.00	%
Otimização de Processos	72.10	80.00	%
Infraestrutura <i>IaaS</i>	70.60	70.00	%
Investimento em RH	91.00	90.00	%
Valor Percebido do Serviço	80.80	85.00	%

Fonte: Autor

Os indicadores gráficos dos *KPIs* gerados pelo modelo, resultantes de dados calculados pelo processo de gestão do negócio são mostrados na Figura 64. Observa-se que os indicadores relacionados à segurança e controle e gerenciamento de segurança foram indicados pelo modelo como sendo críticos no cenário simulado, em função da deficiência no processo do provedor, que impacta na gestão de segurança. O grau de exposição a risco foi considerado como demandando atenção dos gestores (cor amarela), em função do comprometimento dos indicadores relacionados à segurança do provedor *IaaS*.

Figura 64 - Indicadores gerados pelos processos de gestão do negócio durante a simulação do cenário #5

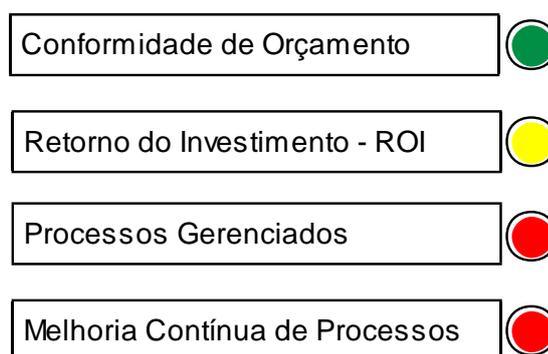


Fonte: Autor

Durante as simulações do quinto cenário, foram calibrados os parâmetros em relação a quantidade de clientes do provedor *IaaS*. A Figura 65 apresenta os indicadores gráficos gerados pelo modelo, resultantes de dados calculados pelo processo de gestão de benefícios. Foram considerados críticos os indicadores relacionados aos processos gerenciados e melhoria contínua de processos, em função da deficiência dos processos no cenário simulado.

Em virtude da diminuição de clientes, o indicador relacionado ao retorno do investimento mostrou que existe a necessidade de atenção por parte dos gestores (cor amarela). O indicador relacionado a conformidade do orçamento foi considerado estável pelo modelo, por não ter ocorrido impacto na execução do orçamento nesse cenário.

Figura 65 - Indicadores gerados pelos processos de gestão de benefícios durante a simulação do cenário #5

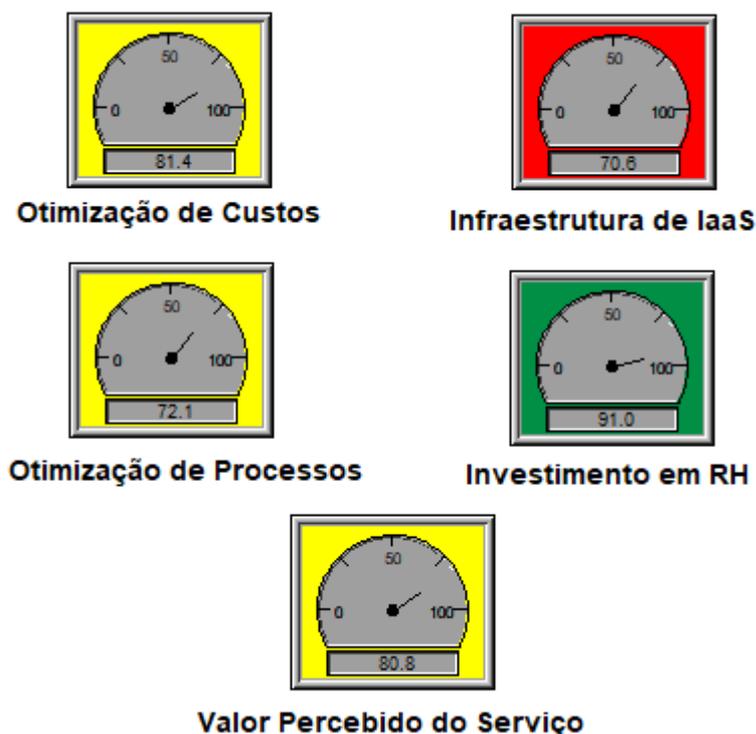


Fonte: Autor

A Figura 66, apresenta os *KCIs* gerados pelo modelo, oriundos dos processos de gestão do negócio, gestão de benefícios, gestão de demandas e gestão de capacidade. A análise de comportamento que envolve o processo foi realizada nesse ponto. O *KCI* relacionado a infraestrutura foi indicado como sendo crítico, impactado pelo aumento da demanda por serviços e deficiência nos processos de negócio.

A otimização de custos foi indicada pelo modelo como demandando atenção (cor amarela), em função do impacto da baixa dos preços e diminuição do número de clientes no cenário avaliado. O *KCI* relacionado a otimização de processos também demandou atenção, por conta da deficiência dos processos de negócio na simulação. O indicador valor percebido ficou em alerta (cor amarela), em função do impacto dos indicadores otimização de custos (Figura 65), infraestrutura e processos de negócio.

Figura 66 - Indicadores *KCIs* gerados pelo modelo durante a simulação do cenário #5

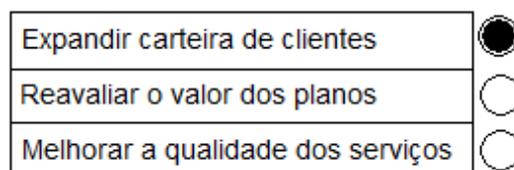


Fonte: Autor

A seguir, são apresentados os resultados de orientação a decisão gerados no cenário 5, através da perspectiva multicritério (*AHP*), com base nos resultados das informações geradas pelos resultados de saídas dos *KPIs*, pela média gerada dos *KCIs* e pelas opções de escolhas geradas do método *AHP*.

Considerando os dados base do cenário atual, que envolveu uma diminuição do número de clientes, redução do valor cobrado dos planos em função da concorrência, foi observado que o modelo, na perspectiva de retorno do serviço *IaaS* para o negócio, avaliou a necessidade de aumento na carteira de clientes (vide Figura 67).

Figura 67 - Indicadores gerados para decisão multicritério relativa aos clientes do provedor *IaaS* durante a simulação do cenário #5



Fonte: Autor

Em função do cenário de desorganização de processos de negócio no provedor, foi observado na perspectiva ações em função dos processos de negócio, que os resultados da simulação no modelo proposto indicaram haver a necessidade de ações relacionadas a melhoria dos processos de negócio do provedor *IaaS*, conforme mostrado na Figura 68.

Figura 68 - Indicadores gerados para decisão multicritério relativa aos processos de negócio durante a simulação do cenário #5

Melhorar	<input checked="" type="radio"/>
Manter	<input type="radio"/>
Mudar	<input type="radio"/>

Fonte: Autor

O modelo gerou sugestão de redesenho dos processos de negócio, em função do aumento da demanda por serviços, apesar da diminuição da quantidade de clientes no cenário simulado. Os resultados obtidos a partir das decisões indicadas pelo modelo, mostraram que as ações em função da infraestrutura *IaaS*, (vide Figura 69), deverão ser feitas a partir de ações prioritárias relacionadas ao redesenho da infraestrutura. Caso o gestor queira entender quais mudanças deverão ser feitas, ele poderá verificar os *KPIs* relacionados com o desempenho de *storage*, memória, processamento, *link* internet, que estão demandando com esse *KCI*.

Figura 69 - Indicadores gerados para decisão multicritério relativa à infraestrutura *IaaS* durante a simulação do cenário #5

Melhorar	<input checked="" type="radio"/>
Redesenhar	<input type="radio"/>
Manter	<input type="radio"/>

Fonte: Autor

Apesar do desempenho do RH ainda estar em conformidade com as expectativas dos gestores cadastradas no modelo, já existem indicativos de que será necessária uma requalificação da equipe de TI, em função do impacto do aumento da demanda por serviços e desorganização dos processos de negócios no cenário simulado (vide Figura 70). Os resultados gerados pelo modelo indicaram uma necessidade de ações relacionadas com a requalificar as pessoas para a equipe atual do provedor *IaaS*.

Figura 70 - Indicadores gerados para decisão multicritério relativa à RH durante a simulação do cenário #5

Contratar	<input type="radio"/>
Requalificar	<input checked="" type="radio"/>
Demitir	<input type="radio"/>
Manter	<input type="radio"/>

Fonte: Autor

#### 5.4 Avaliação e validação do modelo

Entre as estratégias adotadas na validação do modelo apresentado, foi utilizada o método da validade de aparência (Runerson e Host, 2009), ou seja, verificar se o modelo aparenta ser útil, preferível em relação à forma atual utilizada na empresa, acurado para suportar a tomada de decisão no gerenciamento de capacidade e ainda se o modelo se mostrou eficaz em função dos seus objetivos. Utilizando essa metodologia, o modelo foi apresentado a 12 gestores do provedor *Alpha*, os quais responderam a um questionário, indicando, em sua visão, se o modelo aparenta ser adequado. O questionário foi construído de modo similar ao apresentado em (Lima, 2010), para avaliar as hipóteses de pesquisa.

Em relação à hipótese de preferência (**H-1**), os resultados obtidos indicaram que 100% dos gestores preferem o modelo apresentado ao método atual de decisão na empresa avaliada. Quanto à hipótese referente à utilidade do modelo (**H-2**) para os gestores, os resultados obtidos sinalizaram igualmente que 100% dos respondentes consideraram o modelo útil para subsidiar o processo decisório de adoção de serviços de nuvem. 90% dos respondentes consideraram o modelo suficientemente *acurado* (**H-3**) para dar suporte ao processo de tomada de decisão no gerenciamento de capacidade *IaaS*. Avaliar a eficácia do modelo significa estimar o grau com que o seu propósito foi atingido. Para avaliação da eficácia do modelo (**H-4**), buscou-se identificar aspectos relacionados à eficácia do modelo nos processos de *Gerenciamento da Demanda* e *Gerenciamento da Capacidade*, *Gestão Estratégica* e *Tomada de Decisões*, direcionamento de políticas de preços, alinhamento estratégico, processos e objetivos do negócio. A média das avaliações que envolveram a eficácia do modelo foi de 90,8%, indicando a concordância dos respondentes no sentido de que o modelo é eficaz.

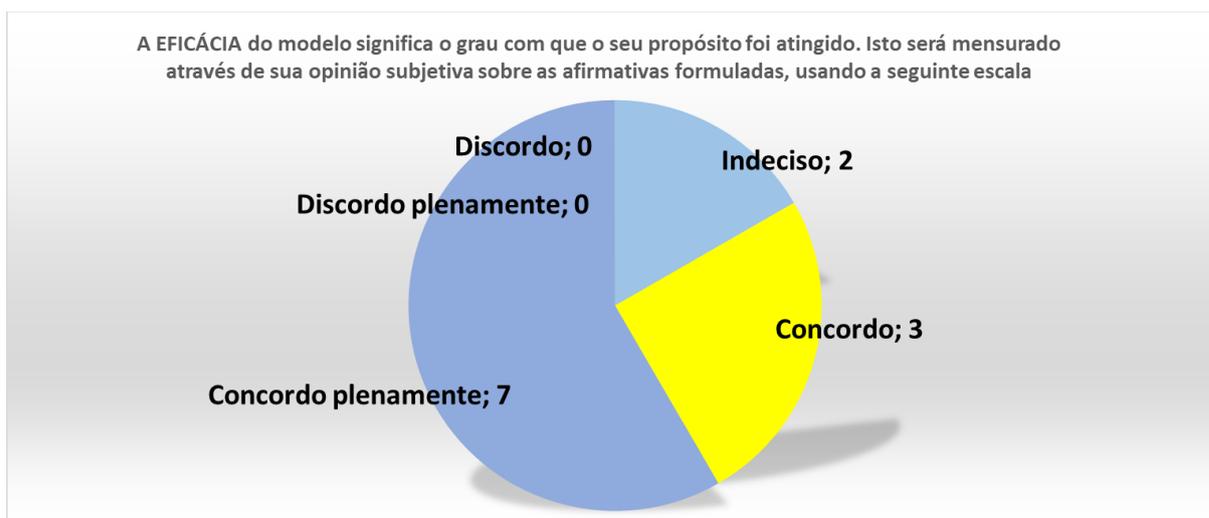
Para testar as hipóteses nulas, foi utilizado um teste binomial com nível de significância 5% e com 12 tentativas, correspondente ao número de respondentes. Resultado: a

hipótese nula (H0) pode ser rejeitada nos testes de hipóteses, quando pelo menos 11 pessoas entre 12 respondem com sucesso", o que corresponde ao percentual aproximado de 90%.

Considerando que uma resposta de valor 4 ou superior nas questões onde o respondente escolhia em uma escala de 1 a 5 indica que o respondente concorda com a afirmação, os resultados da pesquisa indicam que a hipótese nula foi rejeitada em todas as questões. Dessa forma, com base nas informações apresentadas, pode-se inferir que os resultados obtidos indicam que o modelo proposto atendeu aos objetivos previstos na pesquisa.

Na sequência, são analisados os principais pontos relevantes, identificados durante a análise da eficácia do modelo.

Gráfico 1 - Avaliação da eficácia do modelo e grau com que o seu propósito foi atingido

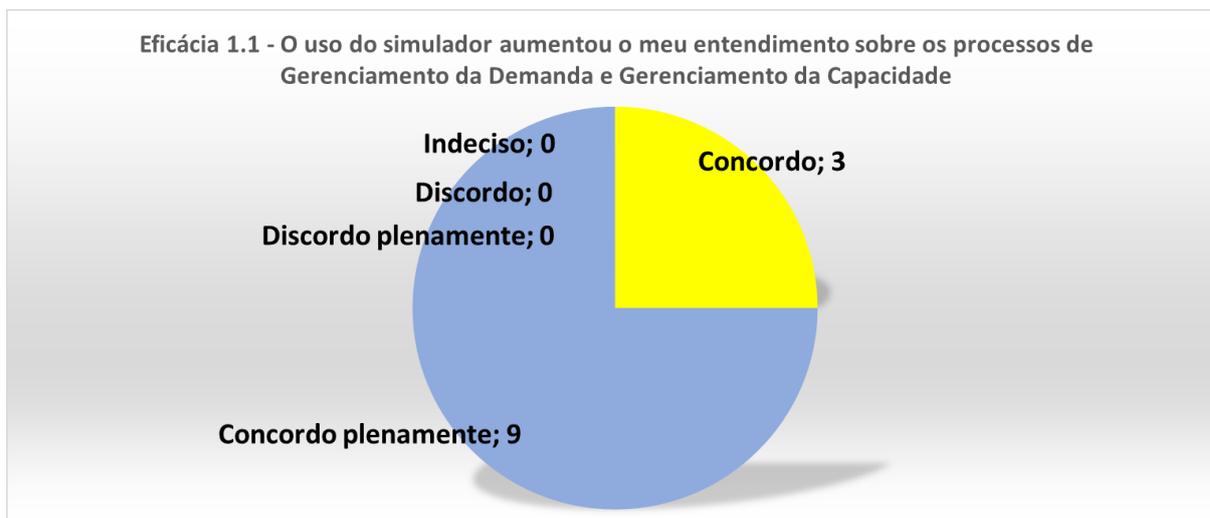


Fonte: Autor

As questões do bloco Eficácia 1, de 1 a 5, são relativas à eficácia do modelo para a avaliação dos processos de *Gerenciamento da Demanda* e *Gerenciamento da Capacidade*. As questões do bloco Eficácia 2, de 1 a 5, são relativas à eficácia do modelo para a gestão estratégica e tomada e decisões.

Eficácia 1.1 - O uso do simulador aumentou o meu entendimento sobre os processos de *Gerenciamento da Demanda* e *Gerenciamento da Capacidade*.

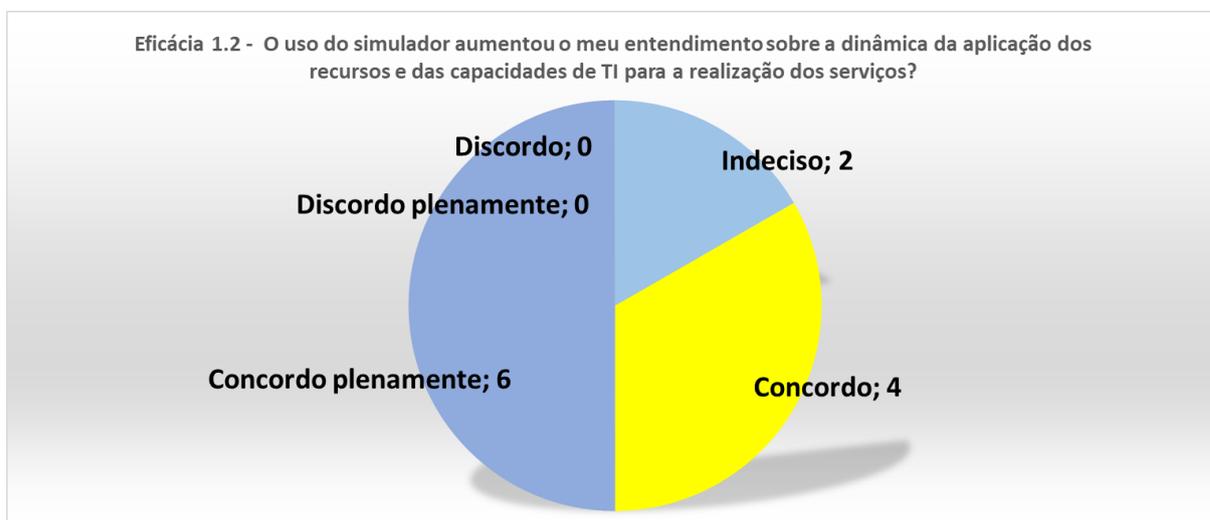
Gráfico 2 - Avaliação da eficácia quanto ao entendimento dos processos de Gerenciamento da Demanda e Capacidade



Fonte: Autor

Eficácia 1.2 - O uso do simulador aumentou o meu entendimento sobre a dinâmica da aplicação dos recursos e das capacidades de TI para a realização dos serviços?

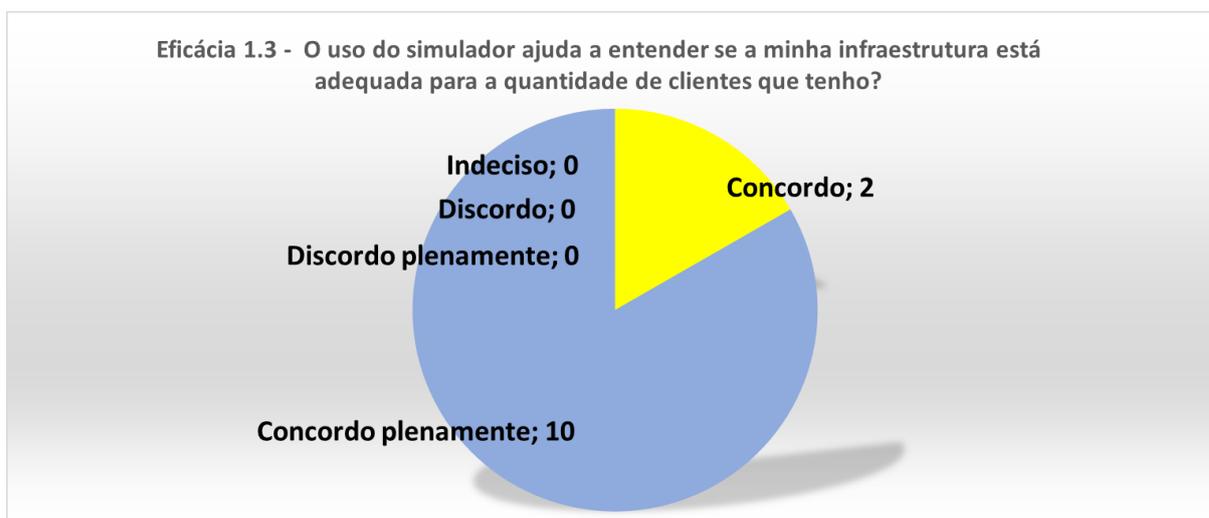
Gráfico 3 - Avaliação do uso do simulador para entendimento sobre a dinâmica da aplicação dos recursos e das capacidades de TI



Fonte: Autor

Eficácia 1.3 - O uso do simulador ajuda a entender se a minha infraestrutura está adequada para a quantidade de clientes que tenho?

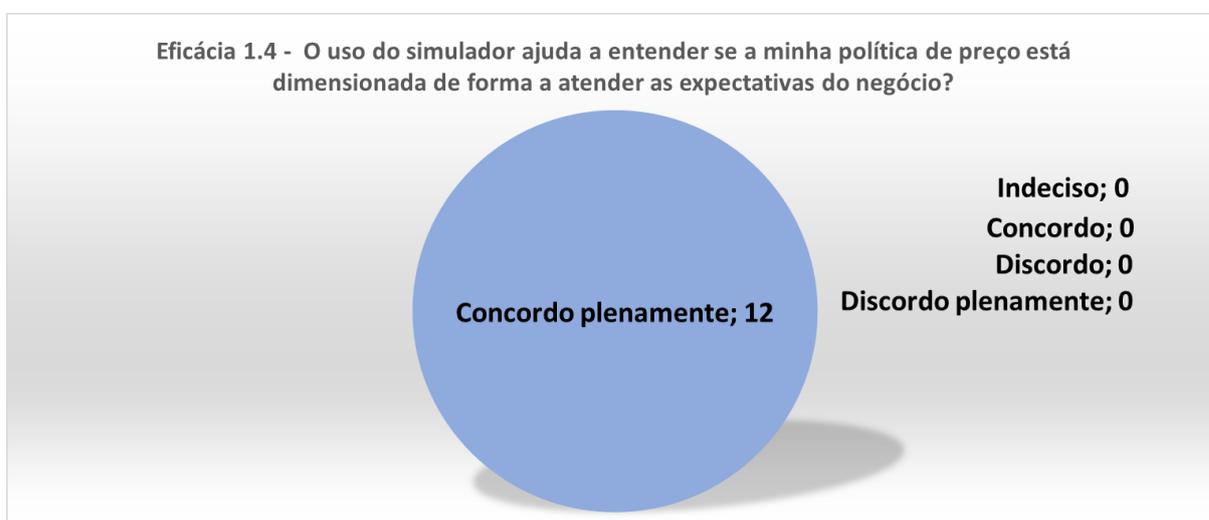
Gráfico 4 - O uso do simulador ajuda a entender se a minha infraestrutura está adequada para a quantidade de clientes



Fonte: Autor

Eficácia 1.4 - O uso do simulador ajuda a entender se a minha política de preço está dimensionada de forma a atender as expectativas do negócio?

