

TEREZA CRISTINA MELO DE BRITO CARVALHO

MODELO PARA GESTÃO DE TIC ORIENTADA À POLÍTICA DE
SUSTENTABILIDADE

Tese apresentada à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo como requisito
para obtenção do Título de Professor Livre-
-Docente, junto ao Departamento de
Engenharia de Computação e Sistemas
Digitais

São Paulo
2012

TEREZA CRISTINA MELO DE BRITO CARVALHO

MODELO PARA GESTÃO DE TIC ORIENTADA À POLÍTICA DE
SUSTENTABILIDADE

Tese apresentada à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo como requisito
para obtenção do Título de Professor Livre-
-Docente, junto ao Departamento de
Engenharia de Computação e Sistemas
Digitais

Área de Concentração:
Sistemas Digitais

São Paulo
2012

FICHA CATALOGRÁFICA

Carvalho, Tereza Cristina Melo de Brito
Modelo para gestão de TIC orientada à política de sustentabilidade / T.C.M.B. Carvalho. -- São Paulo, 2012.
272 p.

Tese (Livre-Docência) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais.

1. Gestão da informação 2. Sustentabilidade 3. Governança corporativa 4. Redes de computadores 5. Tecnologia da informação I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais II. t.

“O Espírito sopra onde quer, e tu ouves a tua voz, mas não sabes de onde vem, nem para onde vai. Assim é todo aquele que é nascido do Espírito.”

João, III, 1-12

AGRADECIMENTOS

Acredito que a livre-docência seja o resultado de um trabalho em equipe, envolvendo professores, pesquisadores, alunos de pós-doc, doutorado, mestrado, iniciação científica, além do valioso suporte das pessoas da área administrativa... Sendo assim, posso dizer que tenho muitas pessoas a agradecer.

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer ao Prof. Wilson Vicente Ruggiero, com quem trabalho desde 1980. Estivemos juntos em muitos projetos e muitas iniciativas pioneiras. Dele recebi e recebo muito incentivo e apoio, inclusive para fazer esta livre-docência. Com ele agradeço a toda a equipe do LARC, professores e pesquisadores, que considero “minha primeira casa” dentro da USP.

Outros professores que têm estado comigo desde o meu início de carreira são Prof. Antonio Marcos Aguirra Massola, Profa. Edith Ranzini, Prof. Moacyr Martucci Junior, Prof^a. Selma Shimizu Melknikof e Prof. Sidnei Colombo Martini, presentes em momentos importantes da minha carreira. A eles o meu “obrigada!”... O meu agradecimento especial ao Prof. Antonio Helio Guerra, um permanente inspirador de novas ideias e projetos. E a todos os professores do PCS (Departamento de Computação e Sistemas Digitais): muito obrigada pelo companheirismo e apoio contínuo.

Mais recentemente, na área de sustentabilidade, tive a oportunidade de conhecer outros professores, como os Profs. Maria Cecília Loschiavo, Sylmara Lopes e Jorge Tenório, e todos os professores do MBA USP Sustentabilidade em TIC. A eles meu agradecimento pela presença constante e palavra de contínuo incentivo para esta nova área de pesquisa, ensino e extensão que se abre em minha carreira.

Aos meus alunos de pós-doc, doutorado, mestrado e iniciação científica com quem tenho construído a minha estrada. Neste momento especial, gostaria de agradecer a Marco Roja, Rony Sakuragui e Fernando Redigolo, que tiveram um papel importantíssimo na liderança do trabalho de montar meu memorial. Meus agradecimentos a todos que colaboraram, incluindo Marcos Simplício, Lúcia Xavier, Charles Miers, Walter Akio,

Marco Schwarz, Leonardo Iwaya, Ana Carolina Riekstin, Leandro Malandrin, Nelson Nimura, Pedro Evangelista, Guilherme Januário e Emanuele Neves. Um agradecimento especial a Carlos Costa, Cristina Dominicini e Marcelo Amaral, por me ajudarem a desvendar os mistérios de políticas de redes e a linguagem Ponder.

Além disso, gostaria de agradecer ao Prof. Gil da Costa Marquez pelas oportunidades de inovar, pelos constantes desafios e apoio nas minhas atividades na CTI (Coordenadoria de Tecnologia da Informação) e quando diretora do CCE. Agradeço também a todos da CTI.

Um agradecimento especial à diretoria e aos funcionários do CCE, que me possibilitaram desenvolver um trabalho fantástico, cujos resultados inspiraram o desenvolvimento desta tese.

À equipe do CEDIR (Centro de Descarte e Reúso de Resíduos de Informática), meu muito obrigada pela constante motivação e seriedade com que tem se dedicado às suas atividades e divulgação da importância da correta destinação dos resíduos de informática e telecomunicações.

Aos pesquisadores da Ericsson Research, incluindo Mats Näslund, Makan Pouzandi, Catalin Meirosu, Jan-Erik, Victor Souza, Per Karlson, e da Ericsson do Brasil, Eduardo Oliva e Maria Valéria Marquezini, pelo apoio de sempre e pelas grandes oportunidades de pesquisa de ponta proporcionadas pelos projetos patrocinados pela Ericsson, um dos quais é objeto desta tese.

Aos professores e pesquisadores da área de redes de computadores externos, em especial Michael Stanton, Iara Machado, Artur Serra e Luis Lopez, pelo incentivo constante e oportunidades criadas em vários projetos nacionais e internacionais, meus sinceros agradecimentos...