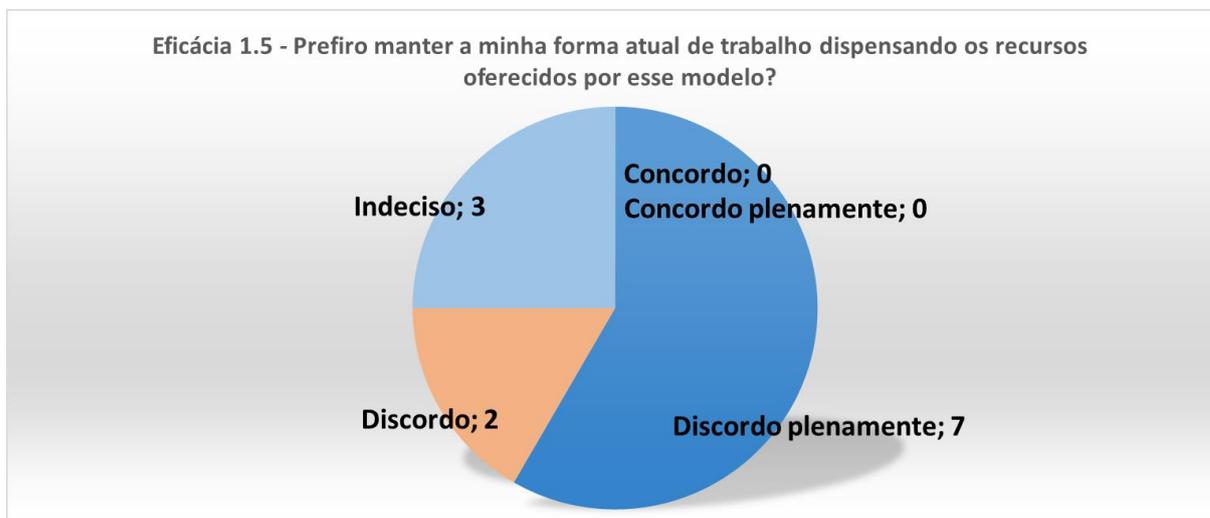
Gráfico 5 - O simulador ajuda a entender a política de preço



Fonte: Autor

Eficácia 1.5 - Prefiro manter a minha forma atual de trabalho dispensando os recursos oferecidos por esse modelo?

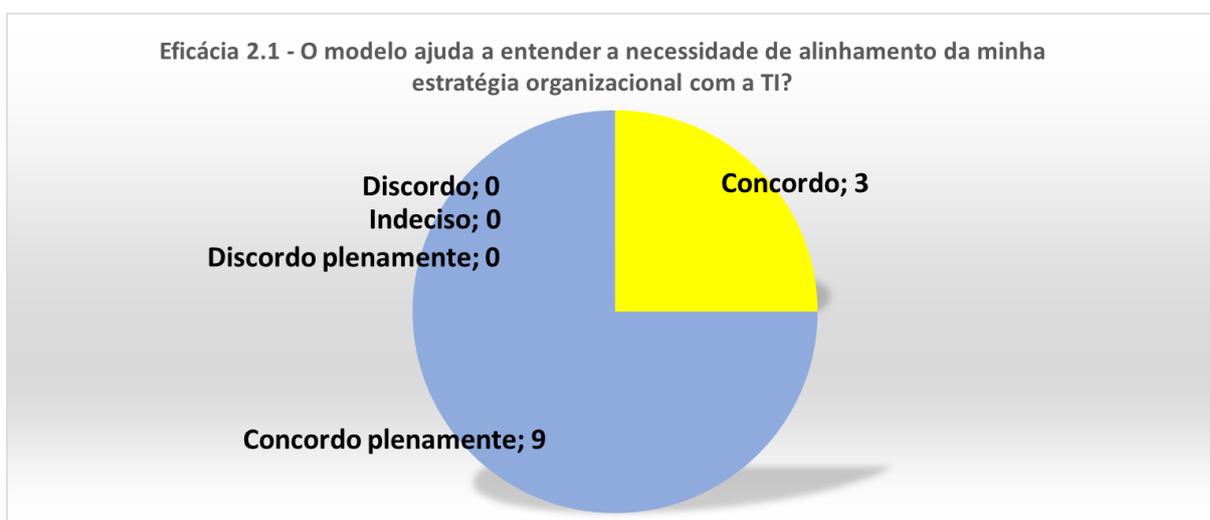
Gráfico 6 - Opção de escolha quanto a forma atual de trabalho e os recursos oferecidos pelo modelo



Fonte: Autor

Eficácia 2.1 - O modelo ajuda a entender a necessidade de alinhamento da minha estratégia organizacional com a TI?

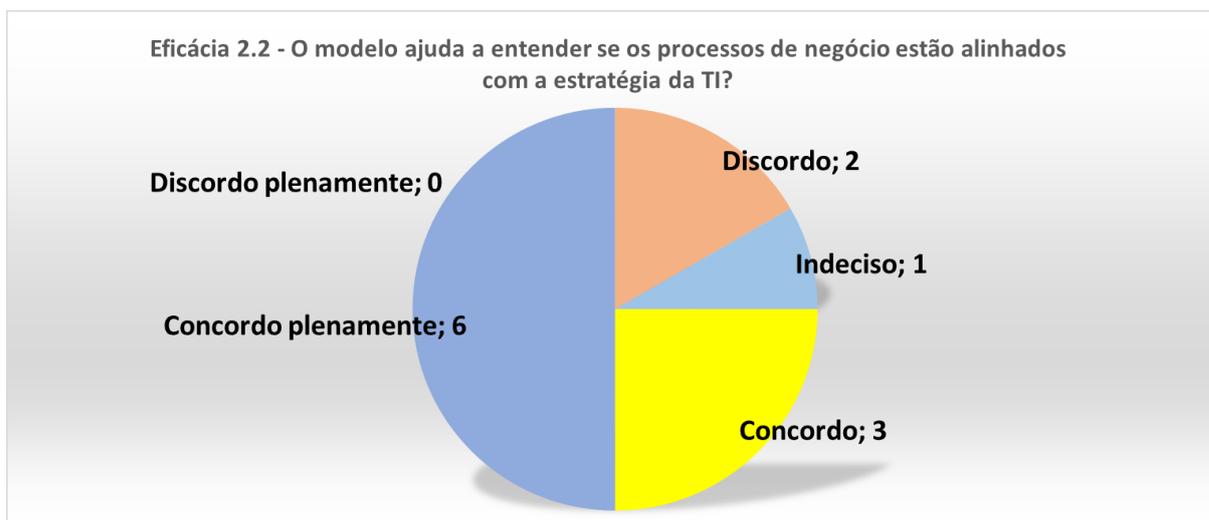
Gráfico 7 - Opção de escolha quanto a ajuda para entender a necessidade de alinhamento da estratégia organizacional com a TI



Fonte: Autor

Eficácia 2.2 - O modelo ajuda a entender se os processos de negócio estão alinhados com a estratégia da TI?

Gráfico 8 - Ajuda do modelo no entendimento dos processos de negócio e a estratégia da TI



Fonte: Autor

Eficácia 2.3 - O modelo está em conformidade com os objetivos do Negócio?

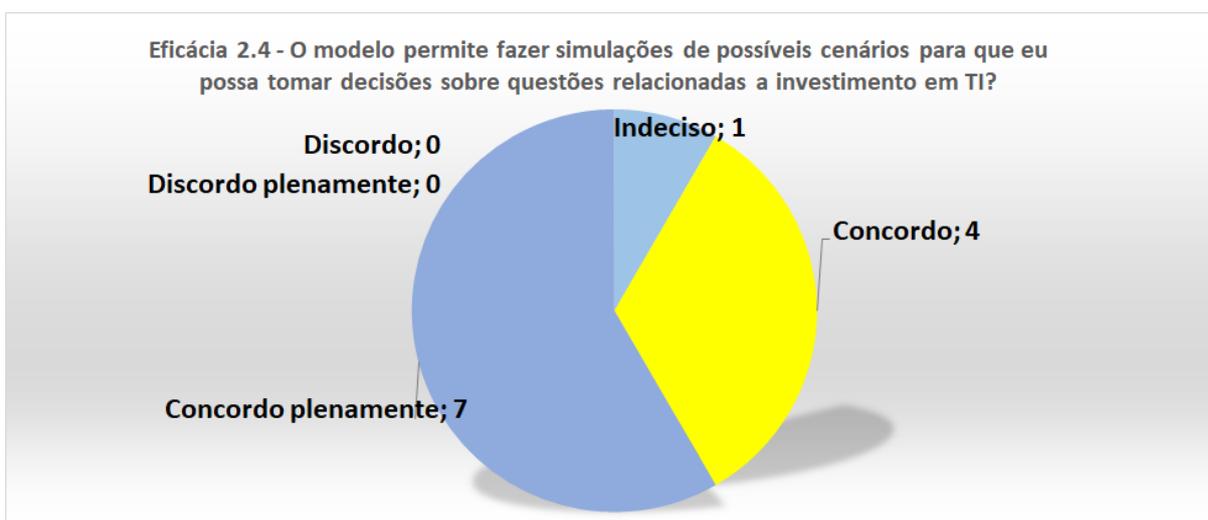
Gráfico 9 - Conformidade com os objetivos do Negócio



Fonte: Autor

Eficácia 2.4 - O modelo permite fazer simulações de possíveis cenários para que eu possa tomar decisões sobre questões relacionadas a investimento em TI?

Gráfico10 - Simulações de cenários para decisões sobre o investimento em TI



Fonte: Autor

Diante dos resultados obtidos e apresentados, existem indicativos de que o uso do modelo como ferramenta de aprendizado organizacional e apoio à decisão sobre gerenciamento de capacidade de serviços do tipo *IaaS* pode resultar em um processo mais bem-sucedido de monitoramento da capacidade. Isto sustenta a tese aqui defendida, partindo do pressuposto que os objetivos do gerenciamento de capacidade estão alinhados com benefícios pretendidos para os negócios. A Tabela 48 apresenta uma síntese de estratégias utilizadas para verificação/validação do modelo, executadas durante esta pesquisa.

Tabela 48 - Testes de verificação/validação do modelo

<b>Verificação da implementação do modelo</b>	<b>Avaliar se a implementação do modelo estava livre de erros</b>	<b>Estratégia adotada</b>
<i>Consistência dimensional</i>	Dimensões das variáveis estão consistentes e as unidades estão corretas	Testes do modelo e implementação em <i>software</i>
<i>Validação da Sintaxe</i>	Comportamento - as estimativas de gestão do modelo estão livres de erros de sintaxe	Testes do modelo e implementação em <i>software</i>
<i>Validação semântica</i>	Comportamento - as estimativas de gestão do modelo estão livres de erros semânticos	Testes do modelo e implementação em <i>software</i>

<b>Verificação da implementação do modelo</b>	<b>Avaliar se a implementação do modelo estava livre de erros</b>	<b>Estratégia adotada</b>
<i>Validação conceitual do modelo</i>	Avaliar a estrutura do modelo	Testes do modelo e implementação em <i>software</i>
<i>Confirmação da estrutura</i>	As estimativas do modelo correspondem às relações reais do processo	Revisão de literatura, observação e validade de aparência [25]
<i>Confirmação dos parâmetros</i>	Avaliação dos parâmetros do modelo em função do conhecimento do processo	Revisão de literatura, observação e validade de aparência [25]
<i>Condições extremas</i>	Avaliar o comportamento do modelo sobre condições extremas	Revisão de literatura, observação e validade de aparência [25]
<i>Sensibilidade do comportamento</i>	Identificação dos parâmetros de processos nos quais o modelo é altamente sensível	Revisão de literatura, observação e validade de aparência [25]

Fonte: Autor

## 5.5 Dificuldades enfrentadas e necessidades adicionais

Além das respostas ao questionário, os gestores avaliaram as dificuldades na utilização do modelo. A grande maioria (9 dos 12 que responderam a essa questão) destacou a novidade em trabalhar com dinâmica de sistemas. O fato do sistema oferecer a alternativa de uma planilha do Microsoft Excel para entrada dos dados, ajuda na inserção de informações. Alguns (7 dos 12) destacaram a facilidade de o modelo representar o fluxo das informações, baseado em diagramas e *containers*. Os gestores chamam a atenção quanto a necessidade de muitos dados de entrada para a simulação. Todos os gestores consideraram que seria necessário a implementação de uma ferramenta de software automatizada, que se consolida o ambiente do Stella e o Microsoft Excel em um único ambiente para facilitar o uso do modelo, sendo que alguns (5 dos 12) também consideraram necessário, além da ferramenta, um programa de treinamento.

## 5.6 Sugestões e comentários

Os gestores forneceram comentários e sugestões de melhoria do modelo, que descrevemos neste tópico.

“Com relação a precisão do modelo, entendo que ele é bastante suscetível às premissas, que podem ser subjetivas tais como nível de conhecimento, nível de motivação, satisfação do cliente. Portanto, ele precisaria ser reaplicado de tempos em tempos com refinamento dos dados de acordo com a experiência dos responsáveis pelos dados qualitativos. Com essa consideração, o modelo é bastante útil para gestores tomarem decisões” (Gestor Respondente 1)

“O modelo permite uma tomada de decisão consciente e o fato de ter uma representação "visual" é o que mais ajuda nesse sentido. Talvez seja interessante ter algum mecanismo/procedimento para garantir que o conjunto de dados de entrada está completo e se os pesos dos critérios qualitativos estão adequados. Para garantir a precisão, os itens poderiam ser fornecidos por mais de uma pessoa e confrontados depois para fechar um consenso” (Gestor Respondente 2). Em relação a essa observação, é importante frisar que apesar do modelo proposto nesta Tese poder ser utilizado por um único gestor nas simulações, recomenda-se que as variáveis de entrada e parâmetros de calibragem do modelo sejam definidas por um grupo de pessoas, preferencialmente membros de um comitê gestor de tecnologia da informação.

“O modelo chama a atenção por mostrar o fluxo das informações, por onde entram e como são processados. Ele permite analisarmos a repercussão de um dado dentro do sistema, suas influências e seus impactos no processo” (Gestor Respondente 3).

“É uma novidade poder ver a integração do planejamento estratégico da empresa com a TI. O modelo mostra essa integração na prática e assim, podemos ver o impacto de nossas decisões no funcionamento da empresa” (Gestor Respondente 4).

“O modelo permite que tomemos decisões mais sensatas em relação as metas desejadas. Ele chama a atenção para as necessidades de investimento, expansão de cliente, gostei muito quando o sistema começou a fazer apontamentos quanto aos nossos processos internos” (Gestor Respondente 5).

“Quanto a precisão e a consistência do resultado, ficou bem claro que não se trata de uma decisão exclusiva da área de TI ou da estratégia da empresa. Quanto maior for a participação dos gestores de diferentes áreas, maior a precisão de acerto do modelo. É necessário que as pessoas se envolvam cada vez mais nas decisões, o modelo deixa isso claro” (Gestor Respondente 6).

“O modelo nos faz repensar que existe algo a mais além de ganhar dinheiro e ter de investir parte da grana na infraestrutura. Existe a parte dos processos que precisa ser reavaliada. Isso foi o que eu mais gostei” (Gestor Respondente 7).

Quanto a precisão e a consistência do resultado, ficou bem claro que não se trata de uma decisão exclusiva da área de TI ou da estratégia da empresa. Quanto maior for a participação dos gestores de diferentes áreas, maior a precisão de acerto do modelo. É necessário que as pessoas se envolvam cada vez mais nas decisões, o modelo deixa isso claro” (Gestor Respondente 8).

“Conheço sobre ITIL e COBIT, mas não havia visto a implementação disso na prática. O modelo mostra a aplicação prática da teoria que está nos livros. Percebo as pessoas comentando sobre disponibilidade e capacidade, mas não vejo algo prático como foi apresentado pelo modelo. As pessoas falam, comentam, mas não vejo algo prático como mostra o modelo” (Gestor Respondente 9).

“O interessante do modelo é que podemos nos antecipar, fazer simulações, prevê cenários antes de realmente decidirmos o que fazer. Gostei da parte onde podemos simular o aumento da demanda, o aumento de clientes, em que condições a nossa situação seria crítica. Essa solução precisa ser implementada, não ficar no Excel, precisa ser integrada numa única aplicação ” (Gestor Respondente 10).

“Não me atentei muito as considerações sobre a dinâmica de sistemas e o ambiente Stella. Para mim, uma informação significativa consiste naquilo que deve ser feito para que possamos atingir o valor X de retorno (ROI), e Y de satisfação do cliente. Considero essa característica como um dos melhores pontos do modelo” (Gestor Respondente 11).

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

O objetivo geral desta pesquisa foi analisar a dinâmica complexa do emprego de capacidades essenciais durante a execução do processo de gerenciamento de capacidade em provedores *IaaS*, com o propósito de subsidiar decisões que favoreçam um controle de capacidade mais adequado às necessidades do negócio, como alcance dos resultados pretendidos pelo provedor *IaaS*.

### 6.1 Considerações finais

Um modelo de simulação baseado em dinâmicas de sistemas foi proposto como solução para lidar com a complexidade inerente ao processo de gerenciamento de capacidade *IaaS*, visando aperfeiçoar o entendimento dos problemas envolvidos e gerar *pontos de reflexão* que possam aumentar a eficácia da gestão de capacidades essenciais de TI.

O foco desta Tese de doutorado consiste no aprendizado organizacional na área de gerenciamento de serviços, baseado em simulação por meio da dinâmica de sistemas e tomada de decisão multicritério.

### 6.2 Contribuições

As contribuições geradas por esta pesquisa são de nível prático (desenho e implementação de um modelo quantitativo de apoio ao aprendizado organizacional) e empírico (validação do modelo). A contribuição prática dada por este trabalho para os estudos em *BDIM* foi explorar o potencial que a modelagem com dinâmica de sistemas tem de colaborar com esta área. O processo de validação do modelo foi baseado na percepção de sua utilidade por gestores de TI, de provedor *IaaS*. Pode-se elencar ainda as seguintes contribuições específicas a partir desta pesquisa:

- Proposta de um modelo orientado ao negócio é inovador que possibilita a realização de simulações de gerenciamento de capacidade em cenários *IaaS*;
- Proposta da utilização de indicadores de capacidade (*KCIs*) nas simulações do modelo;
- Facilidade para a comunicação dos resultados obtidos, através do uso de semáforos, em analogia aos painéis de controle propostos pelo *BSC*;

- Decisões sugeridas com base em múltiplos critérios nas simulações;
- Alinhamento entre objetivos do negócio (provedor *IaaS*), monitoramento do desempenho, comportamentos de gestão e decisões sugeridas pelo modelo nas simulações realizadas.

### 6.3 Limitações da pesquisa e trabalhos futuros

Como primeira limitação à realização desta pesquisa, aponta-se para restrições do ponto de vista *orçamentário*, de *logística* e, principalmente, de *acesso a provedores IaaS e pessoas dispostas a viabilizar um processo mais rigoroso de validação*. A metodologia aqui adotada para a modelagem com dinâmica de sistemas é um processo bastante iterativo, que demanda tempo e dedicação de todos os envolvidos. O esforço de modelagem, verificação e validação também demandou o acesso a dados históricos sobre gerenciamento de capacidade. Este acesso foi bastante restrito, tanto pelo caráter estratégico das informações quanto pela falta da cultura do registro por parte da empresa avaliada. Tal limitação pode ser atribuída, em parte, à cultura organizacional dos provedores *IaaS*, que traz certa aversão à mensuração e registro da produtividade individual das pessoas. Apenas a organização pesquisada disponibilizou seus dados. A falta de alinhamento estratégico entre os objetivos do negócio, de TI e, conseqüentemente, do gerenciamento de capacidade existente na organização pesquisada fez com que os benefícios explorados no modelo ficassem restritos ao processo avaliado.

A impossibilidade de generalização dos resultados também é uma limitação desta pesquisa. A escolha de uma amostra por conveniência, bem como o uso de dados empíricos de uma organização sinalizam para resultados que não podem ser generalizados em sua plenitude.

Em relação à validade de construção, sempre há dúvidas de que as variáveis são bem compreendidas pelos gestores e essa subjetividade leva a uma ameaça: pode-se não estar obtendo resultados de simulação que correspondam à realidade.

Esta pesquisa pretende estimular a aplicação deste arcabouço como um laboratório para o gerenciamento de capacidade em provedores de nuvem do tipo *IaaS*, pois existe um vasto território a ser explorado. Desta forma, são feitas as seguintes sugestões para trabalhos futuros:

- Replicar este estudo em outros provedores de serviços *IaaS*, em diferentes estados da federação, considerando outras capacidades não exploradas;

- Simplificação do modelo, visando a otimização de tempo e desempenho das atividades;
- Integrar modelos de dinâmica de sistemas com *frameworks* de capacidade em provedores *IaaS*, de forma a considerar o nível de maturidade dessas organizações nas simulações;
- Para buscar uma evolução da eficácia do módulo *MCDM* do modelo, pretende-se estender o método *AHP* clássico para tratar outros tipos de decisões onde exista uma interdependência entre os critérios ou avaliar a utilização do método *analytic network process (ANP)* e outros métodos semelhantes em nova modelagem;
- Explorar o potencial de modelos de simulação para a formação de gestores no gerenciamento de capacidade;
- Visando evoluir para modelo (s) que possam abranger a área de computação em nuvem, pretende-se proceder a continuidade desta pesquisa, procedendo modelagem do suporte a tomada de decisão no gerenciamento de capacidade em provedores do tipo *plataforma como serviços (PaaS)* e *software como serviços (SaaS)*.

## REFERÊNCIAS

ABAR, S.; LEMARINIER, P.; THEODOROPOULOS, G. K.; GREGORY M. P. O Hare. **Automated Dynamic Resource Provisioning and Monitoring in Virtualized Large-Scale Datacenter**. IEEE 28th International Conference on Advanced Information Networking and Applications, Victoria, BC, pp. 961-970, 2014.

ABDEL-HAMID, T.K. **The dynamics of software project staffing: a system dynamics based simulation approach**. IEEE Transactions on Software Engineering, v. 15, n. 2, p. 109-119, 1989.

ABREU, Vladimir Ferraz de; FERNANDES, Aguinaldo Aragon. **Implantando a Governança de TI: da estratégia à gestão dos processos e serviços**. Rio de Janeiro: Brasport, 2006.

ALMEIDA, A. J. B. **Metodologia para Suporte ao Planejamento Estratégico em IFES com base no Risco, Consenso e Princípios de Governança**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará, 2018.

Association of Business Process Management Professional, ABPMP. **BPM CBOOK Versão 3.0**. 1ª Edição em Português. São Paulo, 2013.

BANNER Joe Bauer; BELLAMY Al. **Latent Effects of Cloud Computing on IT Capacity Management Structures**. International Journal of Computer and Communication Engineering, vol. 6, n. 2, pp. 111-125, 2017.

BARLAS, Y. Multiple tests for validation of system dynamics type of simulation models. **European Journal of Operational Research**, v. 42, n. 1, p. 59-87, 1989.

BARTOLINI, C. **Business-driven IT Management**. PhD thesis, Università degli Studi di Ferrara, Italy, 2009.

BARTOLINI C.; SALLÉ M. **Business driven prioritization of service incidents**. L5th IFIP/IEEE International Workshop on Distributed Systems, 1:1-8, 2008.

BAUER J. F. **Understanding how organizations operate their IT capacity-management processes**, PhD Thesis, Eastern Michigan University, 2015.

BEASLEY, Mark et al. **Working Hand in Hand: Balanced Scorecards and Enterprise Risk Management**. Strategic Finance, Montale - Nova Jérsei, v. 4, n. 03, p.49-55, mar. 2006. Disponível em: <https://goo.gl/pTSe8X>. Acesso em: 25 ago. 2017.

BEZERRA, Tarcio R., MOURA J. Antão B., LIMA Alberto S. **A system dynamics model to support strategic decisionmaking on IT outsourcing: A case study at a state revenue agency in Brazil**. In: NOMS 2014 2014 IEEE/IFIP Network Operations and Management Symposium, 2014, Krakow. 2014 IEEE Network Operations and Management Symposium (NOMS). p. 1.

BEZERRA, Tarcio R. **Capturando a Dinâmica da Gestão do Suprimento de Capacidades Essenciais de Tecnologia da Informação para o Apoio a Decisões Orientadas a Riscos e Benefícios**: Uma aplicação no contexto de organizações públicas no estado de Alagoas. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, 2015.

BHARADWAJ, A. S. **A Resource-Based Perspective on Information Technology Capability and Firm Performance**: An Empirical Investigation. *MIS Quarterly*, vol. 24, no. 1, 2000.

BORGES, Daniel Otoni, SCHINDLER, Daniela Di Lullo. **Novo Modelo de Gestão Estratégica – O Balanced Scorecard e a Dinâmica de Sistemas**. Projeto de Formatura – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Departamento de Engenharia Industrial, Curso de Engenharia de Produção 2005.

BUYYA, R., Yeo, C., Venugopal, S., Broberg, J., & Brandic, I. (v.25 de 2009). **Cloud computing and emerging IT platforms**: Vision, hype, and reality for delivering computing as the 5th utility. *Future Generation Computer Systems*, Elsevier Science.

CALIFF C. B.; SARKER S.; SKILTON M. **The Role and Value of a Cloud Service Partner**, *MIS Quarterly Executive*, vol. 15, n. 3, p. 231-242, 2016.

CARVALHO, S. S. de. **Um processo para Gestão de Contratos de Aquisição de Serviços de Desenvolvimento de Software na Administração Pública**. Dissertação (Mestrado em Informática). Recife, Universidade Federal de Pernambuco, setembro de 2009.

CARVALHO N. M.; MESNACÉ D. A.; BRASILEIRO F. V. **Capacity planning for IaaS cloud providers offering multiple service classes**, *Future Generation Computer Systems*, vol. 77, pp. 97–111, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.future.2017.07.019>. Acessado em: 23 ago. 2018.

CHANG S.-I.; YEN D. C.; NG C. S.; CHANG W.-T. **An analysis of IT/IS outsourcing provider selection for small- and medium-sized enterprises in Taiwan**, *Information & Management*, Apr. 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.im.2012.03.001>. Acessado em: 26 jan. 2016.

CHEN, P. M.; NOBLE, B. D. **When virtual is better than real [operating system relocation to virtual machines]**. In: *Hot Topics in Operating Systems*, 2001. Proceedings of the Eighth Workshop on. [S.l.: s.n.], 2001.

CHYTAS, Panagiotis; GLYKAS, Michael; VALIRIS, George. **A proactive Balanced Scorecard**. *International Journal of Information Management*, [s.l.], v. 31, n. 5, p.460-468, out. 2011. Elsevier BV. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2010.12.007>. Acessado em: 14 jul. 2015.

COUTINHO, E. F.; SOUSA, F. R. C.; Gomes, D. G.; Souza, J. N. **Elasticidade em Computação na Nuvem**: Uma Abordagem Sistemática. XXXI Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos (SBRC), 2013.

CUNHA, Marcos Ribeiro; KRATZ, Lucia. **Fatores críticos de sucesso no processo de implementação do Balanced Scorecard: um estudo de caso nas instituições federais de**

**ensino superior.** Revista de Ciências da Administração, [s.l.], v. 1, n. 3, p.96-108, 16 dez. 2016. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5007/2175-8077.2016v18n4p96>. Acessado em: 17 maio 2017.

DE CARVALHO M. B.; ESTEVES R. P.; RODRIGUES G. C.; GRANVILLE L. Z.; TAROUCO L. M. R. **A Cloud Monitoring Framework for Self-configured Monitoring Slices Based on Multiple Tools.** Proceedings of the 9th International Conference on Network and Service Management (CNSM 2013), Zurich, 2013, pp. 180-184.

DIÓGENES, Yuri; VERAS, Manoel. **Certificação Cloud Essentials – Guia Preparatório para o Exame CLO – 001.** Novaterra: Rio de Janeiro, 2015.

ELLRAM, L. M. **A taxonomy of total cost of ownership models.** Journal of Business Logistics, 15 (1), p. 171-192, 1994.

ENDO, P. T. *et al.* **A survey on open-source cloud computing solutions.** In: VIII Workshop em Clouds, Grids e Aplicações. Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e de Sistemas Distribuídos. [S.l.: s.n.], 2010.

FENNER, Germano; LIMA, A. S.; De SOUZA J. N., MOURAJ. A. B., ANDRADE, R. M. C. **A system dynamics model for managing service desk capacity.** Proceedings of 2015 IFIP/IEEE International Symposium on Integrated Internet Management (IM), 2015.

FEHER P., **Knowledge and Management.** Disponível em: <https://krpm.files.wordpress.com/2017/03/peter-feher-itol-v3-1-structure-krmp-wordpress-com.png>. Acessado em: 23 abr. 2017.

FERNANDES, Amarildo da Cruz. **Scorecard Dinâmico - Em Direção à Integração da Dinâmica de Sistemas com Balanced Scorecard.** Tese de Doutorado em Ciências em Engenharia de Produção. UFRJ: Rio de Janeiro, 2003.

FORRESTER. J. W. **System Dynamics - A Personal View of the First Fifty Years.** System Dynamics Review. v. 23, n. 2/3, 2007.

FORRESTER, J.W. e SENGE, P.M., **Tests for building confidence in System Dynamics models.** In: Legasto, A.A. Jr.; Forrester, J.W. and Lyneis, T.M. eds. System Dynamics. New York: Elsevier North-Holland, 1980.

GARG, S.; VERSTEEG, S.; BUYYA, R. **A Framework for Ranking of Cloud Computing Services.** Future Generation Computer Systems, pp. 1012-1023, 2013.

GARRISON G.; KIM S.; WAKEFIELD R. L. **Success Factors for Deploying Cloud Computing.** Communications of the ACM vol. 55m no. 9, pp. 62-68, 2012.

GHELMAN, Silvio; COSTA, Stella Regina Reis da. **Adaptando o BSC para o Setor Público Utilizando os Conceitos de Efetividade, Eficácia e Eficiência.** In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA - SEGET, 11., 2014, Resende-RJ. Anais. Resende-RJ: SEG eT, 2014. p. 1 - 10. Disponível em: <https://goo.gl/KGw9CU>. Acessado em: 30 ago. 2017.

HO, W., XU, X., & DEV, P. (2010). **Multi-Criteria Decision-Making Approaches for Supplier Evaluation and Selection: A Literature Review**. *European Journal of Operational Research*, pp. vol. 202, pp. 16–24.

HOQUE, Zahirul. **20 Years of Studies on the Balanced Scorecard: Trends, Accomplishments, Gaps and Opportunities for Future Research**. *The British Accounting Review*, [s.l.], v. 46, n. 1, p.33-59, mar. 2014. Elsevier BV. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bar.2013.10.003>. Acessado em: 23 out. 2015.

IBM. **Virtualization in Education**. Oct 2007. White paper, IBM Systems and Technology Group. Disponível em: <http://www.ibm.com/solutions/in/education/download/VirtualizationInEducation.pdf>. Acessado em: 20 mar. 2018.

ISACA, Rolling Meadows-USA. **COBIT 5 - A Business Framework for the Governance and Management of Enterprise IT** Publishers B. V., Amsterdam, The Netherlands, The Netherlands, v. 25, p. 599–616, June 2011. ISSN 0167-739X. Disponível em: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1528937.1529211>. Acessado em: 14 abr. 2016.

**ISO/IEC 38.500 - International Organization for Standardization e pelo International Electro Technical Commission**. 2008.

IT PARTNERS. **ITIL Intermediate - Material de Referência**. Verão 1.1. São Paulo: IT Partners Assessoria e Consultoria Ltda, 2014.

IVER B.; HENDERSON J. C. **Business Value from Clouds: Learning from Users**. *MIS Quarterly Executive* vol. 11, no.1, pp. 51-60, 2012.

KAPLAN, Robert. NORTON, Robert. **The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action**. Harvard Business Press; 1a. Edition, 1996.

KAPLAN, Robert S. **The Balanced Scorecard: Comments on Balanced Scorecard Commentaries**. *Journal of Accounting & Organizational Change*, [s.l.], v. 8, n. 4, p.539-545, 26 out. 2012. Emerald. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1108/18325911211273527>. Acessado em: 19 maio 2017.

KAPLAN, Robert S.; NORTON, David P. **The Balanced Scorecard: Measures That Drive Performance**. Harvard Business School Publishing, 2005.

KAPLAN, Robert S.; NORTON, David P. **Strategic Learning & the Balanced Scorecard**. *Strategy & Leadership*, [s.l.], v. 24, n. 5, p.18-24, mar. 1996. Emerald. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1108/eb054566>. Acessado em: 28 nov. 2017.

KEUS K. J.; MARKUS U. **Availability: Theory and Fundamentals for Practical Evaluation and Use**. 1063-9527/94, IEEE, 1994.

KHAJEH-HOSSEINI A.; SOMMERVILLE I.; SRIRAM I. **Research challenges for Enterprise Cloud Computing**. *Proceedings of 1st ACM Symposium on Cloud Computing - SOCC*, 2010.

KLEINROCK L. **Queuing Systems**, Vol I: Theory. Wiley, New York, 1975.

LENK, A., KLEMS, M., Nimis, J., Tai, S., & Sandholm, T. (2009). **What's Inside the Cloud? An Architectural Map of the Cloud Landscape**. ACM CLOUD. Vancouver.

LIAO X.; LI Y.; LU B. Lu. **A Model for Selecting an ERP System Based on Linguistic Information Processing**, Inf. Syst., vol. 32, no. 7, pp. 1005–1017, Nov. 2007. [Online]. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.is.2006.10.005>. Acessado em: 21 dez. 2017.

LIMA, Alberto Sampaio. **Modelo para Melhoria Contínua de Serviços de Tecnologia da Informação Sob o Ponto de Vista do Negócio**. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Ceará, CE, 2011.

LIMA, A. S., SAUVÉ, J.; DE SOUZA, J. N. **Capturing the Quality and Business Value of IT Services Using a Business-Driven Model**. IEEE Transactions on Network and Service Management, v. 9, pp. 421-432, 2012.

LIMA A. S. Lima; DE SOUZA J. N.; MOURA J. A. B.; DA SILVA I. P., **A Consensus-Based Multicriteria Group Decision Model for Information Technology Management Committees**, IEEE Transactions on Engineering Management, vol. 65, pp. 1-17, 2018.

MADACHY, R. J. **Software Process Dynamics**. John Wiley & Sons, 2007.

MANVI S. S.; SHYAMB G. K. **Resource management for Infrastructure as a Service (IaaS) in cloud computing: A survey**, Journal of Network and Computer Applications vol. 41, pp. 424–440, 2014.

MAREK W.G. **Power and Beauty of Interval Methods**. Domestic Conference on Evolutionary Algorithms and Global Optimization, Poland, ar Xiv: p1ysics/0302034v2:8pp, May 26-29, 2003.

MARQUES, Filipe Teixeira. **Projeto de Infraestrutura de TI pela Perspectiva de Negócio**. Dissertação de Mestrado. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande, 2006.

MARQUES F. T.; SAUVÉ J.; MOURA J. A. B. SLA design and Service Provisioning for Outsourced Services. **Journal of Network and Systems Management**, Volume 17, Issue 1-2:73 - 90, 2009.

MARTENS, Benedikt. TEUTEBERG, Frank. **Risk and Compliance Management for Cloud Computing Services: Designing a Reference Model**. Americas Conference on Information Systems, University of Osnabrueck, 2011.

MELLO, Rodrigo Fernandes de. **Sistemas Dinâmicos e Técnicas Inteligentes para a Predição de Comportamento de Processos: Uma Abordagem para Otimização de Escalonamento em Grades Computacionais**, 129p, Tese (Livre Docência) Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo, USP-São Carlos, 2010.

MERIG, J., & Gil-Lafuente, A. (2010). New Decision-Making Techniques and Their Application in the Selection of Financial Products. **Information Sciences**, pp. vol. 180, pp. 2085–2094

MING, Wu; YANG Jian and RAN Yongyi. **Dynamic Instance Provisioning Strategy in an IaaS Cloud**. Proceedings of the 32nd Chinese Control Conference, Xi'an, 2013, pp. 6670-6675.

MOHSEN, Attaran. Cloud Computing Technology: Leveraging the Power of the Internet to Improve Business Performance, **Journal of International Technology and Information Management**, vol. 26, no.1, pp. 112-137, 2017.

MONTEIRO, Luiz Henrique Alves, **Sistemas Dinâmicos - 3 Ed.** - São Paulo: Editora Livraria Física, 2011.

MORECROFT, J. D. W. **Strategic Modeling and Business Dynamics: A Feedback System Approach**. John Wley & Sons, 2007.

MOREIRA, Evaristo. **Relacionando ITIL e BI**. Disponível em: <http://evaristomoreira.com.br/artigos/relacionando-itil-e-bi/>. Acessado em: 23 abr. 2017.

MOURA J. A. B. **A Possibility Theoretic Model for Decision Support in Business-Driven IT Service Portfolio Financial Management Under Uncertainty**. In HP OVUA, Marrakech, Marrocos, 2008.

NGAI E. W. T. **Selection of Web Sites for Online Advertising Using the AHP**, Inf. Manage., vol. 40, no. 4, pp. 233–242, Mar. 2003. [Online]. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/S03787206\(02\)00004-6](http://dx.doi.org/10.1016/S03787206(02)00004-6). Acessado em: 29 jan. 2016.

OGC - Office of Government Commerce. **ITIL v3 (Information Technology Infrastructure Library)/Service Operation, Service Strategy, Service Design, Service Transition, Continual Service Improvement**. London: TSO, 2007.

OLIVEIRA, J. A. **Um Modelo Formal para Avaliar o Valor de Negócio e sua Aplicação no Contexto de Gestão e Governança de TI**. PhD Thesis, Tese de Doutorado, Universidade Federal de Campina Grande, PB, 2010.

PETER Weill and J. W. ROSS. **Governança de TI - Tecnologia da Informação**. Makron, 2006.

PHILLIPS-WREM G. E.; FORGIONNE G. A. **Aided Search Strategy Enabled by Decision Support**, Inf. Process. Manage, vol. 42, no. 2, pp. 503–518, Mar. 2006. [Online]. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ipm.2005.02.004>. Acessado em: 15 nov. 2016.

READ D. Utility theory from Jeremy Bentham to Daniel Kalmeman. **London School of Economics and Political Science**, 9: ISBN No: 07530 1689, 2004.

RESENDE, D. A. **Aplicação Prática de um Modelo de Alinhamento Estratégico da Tecnologia da Informação ao Planejamento Privado e Público e de seus Respectivos Estágios**. Produto e Produção. Vol. 7, n. 2, p. 39 -52, jun. 2004.

RIBAS, Maristela. **Um Modelo de Decisão para Adoção de Serviços em Nuvem Usando Redes de Petri**. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Ceará, CE, 2015.

RIMAL, B. P.; CHOI, E.; LUMB, I. **A Taxonomy and Survey of Cloud Computing Systems.** *In:* NC, IMS and IDC, 2009. NCM '09. Fifth International Joint Conference on. Seoul: [s.n.], 2009.

ROCKMANN, R.; WEEGER, A.; GEWALD, H. **Identifying Organizational Capabilities for the Enterprise-wide Usage of Cloud Computing,** Proceedings of Pacific-Asia Conference on Information Systems - PACIS, 2014.

RODRIGUES, A.; BOWERS, J. **The role of System Dynamics in Project Management.** International Journal of Project Management, v. 14, pp. 213-220, 1996.

RUNERSON, P.; HOST, M. **Guidelines for conducting and reporting case study research in software engineering,** Springer: *Empiric Software Eng.* Vol. 14, pp.31-164, DOI 10.1007, 2009.

SAUVÉ J. ; MARQUES F. ; MOURA J. A. B.; SAMPAIO M.; JORNADA J. ; RADZIUK E.. **SLA Design From a Business Perspective.** In DSOM, 2005.

SAUVÉ, J.; MOURA J. A. B.; SAMPAIOM.JORNADA, J.; RADZIUK, E. (2006). **An Introductory Overview and Survey of Business-Driven IT Management.** First IEEE/IFIP BDIM, pp. 1-10, 2006.

SAUVÉ, J.; BARTOLINI, C.; MOURA, J. A. B. **Looking at Business Through a Keyhole.** Anais do 4th IEEE/IFIP International Workshop on Business-driven IT Management (BDIM 2009), pages 1-8, 2009.

SCHULTE S.; JANIESCH C.; VENUGOPALC S.; WEBERD I.; HOENISCH P. **Elastic Business Process Management: State of the Art and Open Challenges For BPM In The Cloud,** Future Generation Computer Systems, vol. 46, pp. 36–50, 2015.

SHREKENGOST, R. C. **Dynamic Simulation Models:** How valid are they? Self-Report Methods of Estimating Drugs Use. National Institute of Drugs Abuse, 1985.

SONNEK, J.; CHANDRA, A. **Virtual Putty:** Reshaping the Physical Footprint of Virtual Machines. *In:* Proc. of Workshop on Hot Topics in Cloud Computing (HotCloud'09). [S.l.: s.n.], 2009.

SOUSA, F. R. C. *et al.* **Gerenciamento de Dados em Nuvem: Conceitos, Sistemas e Desafio.** In: Minicursos. Simpósio Brasileiro de Banco de Dados. [S.l.: s.n.], 2011.

STERMAN, John D. **Business Dynamics:** Systems Thinking and Modeling for a Complex World. Boston: McGraw-Hill, 2000. 982 p.

TAMANINI I; PINHEIRO P. R.; SANTOS, C. N. (2012). **An Hybrid Approach of Verbal Decision Analysis and Machine Learning.** Lecture Notes In Artificial Intelligence, pp. vol. 7413, pp. 126–131.

TRIANAPHYLLOU, E. **Multi-Criteria Decision Making Methods:** A Comparative Study. Springer, 2000.

VAQUERO, L. M. *et al.* **A Break in the Clouds: Towards A Cloud Definition.** SIGCOMM Comput. Commun. Rev., ACM, New York, NY, USA, v. 39, p. 50–55, December 2008. ISSN 0146-4833. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/1496091.1496100>. Acessado em: 9 fev. 2017.

VOUK, M. **Cloud Computing - Issues, Research and Implementations.** In: Information Technology Interfaces, 2008. ITI 2008. 30th International Conference on. [S.l.: s.n.], 2008. P.31 –40. ISSN 1330-1012.

YUEN, K. (2012). **Software-as-a-Service Evaluation in Cloud Paradigm: Primitive Cognitive Network Process Approach.** IEEE International Conference on Signal Processing, Communication and Computing.

WAN J.; ZHANG H.; WAN D. **Evaluation on Information Technology Service Management Process with AHP,** Technology and Investment, v. 2, no. 1, pp. 38–46, Apr. 2011.

WANG, L. *et al.* **Cloud Computing: A Perspective Study.** New Generation Computing, Ohmsha, Ltd., v. 28, p. 137–146, 2010. ISSN 0288-3635. 10.1007/s00354-008-0081-5. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s00354-008-0081-5>. Acessado em: 04 out. 2017.

WANG N.; LIANG H.; JIA Y.; GE S.; XUE Y; WANG Z. **Cloud Computing Research in The is Discipline: A Citation/Co-Citation Analysis,** Decision Support Systems, vol 86 pp. 35–47, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dss.2016.03.006>. Acessado em: 13 set. 2017.

WEI C.-C. ; CHIEN C.-F.; WANG M.-J. J. **An AHP-Based Approach to ERP System Selection,** International Journal of Production Economics, v. 96, n. 1, pp. 47–62, April 2005. [Online]. Disponível em: <http://ideas.repec.org/a/eee/proeco/v96y2005i1p4762.html>. Acessado em: 01 dez. 2016.

WUHI, F. R. Stadler and H. Lindgren, **Dynamic resource allocation with management objectives - Implementation for an OpenStack cloud.** 2012 8th international conference on network and service management (cnsm) and 2012 workshop on systems virtualization management (svm), Las Vegas, NV, USA, 2012, pp. 309-315.

ZADEH L. **Rizy Sets as a Basis for a Theory of Possibility.** Fuzzy Sets and Systems, 1:3-28, 1998.

ZHANG, Q.; CHENG, L.; BOUTABA, R. **Cloud Computing: State-Of-The-Art and Research Challenges.** Journal of Internet Services and Applications, Springer London, v. 1, n. 1, p. 7–18, maio 2010. ISSN 1867-4828. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s13174-010-0007-6>. Acessado em: 19 jun. 2018.

ZHOU, S. **Virtual Networking.** SIGOPS Oper. Syst. Rev., ACM, New York, NY, USA, v. 44, p. 80–85, dez. 2010. ISSN 0163-5980. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/1899928.1899938>. Acessado em: 16 mar. 2018.

## APÊNDICE A - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### COMPUTAÇÃO EM NUVEM

O rápido desenvolvimento das tecnologias de processamento e armazenamento aliado ao grande sucesso da *Internet*, contribuiu para que os recursos computacionais se tornassem mais baratos, mais poderosos e mais ubiquamente disponíveis que anteriormente. Esta nova tendência tecnológica tornou possível a existência desse novo modelo de computação, chamado computação em nuvem, onde os recursos são providos sob demanda através da *Internet* (ZHANG; CHENG; BOUTABA, 2010).