Aos professores e pesquisadores do MIT, incluindo Peter Weill, mentor do modelo de Governança de TI que adotei nesta tese; Peter Senge, Wanda Orlikowski e Sinead O'Flanagan, da área de sustentabilidade; Amy Smith, Leo Burd e Libby McDonald,

grandes parceiros na disseminação de tecnologias apropriadas junto à comunidade USPiana, meu “muito obrigada”.

Aos meus amigos, em especial a Ilse Guimarães, grande incentivadora de projetos de sustentabilidade e a toda a equipe da Assintecal. A Maria Lucia Diniz e Aulia Esper pelo fundamental suporte em momentos decisivos ...meu sincero agradecimento!

Também sou grata aos amigos e funcionários da área administrativa pelo imprescindível suporte às minhas iniciativas e, em especial, no levantamento de documentos para o memorial, como Ana Coracini, Valdete Garcei, Selma Pereira, Ângela Gilisk, Edilaine Lemos, Léia Sicília, e Tânia da Silva.

À jornalista Isabel Raposo, pelo dedicado e incansável trabalho de revisão desta tese... muito obrigada!

À equipe do LASSU (Laboratório de Sustentabilidade em TIC), professores, alunos do MBA, parceiros de projeto, meu muito obrigada pelo incentivo, por acreditarem e apostarem neste novo grande projeto.

Por último, aos meus queridos mestres de vida, meus pais, o meu agradecimento eterno por serem até hoje fonte contínua inspiração e incentivo, por tudo o que de precioso me ensinaram... A minha família, meus irmãos, meus cunhados, sobrinhos e tias... meus ex-sogros, meu “muito obrigada”, com enorme carinho por todos vocês!

RESUMO

Esta tese apresenta um Modelo de Gestão de TIC orientada à Política de Sustentabilidade. Este Modelo é organizado em cinco níveis de política, a saber: Negócio, Sistema, Infraestrutura, Dispositivo e Instância. Para cada nível, são especificadas políticas, metas, ações, indicadores ou métricas de sustentabilidade e desempenho. Neste modelo, o Sistema de Governança de TIC é responsável pela aplicação de políticas nos níveis de Negócio e Sistema, enquanto os Sistemas de Gerenciamento de Infraestrutura de TIC são responsáveis pela aplicação de políticas nos níveis de Infraestrutura, Dispositivo e Instância.

Decorre, então, que uma política estabelecida no nível de Negócio pode ter impacto nas políticas definidas para os demais níveis. Desta forma, é importante que haja mecanismos de tradução de políticas de um nível para outro. Neste trabalho é apresentado um exemplo de política de eficiência energética que permeia todos os níveis. Da mesma forma, é importante que políticas de sustentabilidade contemplem as atividades de suporte e primárias da cadeia de valor da organização. Esta abrangência vertical (níveis de política) e horizontal (cadeia de valor) garante que sustentabilidade seja uma prática da organização, levando-a à vantagem competitiva por redução de custos, pela inovação inerente, integração das ações, pela percepção do mercado e pela possibilidade de atrair talentos cada vez mais sensibilizados com o tema.

Palavras-chaves: Governança de TIC, Gerenciamento de Infraestrutura, Redes de Comunicação, Gerenciamento de Redes orientado a Política, Sustentabilidade.

ABSTRACT

This thesis presents a Model for Sustainability Policy-Based ITC Management. This model is organized into five policy levels, such as: Business, System, Infrastructure, Device and Instance. For each level, it were specified sustainability and performance policies, goals, actions, indicators or metrics. In this model, the ITC Governance System is responsible for the policy enforcement in the Business and System levels. In addition, the Infrastructure Management System is responsible for the policy enforcement in Infrastructure, device and instance levels.

As consequence a policy set at the Business level can impact the policies defined in other levels. Thus it is very important to create mechanisms for translating policies from different levels. In this work, it is given an example of a energy efficiency policy that embraced all the levels. Similarly, it is important to deploy sustainability policies in the support and primary activities of the organization value chain. This vertical (policy levels) and horizontal (value chain) policy comprehensiveness assure that sustainability will reach the whole company, bringing as result: competitive advantage, innovation, market perception and talent attractiveness.