A computação em nuvem tem se tornado a palavra da moda na indústria de TI (WANG *et al.*, 2010; VOUK, 2008) com o objetivo de proporcionar serviços sob demanda com pagamento baseado no uso (*pay-per-use*). Tendências anteriores à computação em nuvem foram limitadas a uma determinada classe de usuários ou focadas em tornar disponível uma demanda específica de recursos de TI (BUYYA *et al.*, 2009). Já a computação em nuvem pretende ser global e prover serviços para as massas que vão desde o usuário final, que hospeda seus documentos pessoais na *Internet*, até empresas que terceirizam toda infraestrutura de TI para outras empresas (SOUSA *et al.*, 2011). Decerto, usuários e empresas estão movendo seus dados e aplicações para a nuvem e acessando-os de uma forma simples e pervasiva, sem se preocupar com onde as aplicações estão atualmente instaladas e como elas foram implantadas (ENDO *et al.*, 2010).

Na computação em nuvem, cada parte da infraestrutura é provida como serviço, e o conjunto desses serviços geralmente é alocado em centros de dados, utilizando *hardware* compartilhado para computação e armazenamento. A proposta da computação em nuvem representa uma quebra de paradigmas, pois empresas e pessoas que até então utilizavam recursos computacionais de forma proprietária, sendo os responsáveis pela gestão, manutenção e atualização desses recursos, agora podem abrir mão dessas atividades, repassando a gestão dos mesmos para um provedor de serviços. A infraestrutura do ambiente de computação em nuvem normalmente é composta por um grande número, centenas ou milhares de máquinas físicas ou nós físicos de baixo custo, conectadas por meio de uma rede.

Cada máquina física possui as mesmas configurações de *software*, mas pode ter variação na capacidade de *hardware* em termos de CPU, memória e armazenamento em disco. Dentro de cada máquina física existe um número variável de máquinas virtuais ou nós virtuais

em execução, de acordo com a capacidade do *hardware* disponível na máquina física. Os dados são persistidos, geralmente, em sistemas de armazenamento distribuídos. De acordo com o tipo de segmento (nível de segurança, número de usuários, tipo da tecnologia, complexidade do segmento do negócio), pode existir a necessidade de se construir infraestruturas de TI complexas, onde os usuários necessitam realizar instalação, configuração e atualização de sistemas de *hardware* e *software*. Além desse fato, os recursos de TI são propensos a ficarem obsoletos rapidamente e demandam mão de obra qualificada para a execução das suas atividades. Uma solução para esse problema seria contratação e utilização de plataformas computacionais de terceiros, no caso as soluções de computação em nuvem.

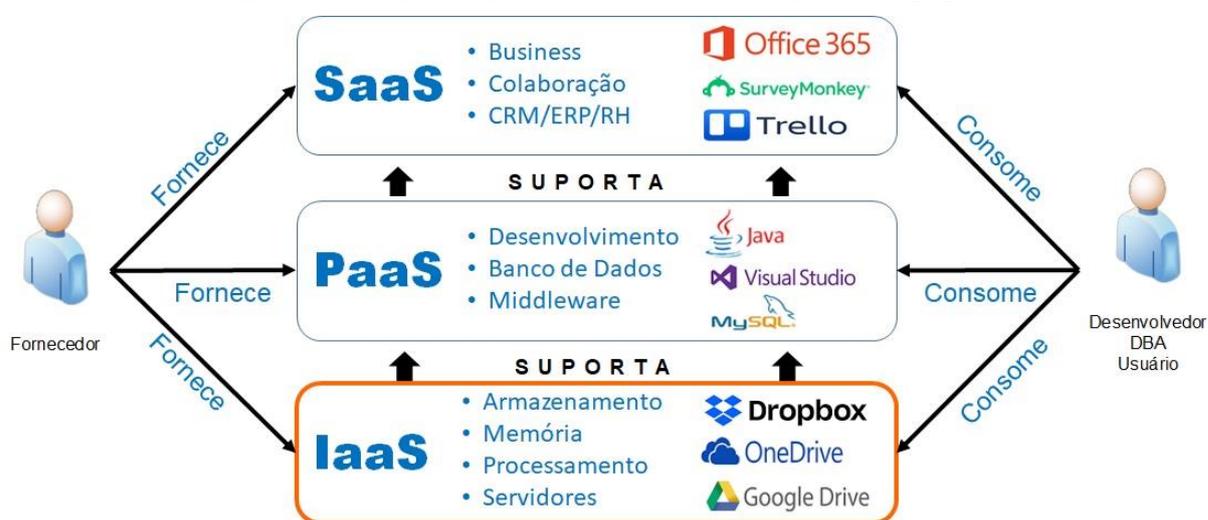
Dessa forma, os usuários da empresa passam a acessar um conjunto de serviços sob demanda e independentes de localização. O *hardware* e o *software* dentro de uma nuvem são configurados e orquestrados automaticamente, além de suas modificações serem apresentadas de forma transparente para os usuários, que possuem perfis diferentes e podem personalizar os seus ambientes computacionais. Os recursos computacionais do provedor são organizados em um *pool* para servir a múltiplos usuários usando um modelo multi-inquilino (*multi-tenant*), com diferentes recursos físicos e virtuais, atribuídos dinamicamente e ajustados de acordo com a demanda dos usuários. Esses usuários não precisam ter conhecimento da localização física dos recursos computacionais, podendo somente especificar a localização em um nível mais alto de abstração do centro de dados, tais como o país, estado ou município. Os recursos podem ser adquiridos de forma rápida e elástica, em alguns casos automaticamente, caso haja a necessidade de escalar com o aumento da demanda, e liberados, na retração, diminuição dessa demanda. Entende-se por elasticidade a “capacidade de adicionar e remover recursos de forma automática de acordo com a carga de trabalho sem interrupções e utilizando os recursos de forma otimizada”. Para os usuários, os recursos disponíveis para uso parecem ser ilimitados e podem ser adquiridos em qualquer quantidade e a qualquer momento.

### **Modelos de serviços em nuvem**

O ambiente de computação em nuvem é composto de três modelos de serviços (VAQUERO *et al.*, 2008; RIMAL; CHOI; LUMB, 2009), apresentados e descritos na sequência. Esses modelos são importantes, pois definem um padrão arquitetural para soluções de computação em nuvem.

O modelo de computação em nuvem permite às empresas uma nova opção em seu planejamento de disponibilização de novos serviços de TI, internos ou externos. Não é mais necessário adquirir a infraestrutura física de computadores, redes, armazenamento de dados para hospedar o seu serviço. Os modelos de serviços são acessados por usuários com papéis distintos. Os papéis são importantes para definir responsabilidades, acesso e perfil para os diferentes usuários que fazem parte e estão envolvidos em uma solução de computação em nuvem. Para entender melhor a computação em nuvem, pode-se classificar os atores dos modelos de acordo com os papéis desempenhados (Coutinho *et al.*, 2013). A Figura 71 apresenta os modelos/tipos de serviço e os papéis.

Figura 71 - Organização dos modelos de serviço e seus papéis



Fonte: Autor

Quanto ao acesso e à disponibilidade, existem diferentes tipos de modelos de implantação para os ambientes de computação em nuvem. A restrição ou abertura de acesso depende do processo de negócios, do tipo de informação e do nível de visão desejado. Pode-se perceber que determinadas empresas não desejam que todos os usuários possam acessar e utilizar determinados recursos no seu ambiente de computação em nuvem. Nesse sentido, surge a necessidade de ambientes mais restritos, onde somente alguns usuários devidamente autorizados possam utilizar os serviços providos. Pode-se contratar serviços em nuvem que fornecem infraestruturas similares para que os técnicos de TI da empresa hospedem os aplicativos (usando modelo *IaaS*), ou ainda mais simples, contratar o próprio serviço, já pronto para uso direto pelos usuários finais, sem necessidade de administração interna do serviço pela área de TI da organização (modelo *SaaS*).

### **Infraestrutura como um serviço (Infrastructure as a Service - IaaS)**

O serviço do tipo *IaaS* contempla a capacidade que o provedor possui para oferecer uma infraestrutura de processamento e armazenamento de forma transparente. O serviço do tipo *IaaS* fornece recursos, tais como máquinas virtuais, servidores, rede, armazenamento e outros recursos de computação, fundamentais para se construir um ambiente de aplicação sob demanda, o qual pode incluir sistemas operacionais e aplicativos. O usuário tem controle sobre os sistemas operacionais, armazenamento, aplicativos implantados e, eventualmente, seleciona componentes de rede, tais como *firewalls*. O *Amazon Elastic Cloud Computing (EC2)* é um exemplo de serviço *IaaS*. O termo *IaaS* representa uma abstração da infraestrutura propriamente dita, pois o cliente não possui o controle da mesma, porém, através dos mecanismos de acesso, exerce o controle sobre máquinas virtuais, armazenamentos, aplicativos instalados e algum controle limitado sobre os recursos de rede.

### **Software como um serviço (Software as a Service -SaaS)**

O serviço tipo *SaaS* proporciona sistemas de *software* com propósitos específicos, os quais se encontram disponíveis para os usuários por meio da *internet* e acessíveis a partir de vários dispositivos do usuário por meio de uma *interface thin client* como por exemplo um navegador *web*. O serviço *SaaS* é uma opção interessante para usuários que são hospedados em nuvem quando existe a necessidade de um processamento local e nesse caso, todo o controle e gerenciamento da rede, sistemas operacionais, servidores e armazenamento é feito pelo provedor que oferta o serviço. Como exemplos de *SaaS* pode-se destacar os serviços de *Customer Relationship Management (CRM)* da *Sales force* e o *Google Docs*.

### **Plataforma como um serviço (Platform as a Service - PaaS)**

O serviço do tipo *PaaS* fornece ferramentas de desenvolvimento para aplicações, auxiliando a implementação de sistemas de *software*. Essas aplicações serão disponibilizadas e executadas na nuvem. De uma forma simplista, o serviço *PaaS* busca oferecer e disponibilizar uma plataforma em nuvem com um modelo de computação, armazenamento e comunicação para os aplicativos. Por meio desse modelo, o usuário exerce controle sobre as aplicações implantadas, incluindo sistemas de banco de dados e servidores *web*, assim como as

configurações de aplicações hospedadas em uma infraestrutura. O Google *App Engine* e o Sales.com são exemplos de soluções do tipo *PaaS*.

## Modelos de nuvem

Os modelos de implantação da computação em nuvem podem ser divididos em nuvem pública, privada, comunidade e híbrida:

- **Nuvem privada:** A infraestrutura de nuvem é utilizada exclusivamente por uma organização, sendo esta nuvem local ou remota e administrada pela própria empresa ou por terceiros. Trata-se de uma estrutura de computação em nuvem que é operada e gerenciada pela própria organização cliente. De acordo com o *Gartner Group*, a nuvem privada é definida por privacidade, não por propriedade, localização ou responsabilidade de gestão;
- **Nuvem pública:** A infraestrutura de nuvem é disponibilizada para o público em geral, sendo acessado por qualquer usuário que conheça a localização do serviço. Ela pode ser disponibilizada gratuitamente ou através do modelo pague-por-uso. Esse modelo é comercializado por grupos que possuem grande capacidade de armazenamento;
- **Nuvem comunidade:** Fornece uma infraestrutura compartilhada por uma comunidade de organizações com interesses em comum. A gestão dessa infraestrutura pode ser realizada pelas organizações que fazem parte da comunidade ou por terceiros e pode ocorrer tanto dentro quanto fora das organizações;
- **Nuvem híbrida:** A infraestrutura é uma composição de duas ou mais nuvens, que podem ser do tipo privada, pública ou comunidade e que continuam a ser entidades únicas, mas conectadas por meio de tecnologia proprietária ou padronizada que permite a portabilidade de dados e aplicações. Apesar de serem entidades únicas, elas poderão ser acessadas por tecnologias diferentes, sejam elas proprietárias ou padronizadas, mas que permitam a portabilidade de dados e aplicações. Importante destacar que o modelo de nuvem híbrida impõe uma coordenação adicional que deverá ser realizada para uso de nuvens privadas e públicas com impactos em sua governança.

Cada modelo de implantação deve tratar questões relativas à segurança no ambiente de computação em nuvem. De forma geral, técnicas de criptografia de dados são utilizadas para garantir a privacidade dos dados contra acessos não autorizados. No entanto, as técnicas de criptografia impactam significativamente no acesso aos dados, tendo em vista a existência de uma complexidade computacional associada para as operações de criptografar e descriptografar os dados. Dessa forma, alternativas às técnicas de criptografia de dados e seus respectivos *trade-offs* devem ser investigados.

## ARQUITETURA DA COMPUTAÇÃO EM NUVEM

A arquitetura de computação em nuvem é baseada em camadas, sendo que cada uma destas trata de uma particularidade na disponibilização de recursos para as aplicações (BUYYA *ET AL.*, 2009). Uma camada consiste em uma divisão lógica de componentes de *hardware* e *software*. Alguns destes recursos computacionais podem ser agrupados e organizados para realizar uma determinada tarefa do sistema. Cada camada pode ter seu gerenciamento ou monitoramento de forma independente das outras camadas, melhorando a flexibilidade, reuso e escalabilidade no tocante à substituição ou adição de recursos computacionais, sem afetar as outras camadas. A Figura 72 apresenta essas camadas e suas respectivas associações.

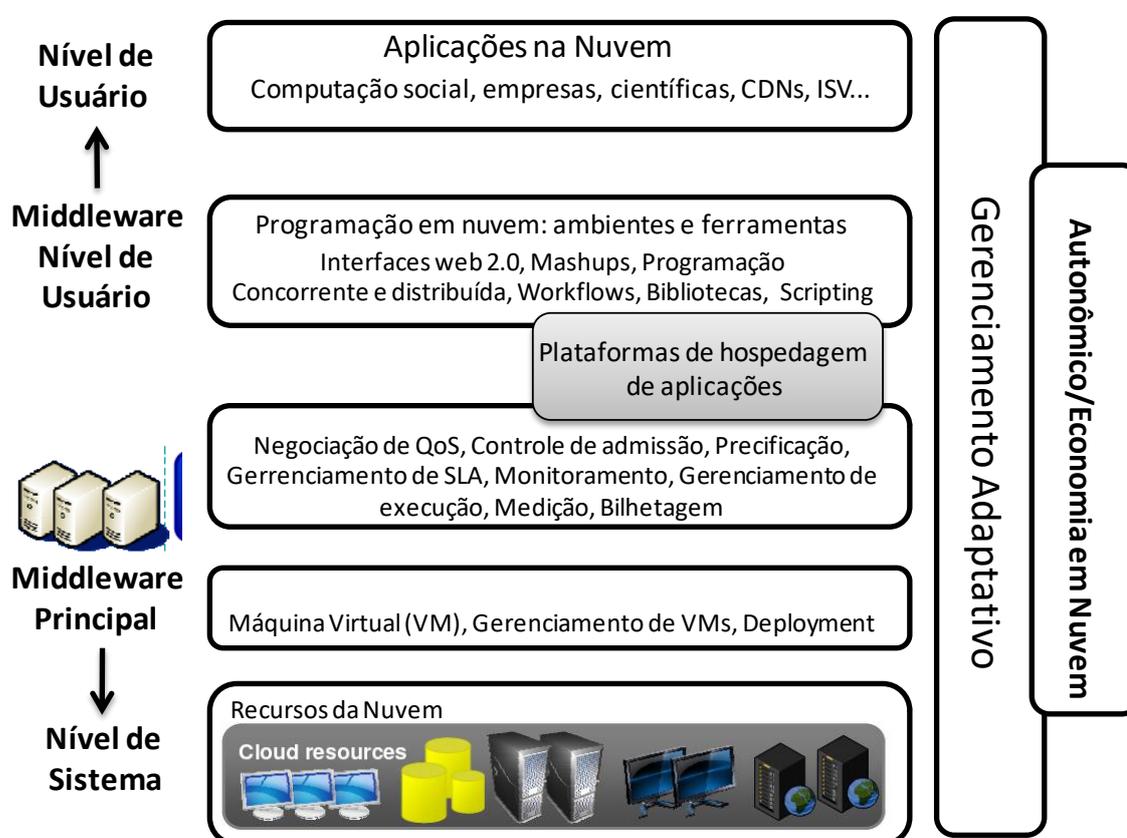
A camada de nível mais baixo é a de infraestrutura física, que contém centros de dados, *clusters*, estações de trabalhos e outros recursos de *hardware*, podendo possuir recursos heterogêneos. Com isso, fornece certa flexibilidade e facilidade de agregação de novos recursos à medida que se tornem necessários. Uma camada de *middleware* é responsável por gerenciar a infraestrutura física e tem por objetivo fornecer um núcleo lógico de uma nuvem. Esses serviços contêm negociações de qualidade de serviço (*Quality of Service - QoS*), gerenciamento dos acordos de nível de serviços (*Service Level Agreements - SLAs*), serviços de cobrança, serviços para verificar aceitação de requisições baseado na *QoS* e preço, serviços para cálculo, serviços de gerenciamento de virtualização, entre outros.

No nível acima da camada de *middleware*, encontra-se a camada responsável por prover suporte para a construção de aplicações e contém ferramentas ou ambientes de desenvolvimento. Esses ambientes possuem *interfaces Web 2.0*, *mashups*, componentes, recursos de programação concorrente e distribuída, suporte a *workflows*, bibliotecas de programação e linguagens de programação. Essa camada de desenvolvimento não é utilizada pelos usuários finais, mas sim, pelos usuários mais experientes, aqueles que desenvolvem as

soluções para computação em nuvem. Por fim, encontra-se a camada das aplicações de computação em nuvem. Essa camada é de interesse do cliente, pois é através da mesma que os usuários utilizam os aplicativos. As camadas abaixo dessa são responsáveis pelas características de escalabilidade, disponibilidade, ilusão de recursos infinitos e alto desempenho.

Algumas soluções de arquitetura podem incluir uma camada de gerenciamento de adaptações, sendo esta responsável por fornecer adaptação a essas soluções. Tais adaptações ocorrem de forma automática ou semiautomática e com isso, se diminui os esforços humanos para gerenciar arquiteturas de computação em nuvem (Lenk *et al.*, 2009).

Figura 72 - Arquitetura da Computação em Nuvem



Fonte: Adaptado de Buyya *et al.* (2009)

A virtualização tem sido definida como a abstração dos recursos do computador ou como uma técnica para esconder as características físicas dos recursos computacionais e pode ser feita de diversas formas:

- **Virtualização de *desktops*:** é a virtualização que trata da configuração dos *desktops* de usuários finais em uma infraestrutura virtual, onde os sistemas operacionais e as aplicações passam a ser executados em um datacenter, sob a forma de uma MV. Cada usuário pode customizar seu ambiente de trabalho e

acessá-lo de diferentes locais, utilizando qualquer estação de trabalho na rede (IBM, 2007);

- **Virtualização de armazenamento:** é um conceito referente à abstração entre o armazenamento lógico e o armazenamento físico. A ideia desse tipo de virtualização é fazer com que diversos discos físicos sejam vistos como um conjunto homogêneo de recursos de armazenamento. Esta separação permite que os administradores de sistemas possam aumentar a flexibilidade no gerenciamento de usuários e cotas de disco, uma vez que as complexidades dos discos físicos são escondidas;
- **Virtualização de redes:** é a virtualização que permite a criação de ambientes de rede separados para cada grupo de usuários, apesar de compartilhar a mesma rede física. Para os usuários finais, é como se eles estivessem acessando uma rede própria, com recursos dedicados e políticas de segurança independentes. Neste tipo de virtualização é possível criar diversos dispositivos de rede, como switches virtuais (ZHOU, 2010);
- **Virtualização de servidores:** é o tipo de virtualização mais comum. Esse tipo de virtualização permite que uma MF seja particionada para executar múltiplos ambientes virtuais, na forma de MVs.

Uma das tecnologias-chave da plataforma de computação em nuvem consiste na virtualização, onde as aplicações são encapsuladas dentro de MVs e estas são mapeadas dinamicamente para um conjunto de MFs (SONNEK; CHANDRA, 2009). Os serviços em execução nas MVs são executados separadamente de todos os processos das MFs, incluindo o sistema operacional dessas máquinas. Essa separação traz diversos benefícios como segurança e portabilidade (CHEN; NOBLE, 2001).

Alguns desafios em aberto na adaptação de recursos são: demanda pelo uso de serviços de nuvem, frequência de uso de recursos de nuvem, suporte a aplicativos de missão crítica, problemas de Qualidade de Experiência (*QoE*), problemas de compartilhamento de informações, entre outros (MANVI e SHYAMB, 2014).

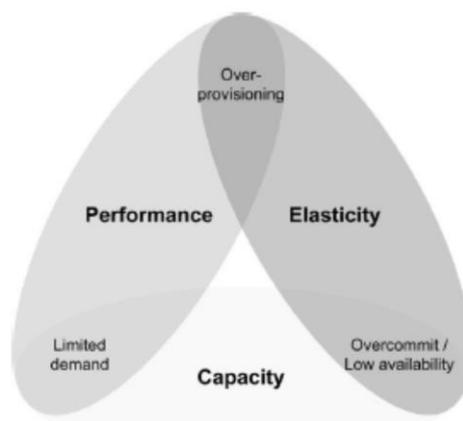
## VANTAGENS DA SOLUÇÃO DE COMPUTAÇÃO EM NUVEM

A computação em nuvem pode oferecer diversas vantagens que apresentam como resultado final a otimização de serviços, redução de custos e atualização tecnológica. Na sequência, são elencadas algumas dessas vantagens:

- **Redução de custos** - A utilização dos serviços em nuvem reduz drasticamente o custo, principalmente nas pequenas empresas. Se antes algumas tecnologias estavam disponíveis apenas para grandes organizações, em razão dos altos custos de investimento em tecnologia, agora encontram-se disponíveis para qualquer tipo de empresa, seja ela de pequeno, médio ou grande porte.
- **Baixo investimento inicial** - Quando uma empresa se encontra em início de suas atividades, muitos são os esforços que envolvem TI, os quais necessitam ser providenciados, para que a empresa possa funcionar. Aquisição de equipamentos, instalação de sistemas, disponibilização de local físico para funcionamento de servidores são alguns desses investimentos. Com a adoção da computação em nuvem, o acesso a toda essa infraestrutura e seus benefícios poderá ser realizado de forma imediata, ou, se for o caso, num curto espaço de tempo possível, dispensando a necessidade de investimentos em capital inicial para a empresa. Com isso, novos negócios poderão entrar em funcionamento de forma mais rápida.
- **Atualização Tecnológica** - Em organizações onde a tecnologia da informação (TI) não é a atividade fim e sim um meio, a atualização pode se tornar algo desafiador. Em TI, existe uma defasagem tecnológica muito rápida. A partir da adoção da computação em nuvem, essas barreiras de atualização tecnológica serão reduzidas, pois nas empresas que ofertam esse tipo de serviço, TI é sua atividade fim, portanto a atualização tecnológica é uma necessidade constante para que as mesmas continuem competitivas.
- **Escolhas sob demanda** - Outra grande vantagem que a computação em nuvem proporciona consiste na escolha e aquisição de recursos computacionais de acordo com a necessidade. Ocorrendo uma maior ou menor necessidade de recursos, o *hardware* e o *software* dentro de uma nuvem podem ser automaticamente reconfigurados, adaptando-se à real necessidade da organização, sem necessidade de interação humana com os provedores de cada serviço. Existe uma maior transparência para as necessidades das organizações que possuem perfis diferentes e assim podem personalizar os seus ambientes computacionais, como por exemplo: instalação de *software*, configuração de rede e definição de privilégios.