Key Words: ITC Governance, ITC Management, Communication Network, Policy-Based Network Management, Sustainability.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.1 - Estimativa de Emissão de CO ₂ segundo previsão de GeSI, considerando-se computadores, equipamentos de rede, impressoras e DataCenters. Fonte: (GLOBAL E-SUSTAINIBILITY INITIATIVE, 2010).....	29
Figura 1.2 - Estimativa de Emissões de CO ₂ (GLOBAL E-SUSTAINIBILITY INITIATIVE, 2010)	30
Figura 2.1 – Modelo Simplificado de Regra de Política	38
Figura 2.2 – Exemplo de Uso de “papéis” associados a entidades de rede	39
Figura 2.3 – Níveis de Política aplicáveis à Gestão de TIC de uma Organização	41
Figura 2.4 – Arquitetura Básica para Sistemas de Gestão de TIC orientada a Políticas	43
Figura 3.1 – Evolução de Gastos e Investimentos Médios em TIC para Médias e Grandes Empresas Privadas Nacionais - % Fauramento Líquido [Fonte: (MEIRELLES, 2009)]	45
Figura 3.2 – Foco da Governança de TIC.....	48
Figura 3.3 – Modelo de Governança do MIT-CISR.....	51
Figura 3.4 - Matriz de Arranjos de Governança.....	53
Figura 3.5 – Domínios de Processos do COBIT	56
Figura 3.6 – Relacionamento entre os Processos do COBIT [Fonte: (RIEKSTIN, 2012)]..	57
Figura 3.7 – Processos do ITIL v.3	62
Figura 3.8 – Padrão BSC TI (GREMBERGEN, 2000) (RIEKSTIN, 2012).....	66
Figura 3.9 – Componentes de um Sistema de Gerenciamento de Redes	69
Figura 6.1 – Modelo de Gestão de TIC orientada a Políticas de Sustentabilidade	83
Figura 6.2 – Aplicação de Políticas de Sustentabilidade nos diferentes Níveis do Modelo de Gestão de TIC de uma Organização	85
Figura 6.3 – Relação entre os Níveis de Política de Sustentabilidade de TIC de uma Organização	87
Figura 6.4 – Relação entre Políticas de diferentes Níveis.....	88
Figura 6.5 – Repositório de Políticas de Sustentabilidade de TIC	88
Figura 6.6 – Elementos do Domínio de Política de Investimentos	89
Figura 6.7 – Elementos do Domínio de Política de Gestão de Pessoas	90
Figura 6.8 – Elementos do Domínio de Política de Educação no Trabalho.....	91
Figura 6.9 – Elementos do Domínio de Política de Saúde e Segurança no Trabalho.....	92
Figura 6.10 – Elementos do Domínio de Política de Infraestrutura de TIC.....	92

Figura 6.11 – Elementos do Domínio de Política de Origem dos Insumos	93
Figura 6.12 – Elementos do Domínio de Política de Uso Racional de Recursos.....	95
Figura 6.13 - Elementos do Domínio de Política de Inovação Tecnológica	96
Figura 6.14 – Elementos do Domínio de Política de Gestão de Resíduos.....	97
Figura 6.15 – Domínios de Políticas de Sustentabilidade de Sistema e Pilares de Sustentabilidade.....	98
Figura 6.16 - Elementos do Domínio de Política de Serviços de Rede.....	102
Figura 6.17 - Elementos do Domínio de Política de Serviços de DataCenter.....	105
Figura 6.18 - Elementos do Domínio de Política de Serviços de Microinformática.....	106
Figura 6.19 – Domínios de Política de Sustentabilidade de Dispositivos de Rede	106
Figura 6.20 – Subdomínios da Política de Equipamentos de Rede	107
Figura 6.21 – Domínio da Política de Sistemas Computacionais.....	107
Figura 6.22 – Domínio da Política de Enlaces de Rede.....	108
Figura 6.23 – Aplicação de Políticas de Sustentabilidade para Serviços de Redes de uma Organização	109
Figura 7.1 - Visão Geral do Método para o Desenvolvimento de Estratégias Corporativas, de Negócios e Funcionais [Fonte: (HAX, 1996)]	120
Figura 7.2 – Modelo de Cadeia de Valor aplicado para Estratégias orientadas à Sustentabilidade.....	126
Figura 7.3 – Modelo de Gestão de TIC orientada à Sustentabilidade e o Domínio de Política de Gestão de Pessoas	147
Figura 7.4 – Modelo de Gestão de TIC orientada à Sustentabilidade e o Domínio de Política de Gestão de Infraestrutura	152
Figura 7.5 – Modelo de Gestão de TIC orientada à Sustentabilidade e o Domínio de Política de Inovação Tecnológica	157
Figura 7.6 – Modelo de Gestão de TIC orientada à Sustentabilidade e o Domínio de Política de Gestão de Resíduos.....	159
Figura 7.7 – Exemplo de Plano de Ação para um Centro de Informática [Fonte: (Carvalho, 2010)].....	162
Figura 7.8 – Modelo Geral de Governança de TIC.....	164
Figura 7.9 – Etapas da Fase 2 de Avaliação de Governança de TIC.....	167
Figura 7.10 - Etapas da Fase 3 de Reprojeto da Governança de TIC	169
Figura 7.11 - Etapas da Fase 4 de Implementação da Nova Governança de TIC.....	171
Figura 7.12 - Etapas da Fase 5 de Avaliação dos Resultados da Governança de TIC.....	172

Figura 7.13 – Modelo Geral de Governança de TIC	174
Figura 8.1 - Arquitetura Proposta pelo IETF PFWG para um PBNM	178
Figura 8.2 - Anatomia de uma política.....	179
Figura 8.3 - Níveis de Abstração.....	180
Figura 8.4 - Palavras Reservadas da Linguagem.....	182
Figura 8.5 - Caracteres usados como Operadores da Linguagem.....	183
Figura 8.6 - Caracteres usados como Operadores e Pontuação da Linguagem	183
Figura 8.7 - Tipos Pré-definidos da Linguagem.....	183
Figura 8.8 - Diagrama Base de Classes do Ponder	184
Figura 8.9 - Sintaxe de uma Política de Autorização	185
Figura 8.10 - Exemplo de uma Política de Autorização (STRASSNER, 2004).....	185
Figura 8.11 - Sintaxe de uma Política de Restrição	185
Figura 8.12 - Exemplo de uma Política de Restrição (STRASSNER, 2004).....	186
Figura 8.13-Sintaxe de uma Política de Delegação.....	186
Figura 8.14 - Exemplo de uma Política de Delegação (STRASSNER, 2004).....	186
Figura 8.15 - Sintaxe de uma Política de Obrigação.....	187
Figura 8.16 - Exemplo de uma Política de Obrigação (STRASSNER, 2004).....	187
Figura 8.17 - Modelo de Regras de Política do DEN-ng [Fonte: (STRASSNER, 2004)] ...	188
Figura 8.18 - Gerenciamento de Redes baseado em Política [RANA2009].....	189
Figura 8.19 - Tradução de Ação de Política em Alto Nível para Ação de Configuração de Dispositivo	190
Figura 8.20 - Arquitetura de Gerenciamento de Redes orientado a Políticas de Sustentabilidade	193
Figura 8.21 - Grafo de Rede utilizado pelo Ponto de Decisão do Sistema de Gerenciamento orientado a Políticas de Sustentabilidade	197
Figura 8.22 - Fluxograma de Passos para Avaliação de Consumo de Energia.	198
Figura 8.23 - Repositório de Modelos para o Sistema de Gerenciamento de Redes orientado a Políticas de Sustentabilidade	199
Figura 8.24 - Fluxograma de Passos para Avaliação de Ciclo de Vida	201
Figura 8.25 - Fluxograma de Passos para Avaliação de Disponibilidade	202
Figura 8.26 - Modelos de Disponibilidade em Paralelo e Standby	203
Figura 8.27 - Cálculo da Disponibilidade usando a Cadeia de Markov.....	204
Figura 9.1 –Martriz de Arranjos aplicada ao Estudo de Caso	233
Figura 9.2 – Modelo de Governança de TIC – MIT CISR aplicada ao Estudo de Caso	236

Figura 9.3 - Exemplo de política em nível de rede para descrição da Política 1	241
Figura 9.4 - Exemplo de política em nível de rede para descrição da Política 2	243
Figura 9.5 - Exemplo de política em nível de rede para descrição da Política 3	244
Figura 9.6 - Exemplo de política em nível de dispositivo para descrição das Ações 1 a 3	245
Figura 9.7 - Sintaxe de comandos snmpget.....	246
Figura 9.8 - Sintaxe de comandos snmpset	246
Figura 9.9 - Exemplo de política em nível de instância para descrição da Política 1	247
Figura 9.10 - Exemplo de política em nível de instância para descrição da Política 2 ...	247
Figura 9.11 - Exemplo de política em nível de instância para descrição da Política 3 ...	248
Figura 10.1 - A mudança para uma TI sustentável envolve diferentes relacionamentos em diferentes ambientes (adaptado de STOLZE et al, 2011).....	251
Figura 10.2 - Relacionamento entre as pesquisas acima descritas.....	253
Figura 10.3-“Selo Verde” da USP	256
Figura 10.4 - - Etapas de Operação do CEDIR.....	258
Figura 10.5- Número de Equipamentos Coletados pelo CEDIR no ano de 2010.....	259
Figura 10.6 - Número de Equipamentos Coletados pelo CEDIR no ano de 2011.....	259
Figura 10.7 - Tripé de Sustentabilidade do Programa Paideia.....	261

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Níveis de Política e Tipos de Regras empregadas - Fonte: (STRASSNER, 2004)	41
Tabela 3.1 – Relação de Modelos e Ferramentas de Suporte para Governança de TIC e suas Funcionalidades Básicas [Fonte: (RIEKSTIN, 2012)]	49
Tabela 3.2 – Comparação entre Modelos e Ferramentas de Suporte à Governança de TIC [Fonte: (RIEKSTIN, 2012)]	50
Tabela 3.3 – Comparação entre Processos do COBIT 4.1 e os Processos de Gerenciamento de TIC da Empresa do COBIT 5.0.....	60
Tabela 3.4 – Publicações e Processos ITIL (CARTLIDGE et al., 2007) Fonte: (RIEKSTIN, 2012).....	63
Tabela 3.5 – Comparação entre Escopo de Atuação de Gerenciamento e Governança [Fonte: (MORAES, 2010)].	71
Tabela 6.1 - Exemplo de Mapeamento de Política de Sustentabilidade de TIC em Políticas de Sustentabilidade de Sistema	86
Tabela 7.1 – Indicadores Econômicos para as Atividades de Suporte da Cadeia de Valor... 139	
Tabela 7.2 – Indicadores Econômicos para as Atividades Primárias da Cadeia de Valor 140	
Tabela 7.3 – Indicadores Ambientais para as Atividades de Suporte da Cadeia de Valor..... 141	
Tabela 7.4 – Indicadores Ambientais para as Atividades Primárias da Cadeia de Valor..... 142	
Tabela 7.5 – Indicadores Sociais para as Atividades de Suporte da Cadeia de Valor..... 143	
Tabela 7.6 – Indicadores Sociais para as Atividades Primárias da Cadeia de Valor 144	
Tabela 7.7 – Visão Geral dos Indicadores organizados segundo os Pilares de Sustentabilidade	145
Tabela 7.8 – Relação entre Domínio de Política de “Investimentos”, Indicadores e Pilares de Sustentabilidade.....	146
Tabela 7.9 – Relação entre Domínio de Política de “Gestão de Pessoas” e Indicadores de Sustentabilidade.....	148
Tabela 7.10 - Relação entre Domínio de Política de “Educação”, Indicadores e Pilares de Sustentabilidade.....	150
Tabela 7.11 – Relação entre Domínio de Política de “Saúde e Segurança no Trabalho” e Indicadores de Sustentabilidade.....	151
Tabela 7.12 – Relação entre Domínio de Política de “Gestão de Infraestrutura de TIC”, Indicadores e Pilares de Sustentabilidade.....	153