- **Elasticidade** - Empresas que atuam com vendas pela *internet*, quando ofertam uma promoção, durante o tempo que essa existir, poderá gerar um aumento do número de acessos exigindo maior capacidade de seus recursos. Na computação em nuvem, os recursos podem ser adquiridos de forma rápida e elástica, em alguns casos automaticamente, caso exista a necessidade de se escalar a partir do aumento da demanda, ou de se liberar quando a necessidade desses recursos desapareça, como ao término do período de uma promoção, por exemplo. A elasticidade permite que os usuários cresçam e reduzam a quantidade de recursos utilizados sob demanda (WANG ET AL., 2016). De acordo com Carvalho *et al.* (2017), a elasticidade da nuvem é mais do que apenas a elasticidade de recursos, ou seja, a capacidade de dimensionar a capacidade de computação, armazenamento e/ou rede. Elasticidade de custo refere-se à capacidade de obter o mesmo serviço em diferentes pontos de preço através de diferentes mecanismos de mercado, como mercados *spot versus commodities*. A elasticidade da qualidade se refere à capacidade de compensar a qualidade do serviço (*QoS*) com o custo, através da utilização de serviços mais baratos, como por exemplo máquinas virtuais (*VMs*) com menos recursos. Requisitos de elasticidade podem surgir a partir do nível de aplicativo, componente ou programação. O modelo proposto nesta Tese considera essas três restrições nas métricas de gerenciamento, as quais influenciam o processo de gerenciamento de capacidade *IaaS*. Conforme mostrado na Figura 73, em esquema triangular, os provedores podem escolher apenas duas restrições entre a elasticidade, capacidade e desempenho, ao tomar decisões para um serviço em nuvem, sacrificando a terceira.

Figura 73 - Triângulo para o gerenciamento de recursos na nuvem



Fonte: Carvalho *et al.* (2017).

Considera-se como capacidade da nuvem a quantidade total de recursos pertencentes e mantidos pelo provedor.

## GERENCIAMENTO DE SERVIÇOS

Atualmente, a operação de serviços de TI conta com vasto portfólio de modelos, *frameworks*, para suporte à execução de seus trabalhos. Os projetos de TI, são complexos por natureza, exigindo conhecimento especializado para a execução de suas atividades. As utilizações dessas abordagens contribuem muito para a realização dos trabalhos de uma forma geral. Destacam-se entre modelos específicos, alguns como o *Capability Maturity Model Integration* ou *Modelo Integrado de Maturidade em Capacitação (CMMI)* e o modelo denominado *Melhoria do Processo de Software Brasileiro (MPS.BR)*, para desenvolvimento de *software*, orientação de normas da *International Organization for Standardization (ISO)* como por exemplo a ISO/IEC 27.001, padrão para sistema de gestão da segurança da informação e a ISO/IEC 20.000 que é a primeira norma editada que aborda especificamente o gerenciamento de qualidade de serviços de TI.

O presente trabalho aborda aspectos de serviço e estratégia envolvendo TI. Foi utilizado como referência conceitual para a área de serviços, o guia de melhores práticas denominado *Biblioteca de Infraestrutura de Tecnologia da Informação (Information Technology Infrastructure Library- ITIL)* (OGC, 2007). O ITIL é o *framework* para gerenciamento de serviços de TI (ITSM) mais adotado mundialmente. De acordo com DIÓGENES E VERAS (2015), com o advento da computação em nuvem, uma série de fatores deve ser incluída no modelo de gerenciamento, em particular no nível de gerenciamento de serviço. A utilização das melhores práticas contidas na ITIL V3, versão atual do modelo, ajuda as organizações a atingirem seus objetivos de negócio utilizando apropriadamente os serviços TI. O guia ITIL pode ser visto como um modelo de gerenciamento neutro, ou seja, ele não está vinculado a um determinado fabricante, o que não acontece por exemplo com o *Microsoft Operations Framework (MOF)*, modelo que apresenta uma série de semelhanças com o modelo ITIL, mas é específico para as tecnologias da empresa Microsoft. O modelo ITIL é independente de tecnologia e sua ideia central é trazer uma coleção das melhores práticas, processos e recomendações para o gerenciamento de serviços de TI.

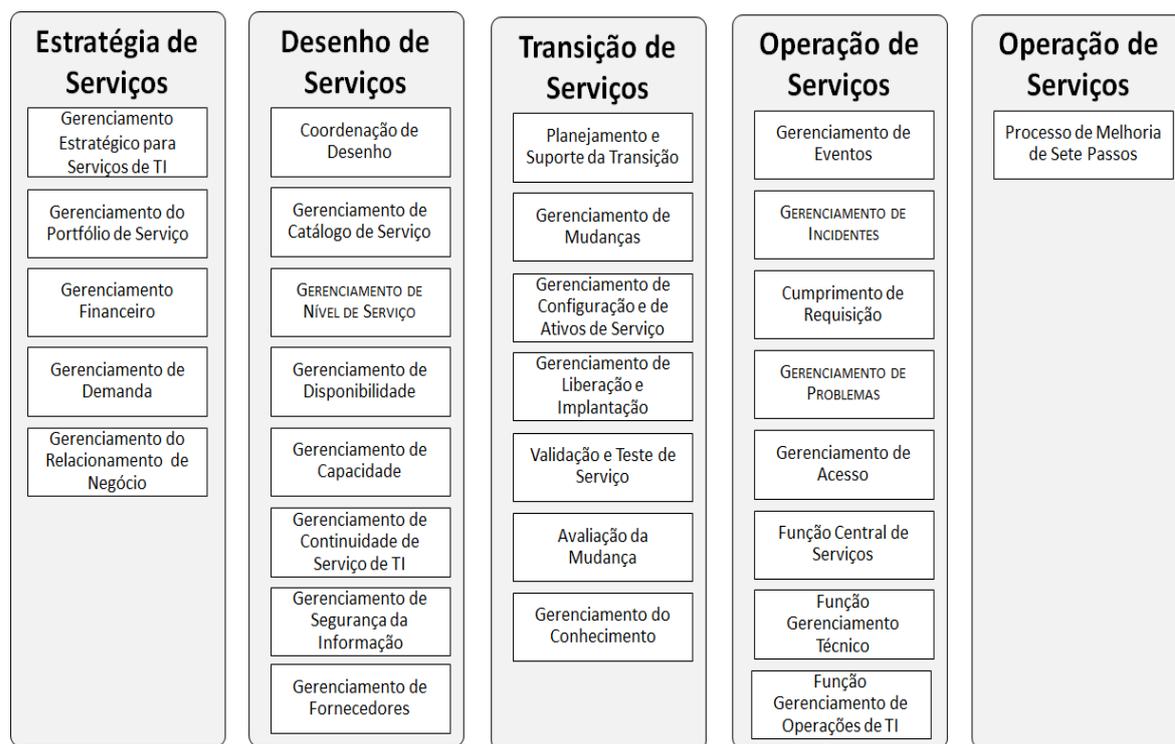
Mais que um *framework* voltado a serviços, o ITIL ajuda a área de TI de uma empresa na sua organização, definindo papéis, responsabilidades e organizando seus processos. O guia ITIL é um modelo complexo, formado por 30 livros, 26 processos que estão organizados

em 5 volumes, ou fases, que estão dispostos aos níveis estratégico, tático e operacional, objetivando documentar todo o ciclo de vida de um serviço. Os processos são organizados de acordo com o estágio, ou fase do ciclo de vida, do serviço a que fazem parte.

No guia ITIL, o ciclo de vida de um serviço é organizado em etapas e estágios, como a estratégia do serviço, onde ocorre a definição dos requisitos e necessidades do negócio, a etapa de projeto de serviço. Na etapa de *service design*, é realizada a definição da solução a ser adotada. Já na etapa de transição de serviço (*service transition*), realiza-se o gerenciamento de mudanças, a etapa de operação do serviço (*service operation*), que busca assegurar que os serviços estão sendo atendidos baseado nos acordos de nível de serviço (*SLAs*), estabelecidos.

A etapa de melhoria contínua do serviço (*continual service improvement*) busca manter a constante melhoria dos serviços baseando-se no ciclo PDCA (*Plan - Do - Check - Act*). A Figura 74 apresenta uma visão geral do modelo ITIL, onde se tem cada uma das etapas e seus receptivos processos.

Figura 74 - Modelo ITIL com as etapas e seus processos



Fonte: Feher, 2017.

O ITIL orienta sobre diretrizes para a classificação e priorização de investimentos que devem ser feitos para os seus serviços. Considerando a grande quantidade de informações e recursos que o ITIL oferece, na presente Tese foram considerados dois processos descritos no livro *service design* do ITIL, o processo de **Gerenciamento de Demandas** (*Demand*

*Management*) e o processo de **Gerenciamento de Capacidade** (*Capacity Management*), os quais são detalhados na sequência.

### **Gerenciamento de demandas**

O *Gerenciamento de Demandas (GD)* é o processo cujo objetivo é compreender, prever e influenciar a demanda de clientes por serviços e o fornecimento de capacidade para atender a estas demandas (IT PARTNERS, 2014). Em um cenário de serviços de TI, uma demanda mal gerenciada é uma fonte de risco para provedores de serviços, pelo fato de gerar incertezas. Uma demanda mal dimensionada, quando acima da capacidade necessária, gera custos, sem agregar valor. Os clientes são relutantes em pagar por uma capacidade ociosa, a não ser que essa gere algum valor para os mesmos, como por exemplo: não utilizar uma determinada quantidade de capacidade, manter uma reserva, uma ociosidade, como forma de garantir o atendimento a acordos de níveis de serviços (*service level agreements -SLAs*) firmados entre a empresa (o cliente) e o provedor (o fornecedor) de tecnologia. Nesse caso, a ociosidade agrega valor pois permite um nível mais elevado de garantia. Apesar de existir uma ociosidade, essa não pode ser considerada, pois foi projetada e prevista propositalmente para a oferta do serviço. O dimensionamento adequado das demandas por serviços é um desafio para os gestores, pois mais do que conhecimento técnico especializado, exige conhecimento em planejamento estratégico e prática em governança de TI, ou seja, busca-se alinhar a capacidade de TI da organização com as necessidades do negócio.

Quando o valor da capacidade é considerado insuficiente, essa gera impactos sobre a quantidade de serviços que estão sendo entregues, influenciando e limitando o crescimento desses serviços. Por melhor que seja o planejamento e a estimativa do gerenciamento de demandas (GD), considerando os *SLAs* e as previsões de demanda por serviços, ele não irá eliminar por completo o problema, mas reduzir as incertezas. O GD é crítico para o gerenciamento de serviços pelo fato de se buscar compreender a demanda e a necessidade dos clientes por serviços e conseqüentemente, trabalhar com o gerenciamento de capacidade. Nesse ponto, pode-se afirmar que existe uma estreita relação entre o *gerenciamento de demandas (GD)* e o *gerenciamento de capacidade (GC)*, pois ambos buscam assegurar que o provedor de serviços mantenha sua capacidade para atender às demandas. O GD ajuda a dimensionar a precificação dos serviços, dentro e fora dos momentos de pico, quando existe um grande consumo por um determinado tipo de recurso, além de gerar parâmetros para a concessão de descontos por volume e níveis de serviços diferenciados. O GD possui uma outra influência

que impacta diretamente no planejamento estratégico da organização. Através do GD, o provedor de serviços pode compreender as necessidades do cliente para tomar decisões relativas às estratégias de investimento em recursos de tecnologia e expansão dos negócios. Para o IT PARTNERS (2014), os objetivos do GD são:

- Identificar e analisar padrões de atividade do negócio para compreender os níveis de demanda que serão colocados num serviço;
- Definir e analisar perfis de usuário para compreender os perfis típicos de demanda por serviços a partir de diferentes tipos de usuário;
- Assegurar que serviços sejam desenhados para atender os padrões de atividade do negócio e a capacidade para atender aos resultados do negócio;
- Trabalhar com o gerenciamento de capacidade para assegurar que recursos adequados estejam disponíveis nos níveis apropriados de capacidade para atender a demanda por serviços e com isso manter um equilíbrio entre o custo do serviço e o valor que alcança;
- Prever e impedir ou gerenciar situações onde a demanda por um serviço for maior do que a capacidade de entregá-lo;
- Alavancar a utilização de recursos que entregam serviços para atender aos níveis flutuantes de demanda para aqueles serviços.

Considerando o cenário de uma empresa, o GD busca identificar e analisar os padrões de atividade do negócio que iniciam a demanda pelos serviços de TI. Também busca identificar, analisar e compreender como diferentes tipos de usuário, perfis de usuário, seus padrões de utilização de recursos, podem influenciar a demanda de serviços ofertados. Um usuário de serviços de TI gera consumo, o consumo produz demanda, a demanda consome os recursos de TI. Ao contrário de recursos que podem ser fabricados com antecedência e estocados e armazenados como alimentos, carros, eletrônicos, os serviços de TI não dispõem dessa facilidade, não podem ser fabricados com antecedência e nem armazenados num estoque local aguardando ocorrer a demanda.

O cenário avaliado na computação em nuvem é bem diferente, pois cada vez que um usuário requisita um serviço, uma demanda é gerada para o provedor de serviços e isso gera o consumo da capacidade dos ativos de serviço. Quando a capacidade está sendo consumida, um serviço está sendo fornecido para que a demanda do consumidor seja atendida. Quanto maior for o consumo do serviço, maior será a demanda (Figura 75).

Figura 75 - Fluxo de ciclo de demanda e fornecimento de serviços



Fonte: Autor

Esse ciclo de demanda e fornecimento dos serviços de TI funcionará de forma adequada apenas se existir capacidade disponível para os ativos de serviço. Caso essa capacidade esteja comprometida, o provedor de serviços não conseguirá fornecer serviços de TI suficientes para satisfazer à demanda do usuário. O gerenciamento de demandas deve ter como principal objetivo buscar o equilíbrio entre o custo de um serviço e o valor que é agregado aos resultados de negócio por ele suportado. Assim, os executivos podem avaliar e dimensionar o investimento necessário em tecnologia, possibilitando o alcance de resultados para o negócio e objetivos estratégicos. Em outras palavras, a área de TI está alinhada com a empresa e juntas, estão alcançando os objetivos estratégicos da organização. No gerenciamento de demandas, deve-se compreender a demanda em potencial e o impacto que poderá ser gerado nos ativos de serviços de TI, possibilitando que haja uma gestão eficaz em relação aos serviços e aos investimentos necessários para se obter o desempenho e custos ideais ou seja, busca-se um equilíbrio entre o fornecimento e a demanda por serviços. Esse equilíbrio é obtido através da alavancagem dos ativos de serviço para atendimento aos padrões dinâmicos da demanda por serviços de TI. Esse é um cenário que não será alcançado apenas com ações que se limitam a responder à demanda por serviços na forma como eles se apresentam e sim, com ações proativas que consideram a mensuração e previsão de demandas. Busca-se monitorar e identificar sinais que orientem sobre aumentar ou diminuir a capacidade para atendimento da demanda, da adoção de mecanismos que possibilitem avaliar e direcionar os investimentos em TI conforme as necessidades. Alcançar esse equilíbrio não é uma tarefa fácil, pois envolve uma série de ações de gerenciamento de serviços, demandando tanto uma visão técnica quanto de gestão do negócio. Do ponto de vista técnico poderão ocorrer ações como a de especificar qual é a arquitetura que melhor atende à demanda, como por exemplo: optar por um ambiente de

processamento dedicado *versus* um ambiente virtualizado. Já do ponto de vista de gestão, podem existir ações como a identificação dos serviços que são ofertados pela empresa, do seu portfólio de serviços, a quantificação dos padrões de atividade do negócio e por fim, poderão haver situações em que existirá a necessidade de uma combinação de conhecimentos, técnica e gestão, para atender a necessidades de como garantir que os ativos de serviço estejam disponíveis na hora certa e estejam desempenhando nos níveis certos, ajuste de ativos de serviço para lidar com variações de demanda. Conforme citado por IT PARTNERS (2014), as atividades do GD em cada etapa do ciclo de vida incluem:

- **Estratégia de serviços:** Identificar os serviços e resultados e os padrões de atividade do negócio que são gerados pelo alcance de resultados. Prever a demanda com base em cenário de utilização de serviços e informar às equipes de desenho. Apoiar o gerenciamento de portfólio de serviços, estimando os níveis de atividades para se alcançar resultados específicos;
- **Desenho de serviços:** Confirmar requisitos de cliente referentes à disponibilidade e desempenho e verificar se os ativos de serviço estão desenhados para atender aqueles requisitos. Nessa etapa, as *interfaces* primárias dos processos são o gerenciamento de capacidade e gerenciamento de disponibilidade, embora o gerenciamento de demandas também contribua com o dimensionamento de opções de continuidade de serviço;
- **Transição de serviços:** O gerenciamento de demandas fica envolvido em testar e validar serviços para prever a utilização e padrões de atividade do negócio. A capacidade para influenciar e gerenciar a demanda por um serviço também deve ser testada;
- **Operação de serviços:** Funções técnicas, aplicativos e de gerenciamento de opções monitorarão ativos de serviço e níveis de utilização de serviços para garantir que a demanda esteja dentro de níveis normais e senão, iniciarão um ajuste de desempenho ou ação corretiva;
- **Melhoria contínua de serviço:** O gerenciamento de demandas trabalhará para identificar tendências em padrões de atividade do negócio e para iniciar mudanças nas capacidades do provedor de serviço ou mudança do comportamento de clientes onde for apropriado.

O entendimento sobre processos é fundamental para uma boa compreensão das atividades do negócio e como as mesmas impactam a demanda por serviços de TI. Sendo assim,

é necessário se identificar quaisquer documentos, informações, processos ou relatórios que ajudem a identificar quais são essas atividades. Esse conhecimento permitirá se desenvolver uma estratégia que possibilite prever e implementar níveis de serviços que possibilitem atender à demanda.

## **Gerenciamento de capacidade**

O *Gerenciamento de Capacidade (GC)* é um processo do *framework* do guia ITIL que tem como propósito assegurar que a capacidade dos serviços e a infraestrutura de TI atendam aos requisitos acordados (*SLAs*), com eficácia de custos e em tempo adequado. O gerenciamento de capacidade é responsável por atender necessidades atuais e futuras do negócio com relação as demandas dos serviços (IT PARTNERS, 2014). São identificados os seguintes objetivos relacionados ao gerenciamento de capacidade:

- Produzir e manter um plano de capacidade apropriado e atualizado que reflita as necessidades atuais e futuras do negócio;
- Fornecer recomendação e orientação à todas as demais áreas do negócio e da TI em todas as questões relacionadas à capacidade e desempenho;
- Assegurar que as realizações de desempenho do serviço atendam a todas as suas metas acordadas ao gerenciar o desempenho e capacidade, de serviços e recursos;
- Ajudar com o diagnóstico e resolução de incidentes e problemas relacionados ao desempenho e a capacidade;
- Avaliar o impacto de todas as mudanças no plano de capacidade e o desempenho e capacidade de todos os serviços e recursos;
- Assegurar que medições proativas para, melhorar o desempenho de serviços, sejam implementadas onde quer que se possa justificar o custo para seu uso.

Esse é um processo de fundamental importância, devendo ser o ponto focal para todas as decisões relacionadas ao desempenho e capacidade dos serviços de TI. Deve-se considerar aquilo que será necessário (recursos de TI) para atender as necessidades do negócio a curto, médio e longo prazos. O gerenciamento de capacidade não consiste de uma ação pontual, imediatista, mas envolve um conjunto de atividades, ações, um plano de gestão, que fornece subsídios que propiciam o crescimento do negócio. Dessa forma, esse processo deve abranger e considerar aspectos gerais de tecnologia, tanto de *hardware* como de *software*, para

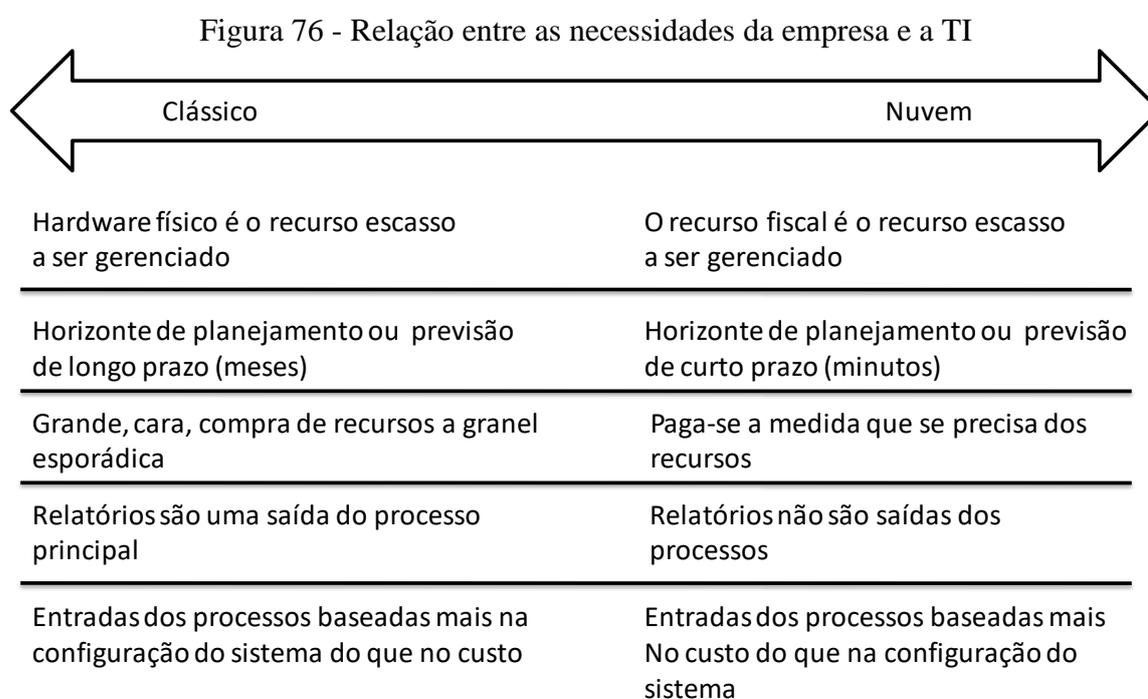
todos os componentes e ambientes. Um outro fator que as vezes é pouco considerado, mas que pode gerar um grande impacto é a capacidade dos recursos humanos. A falta de recursos humanos preparados (*que possuam um perfil requerido para as atividades*), consiste em um aspecto qualitativo, que pode resultar numa violação ao cumprimento das metas dos *SLAs*, o que poderá impactar em um baixo desempenho dos serviços, ou atraso no desempenho do provedor como um todo. No aspecto quantitativo, a falta de pessoas executando os serviços pode gerar gargalos relacionados ao tempo de resposta do serviço, incapacidade de atender às demandas dentro de prazos acordados (*SLAs*), além da possibilidade do aumento das demandas futuras, como a impossibilidade de restauração de um *backup* de dados, por exemplo, por conta da indisponibilidade de operadores. Para IT PARTNERS (2014), o processo do GC deve incluir:

- Padrões de monitoramento de atividade de negócio através de desempenho, utilização e rendimento de serviços de TI e a infraestrutura de suporte, componentes ambientais, de dados e de aplicativos e a produção de relatórios regulares e *ad hoc* sobre serviços e a capacidade dos recursos de TI existentes;
- Compreender as demandas acordadas atuais e futuras do cliente por recursos de TI e produzir previsões para requisitos futuros;
- Influenciar a demanda por serviços de TI e processos do gerenciamento de demanda em conjunto com o gerenciamento financeiro;
- Produzir um plano de capacidade que permita que o provedor de serviços continue a fornecer serviços com a qualidade definida nos *SLAs* à futuros níveis de serviços, exigidos a partir do portfólio de serviços;
- Ajudar com a identificação e resolução de quaisquer incidentes e problemas associados com capacidade ou desempenho de serviço ou componente;
- Melhoria proativa de serviço ou desempenho de componente para atendimento das necessidades do negócio.

Existe um vínculo muito forte entre o planejamento estratégico de uma organização e o gerenciamento de capacidade, principalmente quando o assunto envolve planejamento a médio e longo prazos e gera impacto sobre a capacidade tecnológica da empresa. Um planejamento estratégico a longo prazo deve considerar fatores externos tais como mercado competitivo, legislação econômica, aspectos legais, mudança em leis, atendimento a conformidades de padrões e a sua capacidade interna em termos de mão-de-obra e a capacidade

entrega. Em planos de curto prazo, como a implementação de uma mudança, esses aspectos poderão ter pouco ou nenhuma influência, dando assim ao gerenciamento de capacidade uma maior autonomia na sua execução. O gerenciamento de capacidade e necessita estar alinhado com o planejamento, para que seja possível se conciliar as últimas ideias e tendências de tecnologia.

Um espectro de estruturas de gerenciamento de capacidade de TI que mostram diferenças no processo a partir da adoção da computação em nuvem foi apresentado por Banner e Bellamy (2017) (vide Figura 76). A partir das informações apresentadas na Figura 73, que faz uma analogia entre o modelo clássico e o de nuvem, onde se pode observar que na computação em nuvem, algumas vezes os gerentes de capacidade gerenciam os aspectos financeiros e contratuais da capacidade (já que os aspectos físicos estão desaparecendo).

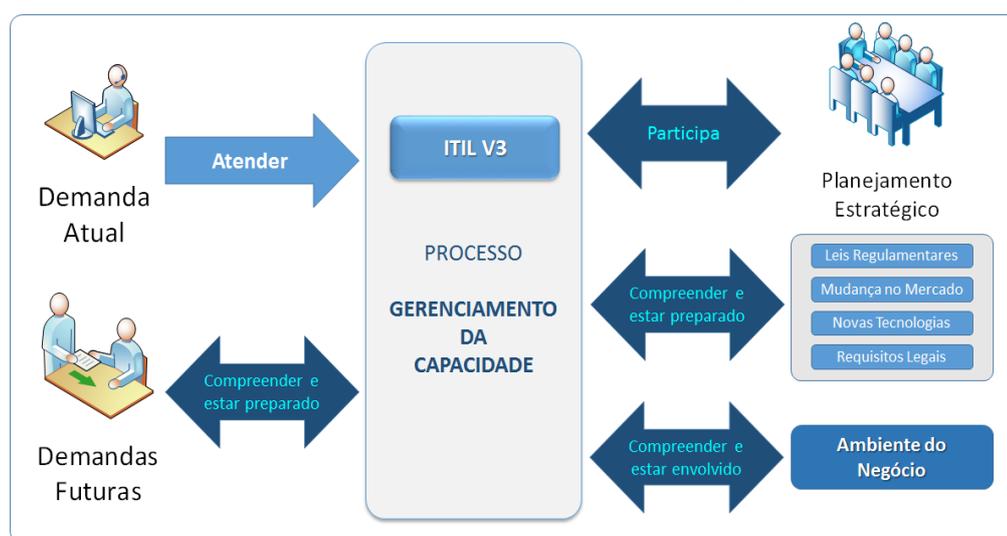


Fonte: Banner e Bellamy (2017)

Num cenário de planejamento estratégico da organização, o processo de gerenciamento de capacidade se torna crítico, pois permitirá que os recursos de TI sejam planejados e dimensionados para atender a um nível consistente de serviço, que poderá ser configurado e adaptado para as necessidades atuais e futuras da organização. Deve-se levar em conta os *SLAs*, pois esses servirão de referência para esse dimensionamento de recursos. O processo que envolve o gerenciamento de capacidade gera um plano de capacidade que busca representar os recursos e fundos de TI necessários para suportar o plano de negócio, juntamente com uma justificativa do custo daquele gasto. Quando bem implementado, melhora o

desempenho e disponibilidade dos serviços de TI que a organização necessita, assegura que a capacidade e o desempenho requeridos sejam ofertados, contribui com a satisfação do cliente (os usuários dos serviços de TI) melhorando a produtividade e assegurando que os *SLAs* sejam atendidos. Esse processo deve ser percebido pela organização com uma iniciativa estratégica, uma ação prática (execução do processo), que objetiva assegurar que a capacidade e o desempenho dos serviços e sistemas atendam às demandas evolutivas da organização ou seja, o gerenciamento de capacidade é na sua essência, um ato de equilíbrio pois busca equilibrar os investimentos financeiros com os recursos necessários para garantir que a capacidade de processamento adquirida seja eficaz em relação às necessidades da empresa e à necessidade de uso mais eficiente desses recursos de TI. Conforme mostrado na Figura 77, o gerenciamento de capacidade busca também equilibrar a oferta em relação à demanda e nesse caso, garantir que a oferta disponível nos serviços de TI esteja de acordo com as demandas feitas pelos usuários, tanto para o momento atual quanto para o futuro.

Figura 77 - Processo Gerenciamento da Capacidade



Fonte: Autor

Para que esse equilíbrio exista, é necessário que o processo de gerenciamento de capacidade compreenda os ambientes de TI e da empresa, considerando o segmento e operação do negócio, padrões de atividades (fornecido pelo processo de gerenciamento de demandas), planos de negócio, necessidades que surgirão do portfólio de serviço, metas de serviço, os *SLAs* acordados, procedimentos operacionais, tecnologia, considerando a sua capacidade e desempenho, incluindo infraestrutura, dados, ambiente e aplicativos. A política da empresa deve contemplar o envolvimento do gerenciamento de capacidade em etapas como estratégia, decisões, planejamento de metas, expansão dos negócios, diversidade do portfólio de serviços

e produtos da organização. Necessita ainda ser responsivo aos diferentes requisitos de mudança para a demanda de capacidade. Caso isso não aconteça, o atendimento às mudanças provocadas por fatores externos (atendimento a leis, regulamentos) e demandas futuras do negócio, poderão estar comprometidos, as necessidades poderão ser atendidas com baixo desempenho e a excelência em cumprir acordos de *SLAs* poderá ser perdida.

Existe uma relação entre os processos de gerenciamento de capacidade e gerenciamento de demandas. Em uma primeira análise, os escopos dos dois processos aparentemente, parecem se sobrepor. Esse equívoco pode ocorrer ao se considerar que ambos os processos abordam a otimização do investimento em recursos de TI para o negócio. O fato é que ambos os processos são diferentes: enquanto que o processo de gerenciamento de demandas se concentra nos aspectos do negócio e na provisão de serviços aos usuários, o processo de gerenciamento de capacidade se concentra nos aspectos de recursos e tecnologia. As diferenças entre os processos de gerenciamento de demandas e gerenciamento de capacidade são apresentadas na Tabela 49.

Tabela 49 - Diferenças entre os processos de GD e GC

	<b>Gerenciamento de Demanda</b>	<b>Gerenciamento de Capacidade</b>
Propósito	Identificar, analisar e influenciar a demanda de clientes por serviços e a capacidade de atender a esta demanda.	Assegurar que requisitos atuais e futuros de capacidade de serviços sejam fornecidos economicamente e que os serviços sejam realizados no nível acordado.
Enfoque	Prever a demanda por serviços baseado em perfis de usuário e padrões de atividades do negócio e identificar os meios de influenciar aquela demanda para alcançar um equilíbrio ideal entre investimento e realização dos resultados do negócio.	Compreender os requisitos atuais e futuros para os recursos e habilidades e garantir que estes sejam desenhados testados e gerenciados para atender a demanda por serviços.

	<b>Gerenciamento de Demanda</b>	<b>Gerenciamento de Capacidade</b>
Principais atividades	Identificar padrões de atividade do negócio, perfis de usuário e a resultante demanda por serviços. Prever aumentos ou diminuições de demanda e identificar estratégias para lidar com os mesmos. Influenciar a demanda através de incentivos, penalidades ou cobrança diferenciada.	Produzir um plano de capacidade para garantir o investimento nos níveis apropriados de capacidade. Assegurar o uso e desempenho ideais de recursos. Avaliar o impacto de recursos e capacidade novas ou alteradas sobre níveis existentes de desempenho.

Fonte: IT PARTNERS, 2014

O processo de gerenciamento de capacidade tem como objetivo principal para o negócio, assegurar que requisitos atuais e futuros do negócio com relação aos serviços de TI estejam compreendidos e que a capacidade necessária de TI para suportar quaisquer serviços, novos ou modificados, seja planejada, contemplada e implementada em tempo. Visa garantir que a capacidade dos serviços de TI e a infraestrutura de TI sejam capazes de atender aos requisitos relacionados à capacidade e ao desempenho acordados de maneira oportuna e eficaz em custo. O processo de GC é dividido em três subprocessos:

- **Gerenciamento da Capacidade de Negócio:** Este processo tem por objetivo assegurar que as necessidades atuais e futuras do negócio serão levadas em conta nas operações de TI;
- **Gerenciamento da Capacidade de Serviço:** Este processo tem por objetivo garantir que o desempenho dos serviços de TI esteja de acordo com os Níveis de Serviço (SLAs) acordados;
- **Gerenciamento da Capacidade de Recursos:** Este processo tem por objetivo o gerenciamento dos recursos individuais da TI: *Software*, *Hardware* e pessoas.

## COMPUTAÇÃO EM NUVEM E GERAÇÃO DE VALOR

A partir da adoção do modelo de computação em nuvem, as empresas podem se beneficiar com diversas oportunidades de negócio. Entretanto, existe o desafio para os

provedores de serviços em nuvem, os quais necessitam dimensionar os recursos necessários em conformidade com a demanda pelos serviços e em consonância com a estratégia da empresa.

Pequenas e médias empresas podem se beneficiar da computação em nuvem pois a abordagem permite diversas formas de se pagar por um serviço, destacando-se a forma de pagar conforme for o uso. Empresas que estão iniciando suas operações, muitas vezes não conseguem financiar a aquisição de uma infraestrutura tecnológica, (*hardware* e *software*). A partir da adoção do paradigma da computação em nuvem, o acesso à tecnologia por parte dessas empresas pode ficar viável.

Quando uma organização necessita investir em capital de TI, aquisição de máquinas e equipamentos, existe a chamada despesa de capital ou, *Capital Expenditure* (CAPEX), a qual reflete a quantidade de dinheiro investida para tais aquisições ou, melhorias que possibilitem o funcionamento do ambiente de TI. A partir da adoção de um ambiente de nuvem, com exceção do recurso para viabilizar o acesso, não existe mais a necessidade de investimento em infraestrutura e sistemas locais, pois esses estarão disponíveis na nuvem. A despesa de capital em infraestrutura, agora é realizada por um provedor de serviços de TI. Nesse novo cenário, a empresa passa a investir na despesa de operação, ou seja, a despesa de capital é substituída pelas despesas operacionais ou *Operational Expenditure* (OPEX). OPEX se refere ao investimento financeiro que visa a cobertura para gastos de consumíveis e outras despesas operacionais, necessárias à produção e manutenção dos serviços de TI. Enquanto CAPEX está para o custo de aquisição de um servidor, OPEX está para o custo relacionado a sua manutenção.

No paradigma da computação em nuvem, sob o ponto de vista do cliente, existe a substituição do custo de CAPEX por OPEX. Para grandes empresas, essa não é uma mudança simples, pelo fato das mesmas possuírem um modelo baseado em CAPEX, onde o recurso necessário para a aquisição dos ativos de TI é obtido através de financiamentos bancários. Essas mesmas empresas podem não ter o dinheiro necessário pra grandes investimentos em TI sob a forma de computação em nuvem.

De acordo com (Diógenes, Veras, 2015), o uso de tecnologia da informação por parte das empresas é focado e justificado por três pilares de sustentação: custo, eficiência e agilidade. Em provedores de serviços de nuvem do tipo *IaaS*, deve-se ter como foco a entrega de serviços em conformidade com as demandas do negócio, rápida, ágil, flexível e eficiente. Do ponto de vista do negócio, as empresas buscam continuamente reduzir os seus custos, aumentar a eficiência e aprimorar a agilidade organizacional, com o objetivo final de aperfeiçoar o negócio e obter lucro. Nesse cenário, o uso de recursos de TI passa a ter um papel

fundamental no alcance desses objetivos. Através da computação em nuvem, existe a opção de se obter maiores benefícios a um menor custo.

Para Diógenes e Veras (2015), no que diz respeito ao aspecto “custo”, a computação em nuvem faz uso da economia de escala. Nesse modelo é tirado proveito da relação custo da unidade com volume de produção, ou seja, quanto maior a produção menor o custo por unidade. A nuvem faz uso de recursos compartilhados e do ponto de vista do provedor de recursos de TI, torna-se possível distribuir o custo entre todos os usuários, o cliente, que fazem uso desses recursos computacionais. Os autores afirmam que a computação em nuvem altera o custo capital para custo variável. Geralmente a computação em nuvem é cobrada de acordo com uma assinatura ou através de taxas de uso ao invés de pagamento adiantado, o que lhe traz um custo inicial. Avaliar qual o melhor método de taxação é algo que também deve ser considerado.

Quando contratados, os provedores de serviços em nuvem podem agregar valor das mais diferentes formas. Entre essas, pode-se citar:

1. **Praticidade e rapidez:** No modelo tradicional, um projeto de TI vai demandar custo de aquisição de *hardware* para implementar as necessidades demandadas. Num cenário de *computação em nuvem*, isso não é mais necessário, pois uma vez que exista a demanda para alocação do recurso, o mesmo estará disponível, dispensando todo o processo de compra, logística de entrega, processo de instalação e configuração;
2. **Pagar por aquilo que se está utilizando:** Para uma empresa que possui uma infraestrutura própria de TI, haverá momentos onde sua capacidade poderá estar ociosa, mas a empresa estará pagando por essa ociosidade. Com a adoção de uma nuvem, existe a possibilidade de se pagar por aquilo que se está utilizando;
3. **Uso eficiente de recursos:** Oportunidades poderão estar comprometidas ou perdidas, se a organização não for eficiente para agir de forma rápida. Com a adoção da abordagem em nuvem, é possível expandir os recursos em uso de acordo com a sua demanda e diminuir o uso desses recursos quando não forem mais necessários. Os recursos poderão ser adquiridos do *pool* de recursos do fornecedor e disponibilizados conforme for a necessidade da demanda. Essa possibilidade é denominada elasticidade e flexibilidade de recursos;
4. **Atualização e mudança de tecnologia:** Com a abordagem de nuvem, é possível se adaptar de forma rápida as constantes alterações de tecnologia. Essa adaptação pode ser crucial para tirar proveito das oportunidades existentes. Esse é um processo que pode ser lento devido ao excesso de burocracia interna que existe

nas organizações ou, pelo simples fato dessas organizações não estarem preparadas para o ritmo com que as mudanças acontecem. Existem situações em que as empresas desejam fazer mudança, mas são impossibilitadas por não haver força de trabalho disponível na área de TI, a qual se encontra constantemente sob pressão gerada pela necessidade de outros projetos e demandas internas. A adoção do paradigma de nuvem possibilita que a empresa mantenha seu foco no negócio primário da organização. As alterações e mudanças de tecnologia estarão a cargo do provedor de serviços. Dessa forma, a organização conseguirá reagir de forma mais rápida e conseqüentemente poderá tirar proveito das oportunidades que surgirem.

Para os provedores de serviços em nuvem, o entendimento sobre o negócio é benéfico. Torna-se importante avaliar as características e particularidades do cenário envolvido. Muitas vezes, os clientes procuram retorno imediato, uma solução instantânea para seus problemas, ou uma solução a mais longo prazo. Com isso, os provedores necessitam desenvolver estratégias para dar suporte a essas necessidades. Muitos dos benefícios são percebidos a médio e longo prazo, e tudo irá depender da maturidade da empresa na gestão de TI e quanto a mesma se propõe a usar a abordagem da computação em nuvem. A partir do momento em que se inicia o uso da nuvem como um utilitário para a alocação dinâmica dos recursos de TI, as empresas ficam mais ágeis e conseguem responder de forma mais rápida às demandas do negócio, com maior velocidade e precisão. Serviços que antes eram vistos como alto custo de investimento agregado, começarão a ser percebidos como viáveis para as operações da empresa. Com tantas oportunidades que a nuvem vem a ofertar, os provedores de serviços em nuvem necessitam criar e manter estratégias que possibilitem suportar demandas presentes e futuras por capacidade dos serviços de infraestrutura.

## **GOVERNANÇA DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO**

Nos últimos anos, o termo governança venham ganhando a atenção das organizações devido à necessidade em adotar uma abordagem para responder as exigências e desafios dos negócios globais. Para o *IT Governance Institute* (ITGI), Governança de tecnologia da informação (TI) é um conjunto de estruturas e processos que visa garantir que a TI suporte e maximize adequadamente os objetivos e estratégias de negócio da organização,

adicionando valores aos serviços entregues, balanceando os riscos e obtendo o retorno sobre os investimentos em TI. Diversas áreas estão tendo algum tipo de intervenção para gerar melhorias. São intervenções que vão desde a criação e estabelecimento de padrões, modelos de processos, documentações, alternativas para criação de indicadores de desempenho.

A governança de TI é responsabilidade dos executivos e da alta direção da empresa, consistindo em aspectos de liderança, estrutura organizacional e processos que garantam que a área de TI da organização suporte e aprimore os objetivos e as estratégias da organização. É responsabilidade da governança de TI integrar e institucionalizar boas práticas para garantir que os objetivos de negócios sejam suportados. Por meio de uma boa gestão de governança de TI, torna-se possível obter vantagens da informação, maximizando os benefícios, aumentando as oportunidades e ganhando em poder competitivo. A governança de TI deve envolver os executivos, a alta direção, nas tomadas de decisões relacionados ao uso da TI no negócio. É fundamental as participações dos gestores de TI participem destas tomadas de decisão. Deve-se lembrar que os executivos, a alta direção, na maioria das vezes não entendem de TI, são formações diferentes.

A área de TI conta com o suporte de diversos *frameworks* disponíveis no mercado. Áreas como desenvolvimento de sistemas, serviços, segurança, qualidade de software, projetos, desenvolvimento ágil, todas contam com diversas alternativas opções desenvolvidas por organizações de referência como AXELOS, EXIN, IPMA, ISACA, ITGI, Microsoft, PMI, *Scrum Alliance*, entre outros.

Devido à semelhança entre os nomes, pode haver confusão entre os assuntos de governança e gerenciamento de TI. A governança corporativa de TI não pode ser confundida com o conceito de gestão de TI.

Segundo ABREU e FERNANDES (2006), a governança corporativa de TI está inserida na governança corporativa da organização e é dirigida por esta, e busca o direcionamento da TI para atender ao negócio e o monitoramento para verificar a conformidade com o direcionamento tomado pela administração da organização. Ela não é de responsabilidade exclusiva dos gestores de TI e, sim, da alta administração (*board*). Quando se aborda o tema gerenciamento de TI, o interesse será em fornecer serviços e produtos de TI e no gerenciamento das operações de TI enquanto que a Governança de TI, o interesse está voltado para as operações e desempenho do negócio da empresa. A Tabela 50 mostra uma relação entre os serviços de gerenciamento e governança de TI apresentada na ISO/IEC 38500.

Tabela 50 - Diferenças entre o gerenciamento e a governança de TI

Gerenciamento de TI	Governança de TI
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suporte ao usuário</li> <li>• Desempenho de serviços</li> <li>• Problemas de infraestrutura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alinhamento estratégico</li> <li>• Suporte a estratégia da empresa</li> <li>• Infraestrutura a estratégia da empresa</li> </ul>

Fonte: ISO/IEC 38500

O gerenciamento de TI foca em fazer as coisas da forma certa e este serviço é promovido e gerenciado pela TI. A governança de TI se preocupa em fazer as coisas certas com relação às operações do negócio da empresa e este serviço é patrocinado pela diretoria.

## O GUIA DE MELHORES PRÁTICAS *COBIT*

O COBIT foi a primeira iniciativa desenvolvida para a criação de um padrão que possibilita aos profissionais da TI, terem orientações sobre o que fazer para desenvolver e aplicar a Governança de TI dentro das organizações. Atualmente se encontra em sua quinta versão, utilizada como referência na presente pesquisa.