Tabela 7.13 - Relação entre Domínio de Política de “Origem de Insumos”, Indicadores e Pilares de Sustentabilidade	154
Tabela 7.14 - Relação entre Domínio de Política de “Uso Racional de Recursos”, Indicadores e Pilares de Sustentabilidade	156
Tabela 7.15 - – Relação entre Domínio de Política de “Inovação Tecnológica”, Indicadores e Pilares de Sustentabilidade	158
Tabela 7.16 – Relação entre Domínio de Política de “Gestão de Resíduos”, Indicadores e Pilares de Sustentabilidade	160
Tabela 7.17 – Visão Geral dos Indicadores organizados segundo os Pilares de Sustentabilidade.....	161
Tabela 7.18 – Disciplinas de Valor para os Negócios.....	165
Tabela 7.19 – Características dos diferentes Tipos de Administração.....	166
Tabela 9.1 – Indicadores de Sustentabilidades referentes à Meta 1 – Uso Racional de Insumos	220
Tabela 9.2 - Indicadores de Sustentabilidades referentes à Meta 3 – Destino Sustentável de todo o Resíduo Gerado.....	224
Tabela 9.3 - Indicadores de Sustentabilidades referentes à Meta 7 – Inovação constante dos Produtos e Serviços Prestados	228

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABS	Aquisição de Bens e Serviços
AFR	<i>Annual Failure Rate</i>
AI	<i>Acquisition and Implementation</i>
ANSI	American National Standards Institute
APO	<i>Align, Plan & Organize</i>
BAI	<i>Build, Acquire & Implement</i>
BAU	<i>Business-As-Usual</i>
BGP	<i>Border Gateway Protocol</i>
BSC	<i>Balanced ScoreCard</i>
CEDIR	Centro de Descarte e Reúso de Resíduos de Informática
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CGI.br	Comitê Gestor da Internet no Brasil
CIM	<i>Common Information Model</i>
CIO	<i>Chief Information Officer</i>
CIPA	Comissão Interna de Prevenção de Acidentes
CIT	Centro de Informática e Telecomunicações
CLI	<i>Common Language Infrastructure</i>
CMM	<i>Capability Maturity Model</i>
COBIT	<i>Control Objectives for Information</i>
COPS	<i>Common Open Policy Service</i>
CSCW	<i>Computer Supported Cooperative Work</i>
DCiE	<i>DataCenter Efficiency</i>
DEN-ng	<i>Directory Enabled Network – next generation</i>
DMTF	<i>Distributed Management Task Force</i>
DPR	<i>Dedicated Policy Repository</i>
DS	<i>Delivery and Support</i>
DSS	<i>Delivery, Service & Support</i>
DTE	Desenvolvimento Tecnológico
EBNF	<i>Extended Backus-Naur Form</i>
EDM	<i>Evaluate, Direct & Monitor</i>
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FCAPS	<i>Fault, Configuration, Accounting, Performance and Security</i>
GeSI	<i>Global e-Sustainability Initiative</i>
GRH	Gestão de Recursos Humanos
GRI	<i>Global Report Initiative</i>
HDV	<i>High Definition Video</i>

IDC	<i>Internet DataCenter</i>
IETF	<i>Internet Engineering Task Force</i>
IOG	Infraestrutura da Organização
ISACA	<i>Information Systems Audit and Control Association</i>
ISP	<i>Internet Service Provider</i>
ITGI	<i>IT Governance Institute</i>
ITIL	<i>Information Technology Infrastructure Library</i>
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>
KSI	<i>Key Sustainability Indicator</i>
LAN	<i>Local Area Network</i>
LDAP	<i>Lightweith Directory Protocol</i>
LER	Lesão por Esforço Repetitivo
LGE	Logística Externa ou de Saída
LGI	Logística Interna ou de Entrada
LPDP	<i>Local Policy Decision Point</i>
MAN	<i>Metropolitan Area Nework</i>
ME	<i>Monitoring and Evaluation</i>
MEA	<i>Monitor, Evaluate & Assess</i>
MEV	Marketing E Venda
MIB	<i>Management Information Base</i>
MPLS	<i>MultiProtocol Label Switching</i>
MTBF	<i>Mean Time Between Failures</i>
NDDI	<i>Network Development and Deployment Initiative</i>
NECR	<i>Network Energy Consumption Rate</i>
NEPI	<i>Network Energy Proportionality Index</i>
NIC.br	Núcleo de Informação e Comunicação do Ponto BR
NREN	<i>National Research and Education Netwotk</i>
ONU	Organização das Nações Unidas
OPM3	<i>Organizational Project Management Maturity Model</i>
OPR	Operações
PA	Plano de Ação
PAN	<i>Personal Area Network</i>
PBNM	<i>Policy-Based Network Management</i>
PDI	Plano Diretor de Informática
PDP	<i>Policy Decision Point</i>
PEP	<i>Police Enforcement Point</i>
PFWG	<i>Policy Framework Working Group</i>
PIB	<i>Policy Information Base</i>
PMBok	<i>Project Management Body of Knowledge</i>
PMS	<i>Policy Management System</i>
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos

PO	<i>Planning and Organization</i>
PRINCE3	<i>Project in Controlled Environments</i>
PUE	<i>Power Usage Effectiveness</i>
PURA	Programa de Uso Racional de Água
PURE	Programa de Uso Racional de Energia
QoS	<i>Quality of Service</i>
RACI	<i>Responsible, Accountable, Consulted and Informed</i>
RFP	<i>Request for Proposal</i>
RNP	Rede Nacional de Pesquisa e Ensino
ROA	<i>Return on Assets</i>
ROE	<i>Return On Equity</i>
ROHS	<i>Restriction Of Hazardous Substances</i>
ROI	<i>Return On Investments</i>
SID	<i>Shared Information/Data Model</i>
SLA	<i>Service Level Agreement</i>
SNMP	<i>Simple Network Management Protocol</i>
SPV	Serviços Pós-Venda
SWOT	<i>Strength, Weakness, Opportunities and Threats</i>
TE	<i>Traffic Engineering</i>
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
TOGAF	<i>The Open Group Architecture Framework</i>
VLAN	<i>Virtual Local Area Networks</i>
VPN	<i>Virtual Private Network</i>
WAN	<i>Wide Area Network</i>
WEEE	<i>Waste from Electrical and Electronic Equipment</i>
XML	<i>Extensible Markup Language</i>

DEFINIÇÕES

DataCenter: Facilidade usada para hospedar sistemas computacionais, redes de telecomunicações e sistemas de armazenamento de programas e dados. Inclui, geralmente, fonte de alimentação redundante, enlaces de dados redundantes, controle ambiental (e.g., ar-condicionado) e dispositivos de segurança (Wiki DataCenter).

Métrica: Refere-se a uma medida numérica direta que representa uma parte de dado do negócio em relação a uma ou mais dimensões. Por exemplo, o total de vendas em um mês refere-se ao valor total em R\$ (Reais) obtido das vendas realizadas em um mês por uma empresa, sendo o mês uma dimensão. Se, complementarmente, deseja-se saber qual foi o total de vendas num mês e num estado específico, tem-se uma análise multidimensional da mesma métrica envolvendo período e local. Fonte: (GONZALEZ 2009).

Indicador de Desempenho: Refere-se à métrica que está vinculada a uma meta. Na maioria das vezes os Indicadores de Desempenho representam como uma métrica está acima ou abaixo de uma **meta** pré-determinada. Usualmente, adota-se como indicador a razão entre o valor medido (métrica) e a meta estabelecida. Como exemplo, pode-se citar o caso de uma empresa que tem como meta vender 1000 licenças de software por mês. Neste mês, foram vendidas 9000 licenças, logo o indicador teria o valor de 90%. Fonte: (GONZALEZ 2009).

Índice de Proporcionalidade de Consumo Energético da Rede: Informa como o consumo de energia escala com a carga no dispositivo, por exemplo, de modo linear, quadrático, exponencial etc. Fonte: (MAHADEVAN, 2009).

Downtime: Corresponde ao intervalo em que um sistema ou serviço fica indisponível, seja por motivos de manutenção ou por falhas.

Uptime: Corresponde ao tempo em que o equipamento ou dispositivo se encontra ativo, sem nenhuma indisponibilidade.

Throughput (vazão): É a taxa média de sucesso de mensagens transmitidas por um determinado canal de comunicação.

Jitter (flutuação): Corresponde ao desvio-padrão nos tempos de chegada de pacotes (TANENBAUM, 1997).

ROHS: Uma das diretivas europeias sobre a restrição de substâncias perigosas (*Restriction of Certain Hazardous Substances, RoHS*). O objetivo da RoHS é aproximar as legislações dos países membros (na União Européia) em matéria de restrições à utilização de substâncias perigosas em equipamentos elétricos e eletrônicos e assim contribuir para a proteção da saúde humana, a recuperação ambientalmente saudável e eliminação correta desses tipos de resíduos (EUR-Lex, 2010b).

EPEAT: Órgãos como a Agência de Proteção Ambiental (*Environmental Protection Agency, EPA*) financiaram projetos de regulamentação da TI Verde nos Estados Unidos. Um deles é o EPEAT (*Electronic Product Environmental Assessment Tool*) que também está de acordo com as diretivas WEE e RoHS. O EPEAT analisa produtos eletrônicos em relação a 51 critérios ambientais (23 obrigatórios e 28 opcionais), baseando-se no padrão público da IEEE 1680. Para qualificar um produto na EPEAT é preciso estar em conformidade com todos os critérios obrigatórios. Os produtos analisado podem receber selos de nível bronze, prata e ouro conforme sua adequação aos critérios opcionais (EPEAT, 2010).

WEEE: Uma das diretivas europeias sobre a regulamentação de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (*Waste Electrical and Electronic Equipment, WEEE*). O objetivo da WEEE é, prioritariamente, diminuir os resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos e, além disso, promover a reutilização, reciclagem e outras formas de valorização desses resíduos, reduzindo o descarte inadequado. Pretende-se assim melhorar o desempenho ambiental de todos os envolvidos no ciclo de vida desses produtos, por exemplo, produtores, distribuidores, consumidores e em particular os operadores diretamente envolvidos no tratamento dos resíduos (EUR-Lex, 2010a).

GRI: Organização sem fins lucrativos, a *Global Reporting Initiatives (GRI)* preocupa-se com a promoção da sustentabilidade econômica, ambiental e social. A GRI fornece para

todas as empresas e organizações uma estrutura abrangente de relatórios de sustentabilidade amplamente difundidos ao redor do globo (GRI 2012).

PNRS (Política Nacional de Resíduos Sólidos): Lei que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispendo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos (excetuando-se radioativos, pois têm leis específicas), às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis (PNRS 2012). Esta lei se aplica a pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos, e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos (PNRS 2012).

Plano de Dados: É responsável pelo o encaminhamento de pacotes do elemento de rede (*NE – Network Element*), comutando-os. Aqueles identificados como destinados ao próprio NE não são comutados, logicamente, devendo receber tratamento diferenciado pelo Plano de Controle.

Plano de Controle: É parte da arquitetura de roteamento responsável por construir o mapa de rotas da rede. Utiliza mensagens sobre informações de rota, trocadas com os outros NE, monta as tabelas de roteamento locais, cujas informações, em última instância, são utilizadas pelo Plano de Dados.

Comutação de Circuitos: A comutação por circuitos exige que as estações comunicantes possuam um caminho dedicado exclusivo. Este método de comunicação é realizado em três passos distintos e específicos: estabelecimento do circuito, troca de informações e desconexão ponto a ponto (KUROSE & ROSS, 2006). Suas vantagens são a garantia de recursos, disputa pelo acesso somente na fase de conexão, não há processamento nos nós intermediários (menos tempo de transferência) e controle nas extremidades. Suas desvantagens envolvem o desperdício de banda durante períodos de silêncio, problema para transmissão de dados (ruim quando o tempo de conexão é da ordem do tempo da comunicação), erros são recuperados fim a fim, probabilidade de bloqueio (circuitos ocupados em um instante) (KUROSE & ROSS, 2006).

Comutação de Pacotes: Na rede de comutação por pacotes os recursos não são reservados para a transferência de dados. Informações a serem enviadas são quebradas em pacotes e transmitidas de nó a nó, utilizando os recursos sob demanda que, por consequência, podem ter que esperar (ex. fila) para acessar o canal de comunicação (KUROSE & ROSS, 2006). As vantagens deste modelo abrangem o uso otimizado do meio, um esquema ideal para tráfego de dados, e os erros são recuperados no enlace onde ocorreram. Dentre suas desvantagens estão a não garantia de banda, a variação de atrasos em pacotes de diferentes rotas (jitter), overhead de cabeçalho (exclusivo de cada pacote), a disputa nó a nó, e os atrasos de enfileiramento e de processamento a cada nó (KUROSE & ROSS, 2006).

Redes Híbridas: Esta tecnologia permite que uma mesma infraestrutura de comunicação seja utilizada simultaneamente para prestar serviço de pacotes IP (comutação por pacotes) e para circuitos fim a fim (comutação por circuito) voltados a aplicações selecionadas (RNP, 2011).

Rede de Distribuição e ou Acesso: Formada por uma malha de roteadores interconectados. Sua função principal é prover vários serviços para os usuários conectados na rede de acesso. Uma das principais funções é rotear o tráfego de dados na rede, podendo ser configurado tanto pela comutação por circuitos quanto pela comutação por pacotes (KUROSE & ROSS, 2006).

Rede de Borda: Formada por um enlace ou enlaces físicos que conectam um sistema final a seu roteador de borda, que é o primeiro roteador de um caminho entre um sistema final e qualquer outro sistema final remoto (KUROSE & ROSS, 2006). Assim, os roteadores de borda de área são aqueles que conectam duas ou mais áreas, e as bordas da rede tipicamente suportam serviços de transferência de dados entre sistemas finais (programas de aplicação web ou e-mail, modelos cliente/servidor, ou mesmo modelos peer-to-peer).

Equipamentos de Backbone: São roteadores responsáveis por conectar a rede regional ao backbone. Estes roteadores encaminham pacotes originados e destinados a rede regional. (RAZA, 1999)

Equipamentos de Distribuição: Consolidam as conexões dos equipamentos de acesso. São dispostos de forma a resistir à falha de um roteador do núcleo da rede. Distribution routers usually contain topological information about their own region, but they forward packets to a backbone router for inter-region routing. (RAZA, 1999)

Equipamentos de Acesso: Conectam o cliente ou empresa à rede de distribuição. No caso de um ISP, o roteador da outra ponta do link de acesso é normalmente um equipamento operado pelo cliente. (RAZA, 1999)

SUMÁRIO

1	Introdução	27
1.1	Motivação.....	28
1.2	Objetivos	31
1.3	Organização.....	32
2	Conceitos	35
2.1	Sustentabilidade.....	35
2.2	Pilares de Sustentabilidade	36
2.3	Políticas de Sustentabilidade	37
2.3.1	Tipos de Política	39
2.3.2	Níveis de Política de Sustentabilidade Corporativa e de TIC	39
2.3.3	Arquitetura Básica de um Sistema de Gestão orientada a Políticas.....	41
2.4	Considerações Finais.....	43
3	Modelos de Governança e Gerenciamento.....	45
3.1	Governança de TIC	45
3.1.1	Conceitos de Governança de TIC	46
3.1.2	Modelos de Governança de TIC.....	48
3.2	Sistema de Gerenciamento de Infraestrutura de TIC.....	67
3.3	Considerações Finais.....	70
4	Eficiência Energética dos Recursos de TIC.....	72
4.1	Reengenharia.....	72
4.2	Adaptação Dinâmica dos Recursos de TIC	73
4.3	Utilização de Estados StandBy/Sleep Mode	74
4.4	Considerações Finais.....	74
5	Premissas e Requisitos da Proposta de um Modelo para Gestão Sustentável de TIC	76
5.1	Premissas.....	76
5.2	Requisitos Qualitativos	77
5.3	Requisitos Quantitativos	78
5.4	Considerações Finais.....	78
6	Modelo de Gestão de TIC e Domínios de Política de Sustentabilidade	80
6.1	Visão Geral do Modelo	80
6.2	Política de Sustentabilidade Corporativa e de TIC.....	83
6.2.1	Níveis de Política de Sustentabilidade Corporativa e de TIC	85
6.2.2	Domínios de Política de Sustentabilidade de Sistemas	89