Desenvolvido pela *Information System Auditand Control* (ISACA), ele é um guia, estruturado como *framework*, que possui uma série de componentes que podem ser usados como modelo de referência para gestão da TI. O COBIT pode ser utilizado como alternativa visando à otimização dos investimentos de TI como, por exemplo: melhorar o retorno de investimento ROI com a utilização de indicadores de desempenho para avaliação de performance e dos resultados. O COBIT também pode ser usado para avaliar o nível de maturidade da empresa. A utilização do COBIT independe do tipo da plataforma de TI, do tipo de negócio e da participação que a TI tem na empresa. O COBIT v.5 ajuda as organizações a criar valor para TI, mantendo o equilíbrio entre a realização de benefícios e a otimização dos níveis de risco e o uso de recursos. Têm como objetivos:

- Oferecer um *framework* abrangente que auxilia as organizações a otimizar o valor gerado pela TI;
- Permitir que a TI seja governada e gerenciada de forma holística para toda a organização;

- Criar uma linguagem comum entre TI e negócios para a governança e gestão de TI corporativa.

De acordo com a ISACA (2011), as organizações e seus executivos se esforçam para:

- Manter informações de alta qualidade para apoiar decisões corporativas;
- Agregar valor ao negócio a partir dos investimentos em TI, ou seja, atingir os objetivos estratégicos e obter benefícios para a organização através da utilização eficiente e inovadora de TI;
- Alcançar excelência operacional por meio da aplicação confiável e eficiente da tecnologia;
- Manter o risco de TI em um nível aceitável;
- Otimizar o custo da tecnologia e dos serviços de TI;
- Cumprir as leis, regulamentos, acordos contratuais e políticas pertinentes cada vez mais presentes.

Organizações bem-sucedidas reconhecem que a diretoria e os executivos devem aceitar que a TI é tão significativa para os negócios como qualquer outra parte da organização. Diretores e gestores - Seja em funções de TI ou de negócios - devem colaborar e trabalhar em conjunto a fim de garantir que a TI esteja inclusa na abordagem de governança e gestão. Além disso, cada vez mais leis e regulamentos estão sendo aprovados e estabelecidos para atender a essa necessidade.

A terminologia denominada *partes interessadas*, também referenciadas pelo termo *stakeholder*, podem ser os clientes internos de uma organização, os usuários que necessitam dos serviços de TI para realizar as suas ações. No cenário de *IaaS*, são os clientes que através da nuvem, acessam aos serviços (rede, processamento, armazenamento) ofertados pelo provedor, organização, empresa que utiliza este modelo de negócio. Organizações existem para criar valor para suas partes interessadas mantendo o equilíbrio entre a realização de benefícios e a otimização do risco e uso dos recursos.

Segundo a norma ISO/IEC 38.500, governança corporativa de TI é o sistema pelo qual o uso atual e futuro da TI é dirigido e controlado. Ela envolve a avaliação e a direção do uso da TI para dar suporte à organização no alcance de seus objetivos estratégicos e monitorar seu uso para realizar os planos. A governança inclui a estratégia e as políticas para o uso de TI dentro de uma organização.

A norma orienta que os diretores da organização governem a TI por meio de três tarefas principais:

- Avaliar o uso atual e futuro da TI;
- Orientar a preparação e a implementação de planos e políticas para garantir que o uso da TI atenda aos objetivos do negócio;
- Monitorar o cumprimento das políticas e o desempenho em relação aos planos.

Conforme a ISO/IEC 38500, gestão de TI é o sistema de controles e processos necessários para alcançar os objetivos estratégicos estabelecidos pela direção da organização. A gestão de TI implica a utilização sensata de meios (recursos, pessoas, processos, práticas) para alcançar um objetivo. Atua no planejamento, construção, organização e controle das atividades operacionais e se alinha com a direção definida pela organização.

Criação de valor significa obter benefícios por meio da otimização do uso de recursos e dos riscos a um nível aceitável. Para cada parte interessada, a criação de valor pode representar interesses diferentes e algumas vezes conflitantes. O sistema de governança abrange negociar e decidir entre os diferentes interesses dos *stakeholders* e deve considerar a opinião de todos quando são tomadas decisões sobre os benefícios, recursos e avaliação dos riscos.

## **A GESTÃO DOS SERVIÇOS DE TI ORIENTADA AO NEGÓCIO (EM *BDIM*)**

Através do planejamento estratégico, as empresas traçam metas e objetivos para um determinado período, expresso em meses, anos ou décadas. Documenta-se o que se deseja alcançar por meio de diversas iniciativas, que envolvem por exemplo uma expansão geográfica, aquisições de outras empresas ou lançamento de novos produtos. Muitas vezes, algumas organizações erram por não envolverem soluções de TI no contexto do planejamento. O cenário de negócios atual é configurado por um emaranhado complexo de tecnologias envolvidas. Existem diferentes tipos de bancos de dados, servidores, processamento, tecnologias de comunicação, os quais em um determinado momento necessitam interagir, para que possam trocar informações, realizar atividades e operações. O envolvimento e participação da área de TI nas grandes decisões das organizações, nas reuniões para definição das estratégias, pode trazer diferenças consideráveis para a organização, pois permite que a área de TI proponha meios de alinhar suas ações com as mudanças que irão acontecer na empresa. Em organizações onde a área de TI não é envolvida nas decisões estratégicas da empresa, a mesma é comunicada sobre possíveis mudanças, mas geralmente não consegue se planejar. Suas ações geralmente se

limitam a um processo de apagar incêndios e o valor de uso da TI é pouco percebido. Existem dificuldades em implementar as estratégias, pois as mudanças acontecem de forma mais lenta, principalmente quando dependem de ações que envolvem TI. Quando a área de TI não consegue fazer uma gestão efetiva, fica com foco operacional, passando a impressão de trabalhar num ciclo operacional de “apagar incêndios”. Em cenários onde a tecnologia cada vez mais tem ganhado espaço, a área de TI não pode mais ser isolada. Visando se atingir os objetivos empresariais, a discussão sobre a aplicabilidade da TI deixou de ser feita por técnicos e passou a ser incorporada na estratégia da empresa (LIMA, 2011). Enquanto as empresas realizam seu planejamento estratégico a partir da utilização de modelos como a análise SWOT, *Balanced Scorecard (BSC)*, Gestão por Diretrizes (GPD), a área de TI executa o *Planejamento Estratégico da TI (PETI)*, o qual possibilita a área de TI realizar planejamento para apoiar a organização no alcance dos seus objetivos estratégicos corporativos. Além do PETI, surge também a necessidade da *Gestão de Serviços de TI*, ou *IT Service Management (ITSM)*, termo que considera a gestão de TI em relação ao usuário, em uma situação onde os departamentos, setores, áreas de TI se transformaram em provedores de serviços. O gerenciamento de serviços possibilita que uma vez entendida as necessidades do negócio pela equipe de TI, essa consiga agir de forma mais adequada. Porém, muitas vezes, as métricas para avaliar a qualidade dos serviços prestados aos usuários são predominantemente técnicas (disponibilidade, taxa de transferência, tempo de resposta).

A área de pesquisa denominada *Business Driven IT Management (BDIM)* busca um alinhamento bem-sucedido entre o negócio e a tecnologia da informação, mediante o entendimento do impacto da TI nos resultados do negócio e vice-versa. Para promover objetivos, preferências e políticas de escolha, torna-se necessária uma mudança de perspectiva, deixando as técnicas atuais em um plano secundário, mas ainda indispensável (BARTOLINI, 2009). Para melhoria contínua da qualidade utilizando *BDIM*, pode-se mudar a infraestrutura de TI e os serviços, e o processo pode ser reavaliado, bem como pode ser iniciada uma nova mudança ou teste (SAUVÉ ET AL., 2006). Na abordagem *BDIM*, cria-se uma relação de causa-efeito entre a TI e o negócio, buscando-se capturar o impacto negativo oriundo das falhas associadas aos serviços de TI, bem como das suas degradações de desempenho. Essa relação é obtida pelo relacionamento das métricas técnicas em métricas de negócio, visando a obtenção da perspectiva do negócio. Essas métricas são obtidas com base na camada de serviços de TI (LIMA, 2011). Os resultados de desempenho dos serviços de TI para a organização dependem e são diretamente influenciados pela infraestrutura de TI. Um grande problema que impacta no gerenciamento e na melhoria dos serviços prestados está relacionado à complexidade dos

processos de TI dentro das organizações. A depender do tipo de empresa e do seu segmento de atuação, um processo pode envolver diferentes tipos de tecnologias e fornecedores para a sua realização, o que ajuda a tornar o serviço prestado mais complexo.

### **Modelo *BDIM***

*BDIM* consiste na aplicação de um conjunto de modelos, práticas, técnicas e ferramentas para mapear e avaliar quantitativamente interdependências do desempenho do negócio em relação as soluções de TI - e usar a avaliação quantitativa - para melhorar a qualidade de serviço das soluções de TI juntamente com os resultados dos negócios relacionados teste (SAUVÉET AL., 2006). Busca-se medir o impacto que a TI tem sobre o negócio através de indicadores como custo, receita, lucro líquido, retorno do investimento, e tem como objetivo repensar a gestão de TI a partir dessa perspectiva, seja em um contexto operacional, tático ou estratégico (BEZERRA, 2014). Todo o conceito, as pesquisas e os resultados de pesquisas em *BDIM* partem de um fato aparentemente simples: a gestão da TI pode estar ideal do ponto de vista técnico e, ao mesmo tempo, precária para o negócio que depende de TI. Em outras palavras, é preciso ver além das métricas clássicas utilizadas para avaliação da qualidade da TI, como vazão, tempo de resposta ou disponibilidade. É preciso que estas métricas estejam associadas a outras que traduzem resultados para o negócio, como perda, lucro, volume de vendas ou fidelidade do cliente (OLIVEIRA, 2010).

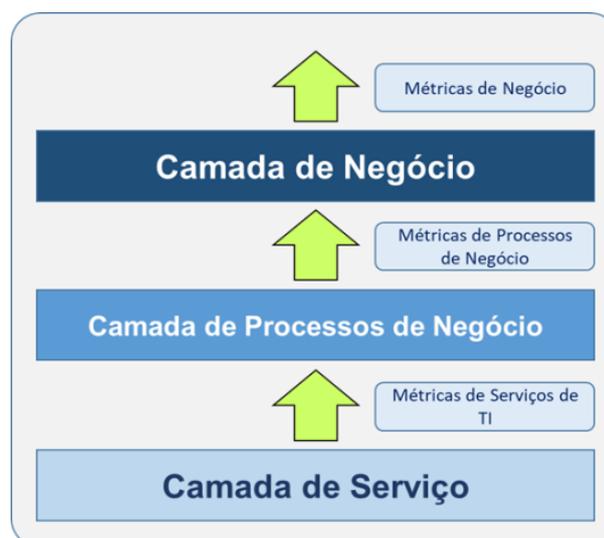
A perspectiva aberta pela adoção de *BDIM* permite reconsiderar as atividades de projeto de infraestruturas de TI e de *SLAs* através da consideração de métricas de negócio. No tocante ao projeto de infraestruturas de TI, tem-se o seguinte argumento informal: projetar uma infraestrutura de melhor qualidade, portanto mais complexa, implica em um alto custo associado e em uma pequena possível perda financeira por impacto de falhas de TI ou degradações de performance. Por outro lado, projetar uma infraestrutura de baixa qualidade resulta em um baixo custo associado e em um provável maior impacto negativo nos negócios, originado a partir de falhas de TI ou degradações de desempenho. Existe um *trade off*. Achar o ponto ótimo deste *trade off* significa identificar a infraestrutura ótima segundo a perspectiva dos negócios; pode-se, por exemplo, obter a infraestrutura de TI com o menor valor para perda ou para a soma da perda financeira com o custo da infraestrutura (MARQUES, 2006).

Foi identificado na literatura que aborda *BDIM* o emprego de técnicas tais como Teoria das Filas (KLEINROCK, 1975), Teoria da Disponibilidade (KEUS e MARKUS, 1994), Teoria da Utilidade (READ, 2004), Matemática de Intervalos (MAREK, 2003), Teoria das

Possibilidades (ZADEH, 1998), dentre outras. Soluções para Gerência de Incidentes (BARTOLINI e SALLÉ, 2008), Gerência de Nível de Serviço (SAUVÉ *ET AL.*, 2005), Gerência de Portfólio (MOURA, 2008) e de Gerência de Capacidade (MARQUES *ET AL.*, 2009) são alguns exemplos em que resultados relevantes são obtidos, permitindo que as decisões da governança de produzam resultados otimizados do ponto de vista do negócio. A gerência de capacidade foi um dos focos desta Tese.

Para MARQUES (2006), *BDIM* vai além da proposta de utilização de uma nova modalidade de métricas para gerir a TI. O principal objetivo de *BDIM* é melhorar e ajudar o negócio propriamente dito. Tal objetivo é alcançado na medida em que *BDIM* visa propor um conjunto de ferramentas, modelos e técnicas que permitem mapear eventos ocorridos na TI com o impacto quantitativo destes nos resultados do negócio. Com um cenário complexo de serviços a serem entregues, torna-se desafiador conseguir desenvolver mecanismos, parâmetros, que permitam medir e avaliar o desempenho do trabalho realizado pela TI. A abordagem *BDIM* permite o desenvolvimento, através da adoção de métricas, de uma interação entre a organização e a área de TI, melhorando assim a qualidade e o controle dos serviços de TI. Para BEZERRA (2014), essas métricas são chamadas de métricas de ligação TI-negócios. Para SAUVÉ *ET AL.* (2006), faz-se necessária a construção de modelos formais que capturem essas relações e possam estimar numericamente os resultados de negócio, objetivando orientar a gestão de TI. Tais modelos possuem os seguintes requisitos básicos:

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

Figura 78 - Um modelo *BDIM* básico

Fonte: Adaptado de Sauvé *et al* (2006)

Analisando o modelo de *BDIM* apresentado na Figura 78, observa-se que a solução é fundamentada na produção métricas para o negócio, geradas na camada superior, a camada de negócios. Existe uma *interface* entre as camadas que permite combinar diferentes técnicas. O modelo possibilita gerar métricas, considerando a relação entre TI e o negócio. Deve-se respeitar a hierarquia entre as camadas para que exista uma geração adequada de informações, que possibilite se converter os dados em métricas. De acordo com SAUVÉ ET AL (2006), a mensuração é mais precisa e confiável, porém demanda processos e ferramentas mais intrusivos para sua coleta. A estimação das métricas através de modelos matemáticos e/ou de simulação geralmente é mais barata e rápida para ser desenvolvida e posta em produção, entretanto compromete a acurácia das métricas geradas, devido a simplificações, restrições e pressupostos assumidos para a construção de tais modelos. Uma solução híbrida para um modelo *BDIM* permite obter um equilíbrio entre o nível de intrusão, complexidade, custo e acurácia.

### **BALANCED SCORECARD (BSC)**

De acordo com Kaplan e Norton (2005), muitos executivos estavam convencidos de que os indicadores tradicionais de desempenho financeiro não os deixavam gerenciar efetivamente e queriam substituí-los por indicadores operacionais, fato acontecido na década de 80. Os autores, sob o argumento de que esse acompanhamento deveria ocorrer simultaneamente, por meio dos indicadores financeiros e operacionais, sugeriram quatro conjuntos de parâmetros para essa avaliação. Nesse direcionamento, eram demasiadas as

críticas aos mecanismos de avaliação e monitoramento de desempenho econômico e de gestores, baseados exclusivamente em métricas financeiras, como *Economic Value Added (EVA)* e o *Value-Based Management (VBM)* (CUNHA E KRATZ, 2016).

Durante os últimos vinte anos, os indicadores balanceados de desempenho ou *Balanced Scorecard (BSC)* cresceram em uso e popularidade e sua adoção se deve a uma variedade de razões, se destacando a necessidade de controle da organização de maneira que os sistemas contábeis tradicionais não permitem (CHYTASET AL., 2011). Almeida (2018) afirma que através de quatro perspectivas inter-relacionadas: *financeira, cliente, processos internos de negócios e aprendizagem e crescimento*, o *BSC* mede o desempenho organizacional por meio de indicadores, que de acordo com os autores, complementam medidas financeiras tradicionais, traduzindo a missão e a estratégia de uma organização. Tais perspectivas são apresentadas de forma resumida na Tabela 51.

Tabela 51 - Caracterização das perspectivas do *BSC*

<b>Perspectiva</b>	<b>Característica</b>
<b>Como os clientes nos veem? (perspectiva do cliente)</b>	Buscando como missão ser o “número um” na entrega de valores aos clientes, muitas empresas se concentram no cliente. Essa premissa se tornou uma prioridade para a alta administração. O <i>BSC</i> exige que os gestores traduzam sua declaração de missão no atendimento ao cliente, por meio de medidas específicas que reflitam os fatores que realmente lhes interessam, e que tendem ser abordadas em quatro categorias: tempo, qualidade, desempenho e serviço e custo.
<b>Em que se deve destacar? (Perspectiva comercial interna)</b>	Os gestores devem se concentrar nos processos críticos internos, permitindo-lhes satisfazer as necessidades do cliente, pois, o excelente desempenho para o cliente deriva de processos, decisões e ações que ocorrem em toda a organização. Uma vez que grande parte da ação ocorre nos níveis departamentais e operacionais, os gestores precisam decompor o tempo total do ciclo, qualidade, produto e medidas de custo para esses níveis.

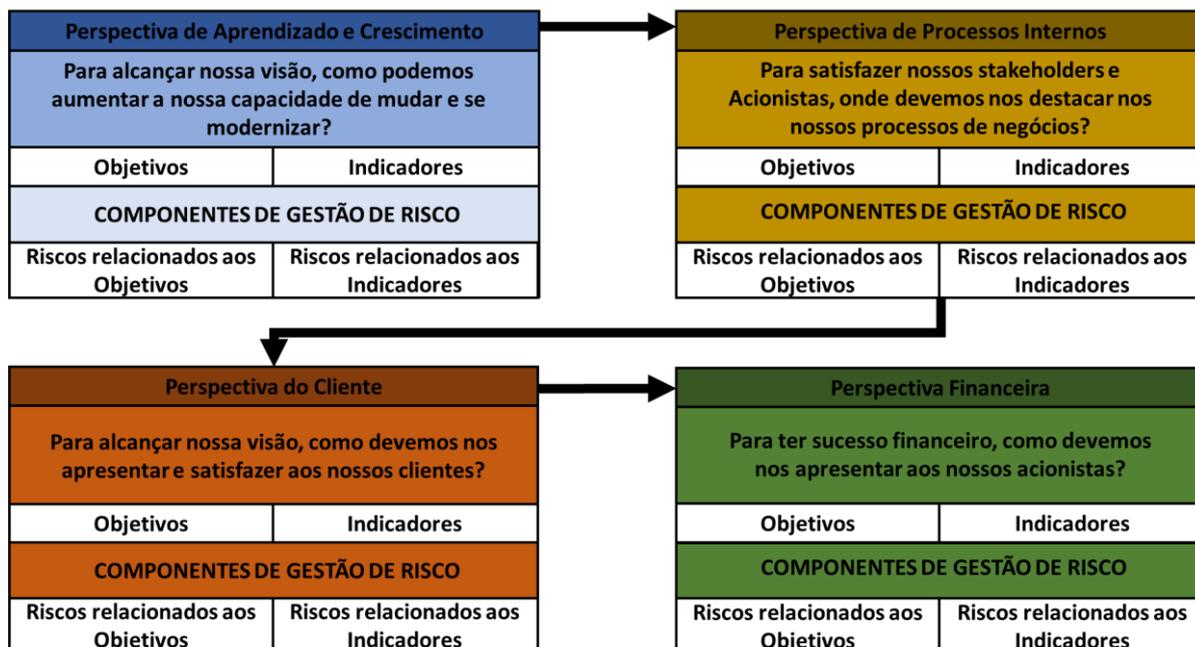
<b>Perspectiva</b>	<b>Característica</b>
<b>Podemos continuar a melhorar e criar valor? (perspectiva de inovação e aprendizagem)?</b>	As medidas das perspectivas de processos internos de negócios e do cliente no <i>BSC</i> identificam os parâmetros que a empresa considera mais importantes para o sucesso competitivo. No entanto, os objetivos para o sucesso continuam mudando. Uma competição global intensa exige que as empresas façam melhorias contínuas em seus produtos e processos existentes e tenham a capacidade de introduzir produtos totalmente novos com recursos expandidos.
<b>Como olhamos para os acionistas? (Perspectiva financeira)</b>	As medidas de desempenho financeiro indicam se a estratégia, a implementação e a execução da empresa estão contribuindo para a melhoria do lucro líquido. Os objetivos financeiros típicos têm a ver com a rentabilidade, o crescimento e o valor para o acionista.

Fonte: Almeida (2018). Adaptado de Kaplan e Norton (2005)

A união e a vinculação entre as medidas do *BSC* e o mapa de estratégico organizacional, que é a representação visual da estratégia organizacional, e que combina e integra os objetivos, descrevendo, de forma clara sucinta, a estratégia adotada pela organização, atuam como uma demonstração dos vínculos que podem se estabelecer entre a estratégia e as atividades operacionais, de modo que essas apoiem os objetivos estratégicos organizacionais (HOQUE, 2014).

A Figura 79 mostra a interação das quatro perspectivas apresentadas por Kaplan e Norton para o BSC:

Figura 79 - Interação das perspectivas do BSC



Fonte: Beasley *et al.* (2006)

A Figura 79 representa, sem exaustão das possibilidades, diferentes formas em que as perspectivas do BSC, apresentadas por Kaplan e Norton, podem interagir para o alcance daquilo que se propõe a visão a missão da organização. Apesar de o BSC se servir das quatro perspectivas, Ghelman e Costa (2014) enfatizam às possibilidades de adaptação dessas perspectivas a situações específicas de cada organização, observando-se o contexto organizacional, a atividade principal e as peculiaridades de cada instituição. Observam-se opções diversas da aplicabilidade e adaptabilidade do uso do BSC em planejamentos estratégicos organizacionais.

## DINÂMICA DE SISTEMAS

O termo *Dinâmica de Sistemas* ou *System Dynamics* (DS) está relacionado a uma ferramenta poderosa, utilizada no estudo de sistemas altamente dinâmicos. A teoria envolvida pode ser usada para se estudar uma grande variedade de sistemas, inclusive sistemas sociais, econômicos, políticos, etc. Criada e desenvolvida por Jay Forrester na década de 50 para modelar e analisar o comportamento sistemas considerando influências externas, a dinâmica de sistemas também uma metodologia e técnica de simulação computacional que busca

esquematar, entender e discutir problemas, assuntos, sistemas e cenários complexos. Existem duas formas para se utilizar os sistemas dinâmicos na modelagem de cenários complexos:

1. Simulando um sistema do seu estado inicial (estado no tempo presente) e permitindo ver o que acontecerá depois em cada momento do tempo;
2. Ajudando, na previsão do futuro do sistema, a ver o efeito de cada política selecionada no presente. Portanto ele nos auxilia na criação e seleção de políticas que nos levem aos estados desejados no futuro.

Através da dinâmica de sistemas, é possível compreender a estrutura e o comportamento dos sistemas que apresentam complexidade dinâmica. A dinâmica de sistemas possibilita avaliar e mensurar informações qualitativas e quantitativas.

### **Definição de dinâmica de sistemas**

Dinâmica de sistemas "é um método para melhorar a aprendizagem em sistemas complexos". Está relacionada com o desenvolvimento do pensamento sistêmico, com a "habilidade de ver o mundo como um sistema complexo" (Sterman, 2000). Em Forrester (2007), foi argumentado que o pensamento sistêmico pode ser o primeiro passo, mas não o único, para o entendimento de problemas complexos, no caso o principal interesse em dinâmica de sistemas. O ramo de conhecimentos da dinâmica de sistemas foi originado a partir dos conhecimentos sobre as teorias do *feedback* dos servomecanismos, teorias oriundas respectivamente da cibernética e da engenharia. Nos seus primórdios, a utilização da dinâmica de sistemas foi mais específica no contexto industrial. Atualmente, a abordagem tem sido utilizada na modelagem dos mais diversos tipos de sistemas: social, econômico e ambiental, onde uma visão holística tem papel relevante e os enlaces de *feedback* são fundamentais para a compreensão dos inter-relacionamentos (STERMAN, 2000).

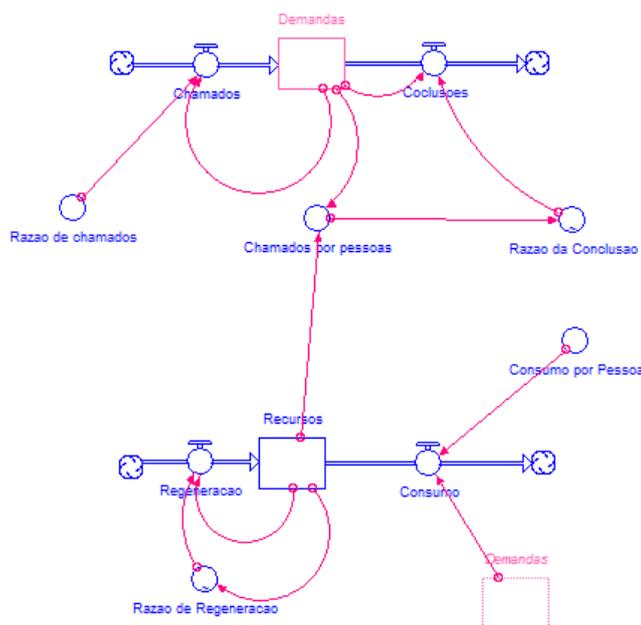
Para utilização efetiva de dinâmica de sistemas, torna-se necessário a identificação das relações causais entre diferentes partes do sistema a aplicação de equações apropriadas para estas relações, no sentido de se obter simulações quantitativas. Na maior parte do tempo se deseja que o comportamento de longo prazo do sistema permaneça em uma situação estável e constante. Isso significa que se deseja que os sistemas estudados sejam estáveis e não instáveis ou divergentes. Em uma grande parte de aplicações de dinâmica de sistemas identificadas na literatura, considera-se uma situação de governança única, ou seja, existe um único tomador de decisões dos sistemas e depois de suas decisões, outros serão forçados a certas ações devido a relações causais. Acontece que esse fato não reflete a situação real de um grande número de

sistemas. Quando se modela um sistema para entender o seu comportamento, existe uma série de variáveis quantitativas que ajudam a entender o seu comportamento, entretanto existem outros critérios que não se pode mensurar em números, como por exemplo: o nível de conhecimento de um profissional de TI e quanto o seu conhecimento técnico influencia no desempenho de um sistema. Ou ainda quanto sua condição de motivação poderá influenciar nos resultados dos serviços. No cenário de um *Service Desk* (SD), critérios como motivação e conhecimento técnico influenciam muito os resultados de desempenho dos serviços. Dessa forma, os critérios qualitativos necessitam ser considerados nas avaliações. A utilização da dinâmica de sistemas oferece condições para que as simulações considerem tanto os aspetos quantitativos quanto os aspetos qualitativos.

### Fundamentos de dinâmica de sistemas

A dinâmica de sistemas é baseada em uma estrutura direta de fluxos e estoques projetados para a modelagem de sistemas com muitas variáveis e um *feedback* atrasado entre essas variáveis. A Figura 80 mostra um exemplo de modelagem para o processo de recebimento de demandas de um setor de TI.

Figura 80 - Modelagem do gerenciamento de demandas em um *Service Desk*



Fonte: Fenner, Lima, Souza, Moura, Andrade, 2015.

A partir da ilustração do fluxo formalizado em dinâmica de sistemas da Figura 80, nota-se que as demandas são geradas a partir dos chamados registrados no *service desk*, os quais

irão gerar um consumo dos recursos humanos, com prazos definidos para atendimento dessas demandas.

A teoria da dinâmica de sistemas prevê a utilização de dois tipos de modelos: diagramas de influência ou de enlaces-causais (modelos qualitativos) e modelos baseados em computador ou diagramas de estoque-fluxo (quantitativos). O primeiro é considerado o cerne da dinâmica de sistemas. Alguns estudos que adotaram a metodologia dinâmica de sistemas identificados na literatura propuseram apenas diagramas de influência. Esses diagramas são suficientes para identificação dos diversos laços de *feedback* (reforço e balanceamento) e dos fatores rompentes do sistema em modelagem. No entanto, apenas a partir da simulação em computadores (modelos quantitativos) pode-se ter uma visão dos reais efeitos dinâmicos desses laços de *feedback* e uma maior compreensão do sistema em análise. Isso encoraja a exploração de experimentação com o modelo (Rodrigues, Bowers, 1996; Sterman, 2000).

Modelos de dinâmica de sistemas apresentam uma visão dinâmica do desempenho de sistemas de negócios (ABPMP, 2013). Mais do que apenas uma notação diferente, modelos de dinâmica de sistemas são diagramas "atividade na seta" em vez de diagramas "atividade na caixa" como em outras notações. Modelos de dinâmica de sistemas são úteis especialmente para o desenvolvimento de modelos dinâmicos que focam no desempenho geral de sistemas e no impacto de mudar as variáveis chave que afetam esse desempenho durante o seu ciclo de vida. São mais utilizados na modelagem de uma organização completa ou de uma linha de negócio, e pouco usados para modelos de fluxo de trabalho de baixo nível. Um modelo que utiliza dinâmica de sistemas não é estático, pois apresenta um movimento e informações sobre como a mudança em variáveis afeta um processo (ABPMP, 2013).

### **Aplicações da dinâmica de sistemas na área de tecnologia da informação**

Em (Mello, 2010) foi avaliado como a dinâmica de sistemas e técnicas inteligentes podem ajudar a modelar e prever o comportamento de processos com o objetivo de otimizar operações de escalonamento em ambientes de grade computacional. No trabalho de Monteiro (2011), foi proposta uma classificação da dinâmica de sistemas que considerava o tempo, o tipo de modelo, os parâmetros do modelo e a memória do sistema. Em relação à variável temporal, os sistemas podem ser de tempo contínuo ou de tempo discreto. Quanto ao tipo de modelo, podem ser classificados como sistemas lineares ou não lineares. Quanto aos parâmetros do modelo, podem ser de parâmetros fixos ou variáveis no tempo, de parâmetros concentrados ou distribuídos. Por fim, quanto a memória, os sistemas podem ser instantâneos ou dinâmicos.

Um sistema é de tempo discreto se o tempo  $t$  é um número inteiro. Normalmente, toma-se  $t \in \mathbb{Z}^+$ , ou seja, assume-se que  $t$  é um número inteiro não-negativo. A evolução de um sistema de tempo discreto é governada por uma ou mais equações de diferenças (finitas), que é um tipo de equação que relaciona o valor de uma variável  $x \in \mathbb{R}$  no instante  $t$  a valores de  $x$  em outros instantes, tais como,  $t + 1$ ,  $t + 3$ ,  $t - 2$  (MONTEIRO, 2011).

Usa-se um sistema de tempo discreto quando é necessário esperar um intervalo de tempo finito para que o valor de  $x$  possa variar. Um sistema de tempo contínuo usa o tempo como uma variável  $t \in \mathbb{R}^+$

Segundo Monteiro (2011), para sistemas lineares, valem o princípio da aditividade e o princípio da proporcionalidade entre excitação e resposta. O primeiro princípio estabelece que, se para uma entrada  $F_1(t)$  o sistema exibe uma resposta  $x_1(t)$ , então para uma entrada  $F_2(t)$  o sistema exibe uma resposta  $x_2(t)$ . O segundo princípio, também conhecido como princípio da homogeneidade, afirma que, para uma entrada  $F(t)$ , o sistema tem uma saída  $x(t)$ , então para uma entrada  $kF(t)$ , sendo  $k$  uma constante, a saída será  $kx(t)$ . Esses dois princípios podem ser combinados em um só, chamado de princípio da superposição de efeitos: à entrada  $k_1F_1(t) + k_2F_2(t)$ , corresponde a saída  $k_1x_1(t) + k_2x_2(t)$ , sendo  $k_1$  e  $k_2$  constantes. Em sistemas não-lineares, em geral, esses princípios não valem.

Em um sistema de parâmetros fixos, os coeficientes  $a_j(t)$  são constantes. Assim, o tempo só pode aparecer explicitamente na função de entrada  $F(t)$ . Já em um sistema de parâmetros variáveis, um ou mais coeficientes  $a_j(t)$  são funções explícitas do tempo  $t$ . Em sistemas de parâmetros concentrados, a variável dependente é função apenas de uma variável independente, já em um sistema de parâmetros distribuídos, as dimensões dos componentes são relevantes quando comparadas com o comprimento da onda do sinal analisado, que está em função do tempo e do espaço (MONTEIRO, 2011).

Monteiro (2011) ainda afirma que em relação à memória, os sistemas são denominados sem memória quando a resposta em um dado instante depende apenas da excitação nesse mesmo instante. Já em um sistema com memória, a resposta em um dado instante depende dos valores das entradas passadas. Para aplicação de dinâmica de sistemas é necessário a identificação de relações causais entre diferentes partes do sistema e se aplicar equações apropriadas para estas relações, no sentido de se obter simulações quantitativas. Na maior parte do tempo é desejado que o comportamento de longo prazo do sistema permaneça em uma situação estável e constante, ou seja, os sistemas estudados devem ser estáveis e não instáveis ou divergentes.

O interesse da presente pesquisa tem foco na complexidade dinâmica, ou seja, nas relações entre os componentes do sistema, em como ocorre a dinâmica entre eles ao longo do tempo. Um sistema dinâmico é composto por um conjunto de estados possíveis e uma regra que determina seu estado atual em função do passado. Três componentes são utilizados para definição de um sistema dinâmico: espaço de estados, equações de movimento e medidas de distância. Segundo Mello (2010), ao modelar o conhecimento embutido em um sistema dinâmico compreende-se a repetição de seus padrões a qual permite, por exemplo, conhecer suas tendências, realizar previsões e classificar suas operações.

Nesta pesquisa, a abordagem da dinâmica de sistemas foi utilizada para viabilizar a realização de simulações de cenários reais relacionados ao gerenciamento de capacidade dos serviços *IaaS*. O modelo desenvolvido contempla a simulação de cenários reais de oferta de serviços na nuvem, envolvendo os recursos de TI, bem como todos os atores do processo. A partir dos resultados gerados pela abordagem, o gestor de capacidade utiliza uma ferramenta efetiva para suporte a um dimensionamento de capacidade proativo. Os primeiros resultados de pesquisas relativos à utilização da dinâmica de sistemas para dar suporte ao processo gerenciamento de capacidade de serviços foram apresentados nos trabalhos de Fenner *et al.* (2015), onde se modelou o cenário de um *service desk* e em Bezerra *et al.* (2014), onde foram modelados os aspectos referentes ao gerenciamento de serviços terceirizados. Os resultados iniciais da pesquisa realizada pelo grupo de autores na área de dinâmica de sistemas se apresentaram muito promissores, ensejando a continuação da pesquisa, visando avaliar a utilização da técnica para a solução de problemas mais complexos, como por exemplo a modelagem do gerenciamento da capacidade dos três tipos básicos de serviços de computação em nuvem (*IaaS*, *PaaS* e *SaaS*). Até onde se conhece, no presente momento não existem trabalhos na literatura que abordem a abordagem *IaaS* apresentada nesta Tese.

## **MÉTODOS PARA SUPORTE A TOMADA DE DECISÃO MULTICRITÉRIO**

De acordo com Ribas (2015), existem muitas abordagens para o problema de tomada de decisões utilizando diversos critérios, gerando uma diversidade de métodos. Triantaphyllou (2000) afirma que tais métodos podem ser agrupados como descrito na sequência.

## Métodos baseados em MAUT (Multi-Attribute Utility Theory)

De acordo com Ribas (2015), essa categoria contempla o modelo de soma ponderada (WSM), o modelo de produto ponderado (WPM) e o processo de análise hierárquica (AHP). Por sua simplicidade, o método WSM é o mais utilizado. No entanto, esse método só deve ser usado quando se aplica a suposição de utilidade aditiva: não se deve somar maçãs e laranjas; somente critérios que utilizam as mesmas unidades e escala podem ser combinados. Esse fato limita severamente necessariamente o método, embora muitos autores utilizem WSM sem ter em conta tal restrição. O método WPM combina critérios multiplicando proporções de métricas para várias alternativas que estão sendo comparados. Essa divisão de métricas com a mesma unidade anula a unidade e, por essa razão, este é chamado uma análise adimensional.

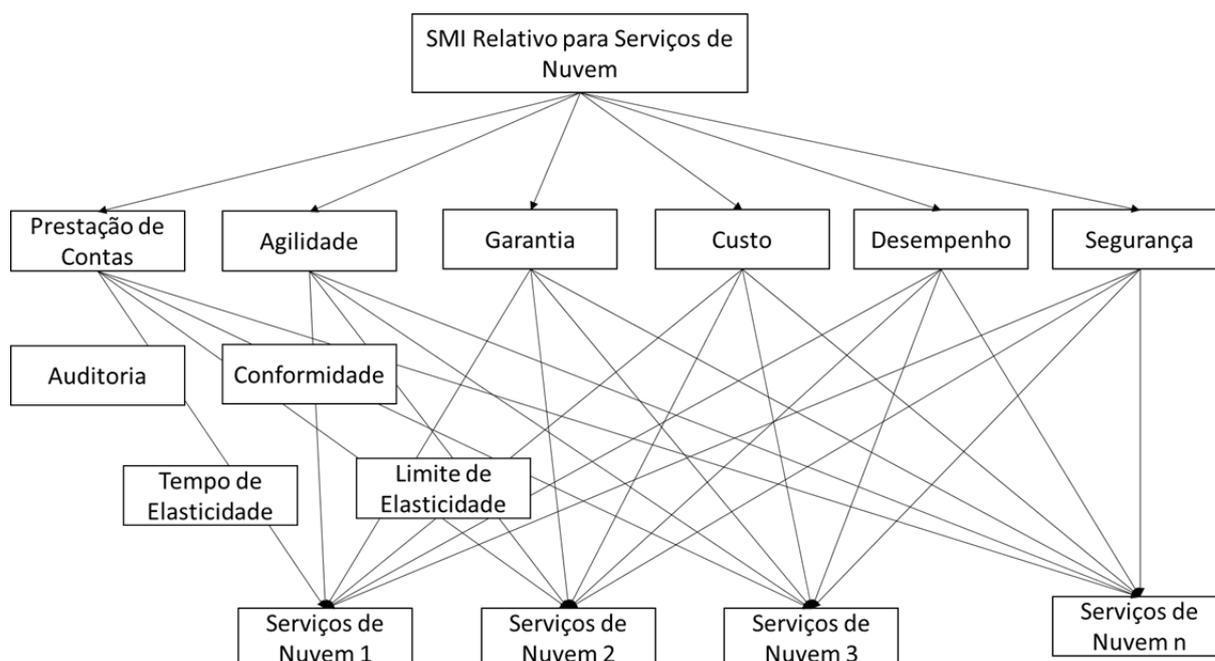
Ribas (2015) afirma que o método *Analytic Hierarchy Process (AHP)* decompõe o problema de decisão em uma hierarquia de critérios e alternativas e comparações entre pares para expressar a importância relativa de um critério em detrimento de outro. Usando essas comparações, é possível a construção de matrizes de pares e calcular o autovalor para calcular os critérios de classificação. O método *AHP* pode combinar critérios qualitativos e quantitativos, e é largamente utilizado. O método é semelhante ao WPM na medida em que utiliza proporções de métricas. É, portanto, fácil de combinar critérios que utilizam diferentes unidades ou escalas, pois apenas os valores relativos são usados para comparar duas alternativas de acordo com um determinado critério. No entanto, difere da WPM em vários aspectos importantes. Trata facilmente hierarquias de critérios, emprega uma escala de 9 pontos de fácil utilização e compreensão pelos tomadores de decisão e permite uma verificação a ser realizada para identificar comparações de pares inconsistentes entre alternativas.

O trabalho de Xu, & Dey (2010) apresenta uma revisão de literatura para avaliação de fornecedores, fornecendo evidências de que os métodos multicritério permitem decisões melhores do que a abordagem tradicional baseada somente em custo. O método *AHP* foi considerado a abordagem integrada mais popular. A escolha da metodologia multicritério para apoiar o processo de decisão depende diretamente do assunto em questão. O trabalho de Tamanini *et al.* (2012) menciona que a escolha de um método deve ser o resultado de uma avaliação dos parâmetros escolhidos, o tipo e a precisão dos dados, forma do tomador de decisão de pensar, e seu conhecimento sobre o problema.

Ribas (2015) afirma que o método *AHP* é largamente utilizado para diversas aplicações, inclusive na comparação de serviços de nuvem. O trabalho apresentado por Garg *et al.* (2013) descreve uma hierarquia de critérios para comparação de serviços em nuvem. Os

autores destacam que a primeira camada representa os objetivos de análise, que visa encontrar um índice de gestão de serviços que satisfaçamos requisitos essenciais do usuário. Já a segunda camada contém as hierarquias de atributos de qualidade de serviço (*QoS*) essenciais e não-essenciais. A camada inferior contém os valores de todos os serviços em nuvem para todos os atributos *QoS* mais baixos da hierarquia apresentadas na segunda camada (Vide Figura 81).

Figura 81 - Hierarquia de critérios para comparação de serviços em nuvem



Fonte: Garg *et al.* (2013)

Yuen (2012) lista diversas situações onde o método *AHP* foi empregado com sucesso em decisões relacionadas a serviços de nuvem:

- Seleção de *softwares* do modelo *SaaS* para gestão de relacionamento com o cliente;
- Concepção de rede de *datacenter*;
- Serviço bancário baseado em nuvem;
- Segurança de informação de computação em nuvem;
- *Software* para hospitais.

O trabalho de Liao *et al.* (2007) trata do processamento de informação linguística e utiliza o método *AHP*. Foi criado um modelo de programação linear para a seleção do sistema do tipo *Enterprise Resource Planning (ERP)* mais apropriado. O método *AHP* tem sido utilizado em vários outros estudos na área de TI, entre os quais pode-se citar: Wei *et al.* (2005) - seleção de sistemas *ERP*; Phillips-Wren *et al.* (2006) - sistemas de suporte à decisão para

ajudar na busca de informação e melhorar os resultados de busca na web a partir de um vocabulário controlado; Chang *et al.* (2012) - Seleção de um provedor para a terceirização de TI; Wan *et al.* (2011) - Gerenciamento de serviços de TI de forma geral, com foco na satisfação do cliente; Ngai (2003) - seleção de sites *web* para publicidade *on line*.

No trabalho de Ribas (2015), o método *AHP* foi utilizado para construir o fator moderador qualitativo de comparação entre as opções de *software* nos modelos *SaaS* e *On-premise*. O método *AHP* clássico é bem geral e trata critérios tangíveis e intangíveis. A organização desses critérios é hierárquica, permitindo se considerar vários critérios. O método manipula muito bem critérios monetizados e não monetizados. Consiste em uma técnica poderosa, popular e bem conhecida.

Nesta pesquisa, o método *AHP* clássico foi utilizado no modelo proposto para a avaliação dos critérios de decisão e sugestão de possíveis ações relacionadas ao processo de gerenciamento de capacidade *IaaS*, a partir dos dados gerados pelas simulações de comportamento em possíveis cenários de negócio do provedor de nuvem. Optou-se pela escolha do *AHP* clássico por ser um dos métodos *MCDM* mais conhecidos, passível de extensão e ter sido identificado como o método mais utilizado em abordagens de TI na revisão de literatura (Lima *et al.*, 2018).

### **Métodos baseados em sobreposição (*Outranking*)**

Conforme descrito em Ribas (2015), essa categoria tem como destaque os métodos *ELECTRE* e *TOPSIS*. A sobreposição funciona da seguinte forma: Alternativa A sobrepõe alternativa B quando A é no mínimo tão boa quanto B em um grande número de critérios (condição de concordância), e o seu pior desempenho ainda é aceitável sobre os outros critérios (não condicionamento da discordância). Após a determinação, para cada par de alternativas, se uma alternativa é superior à outra, estas avaliações de pares são combinadas em um *ranking* parcial ou completo de alternativas. Uma alternativa é dita dominada, se houver outra alternativa superior em um ou mais critérios e equivalente nos demais critérios. O método *ELECTRE* usa sobreposição. Com sobreposição, mesmo quando a alternativa A não domina alternativa B quantitativamente, o tomador de decisão pode ainda optar por A como quase certamente melhor do que B. Com *TOPSIS*, o conceito básico é que a alternativa escolhida deve ter a menor distância de uma solução ideal e a maior distância de uma solução negativa ideal, em geral se utiliza distância euclidiana.

### **Variações dos métodos clássicos**

No trabalho apresentado por Merig e Gil-Lafuente (2010), os autores desenvolveram uma nova abordagem que usa o operador de média ponderada ordenada (OWA) na seleção de produtos financeiros. Os operadores de agregação apresentados são úteis para problemas de tomada de decisão, pois estabelecem uma comparação entre uma alternativa ideal e as opções disponíveis, a fim de encontrar a melhor escolha. Yuen (2012) apresenta uma versão modificada do *AHP*, utilizada para selecionar uma oferta de *software* como serviço (*SaaS*) de uma lista de fornecedores de *software* equivalente. Nesse trabalho, o autor propõe uma modificação na comparação entre pares para reduzir efeitos indesejáveis de supervalorização de uma alternativa em relação a outra. Em Lima *et al.* (2018), o método *AHP* foi estendido para dar suporte ao processo de tomada de decisão multicritério (*MCDM*) em comitês gestores de tecnologia da informação (CGTIs) considerando a incerteza e o risco.