6.2.3	Domínios de Política de Sustentabilidade de Infraestrutura de TIC.....	99
6.2.4	Domínios de Política de Sustentabilidade de Dispositivos de Rede	106
6.3	Considerações Finais.....	108
7	Modelo de Gestão de TIC - Níveis de Negócio e Sistema	110
7.1	Planejamento Estratégico de TIC.....	110
7.1.1	Análise SWOT	112
7.1.2	Missão	115
7.1.3	Segmentação do Negócio e Interações Interna e Externa	117
7.1.4	Filosofia Corporativa	118
7.1.5	Formulação da Estratégia.....	118
7.2	Incorporação da Sustentabilidade nas Atividades de TIC.....	120
7.2.1	Atividades Primárias e de Suporte	121
7.2.2	Estabelecimento de Indicadores de Sustentabilidade	127
7.3	Governança de TIC orientada à Sustentabilidade	161
7.3.1	Método para Implementação de Governança de TIC	163
7.3.2	Modelos de Governança de TIC.....	173
7.3.3	Considerações Finais.....	175
8	Sistema de Gerenciamento de Redes Orientado a Políticas de Sustentabilidade	176
8.1	Política de Sustentabilidade em Nível de Redes.....	176
8.1.1	Gerenciamento de Redes Baseado em Política.....	177
8.1.2	Regras de Política e Mapeamento em Níveis de Abstração	179
8.1.3	Linguagem de Especificação de Política de Gerenciamento.....	181
8.2	Política de Sustentabilidade em Níveis de Dispositivo e Instância	188
8.3	Proposta de Sistema de Gerenciamento de Redes baseado em Política orientada à	191
	Sustentabilidade.....	
8.3.1	Visão Geral da Arquitetura do Sistema de Gerenciamento.....	192
8.3.2	Modo de Operação do Sistema de Gerenciamento	195
8.4	Considerações Finais.....	205
9	Estudo de Caso para Eficiência Energética em TIC.....	207
9.1	Visão Geral sobre Unidade de Negócio de TIC.....	207
9.1.1	Missão do Centro de Informática e Telecomunicações.....	207
9.1.2	Segmentação dos Negócios.....	208
9.2	Mapeamento entre Diferentes Níveis de Política	210
9.2.1	Política de Sustentabilidade em Nível de Negócios.....	212
9.2.2	Políticas de Sustentabilidade em Nível de Sistema	213

9.3	Sistema de Governança de TIC.....	229
9.3.1	Levantamento de Informações sobre a Organização	229
9.3.2	Fase 2 - Avaliação de Governança de TIC	230
9.3.3	Fase 3 – Reprojeto da Governança de TIC.....	231
9.4	Sistema de Gerenciamento de Redes.....	238
9.4.1	Exemplo de tradução de políticas nos níveis de Rede, Dispositivo e Instância	238
9.5	Considerações Finais.....	248
10	Considerações Finais	250
10.1	Trabalhos Relacionados	251
10.2	Análise dos Resultados	253
10.3	Principais Contribuições	254
10.3.1	Contribuições da Tese	254
10.3.2	Outras Contribuições	255
10.4	Trabalhos Futuros	261
11	Referências Bibliográficas	262

1 INTRODUÇÃO

Sustentabilidade é um tema cada vez mais presente no dia a dia das pessoas, assim como nos diferentes setores da indústria que oferecem produtos ou serviços à sociedade.

Dentre as numerosas definições que hoje permeiam a literatura científica e mesmo a literatura não especializada, tem-se aquela adotada por Brundtland em relatório da ONU (Organização das Nações Unidas) em 1987, que se consagrou e tem servido de base para muitas variantes: “Desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a habilidade das gerações futuras para satisfazer as próprias necessidades (UNITED NATIONS GENERAL ASSEMBLY, 1987, cap. 2).

Tomando, portanto, esta definição como base e aplicando-a na área de TIC (Tecnologia da Informação e Comunicação), é possível identificar muitas ações consideradas sustentáveis. Como exemplos podem-se citar: o uso racional de energia elétrica em DataCenters e o descarte correto de resíduos de informática e telecomunicações.

São ações com resultado tangível tanto para as organizações como para a sociedade. No caso do descarte correto de resíduos de informática e telecomunicações, por exemplo, os ganhos podem ser ambientais, pois esses resíduos deixam de ser destinados a lixões ou aterros sanitários e são tratados para fins de reaproveitamento ou reciclagem; econômicos, pois os resíduos tratados podem retornar à cadeia produtiva, gerando economia na extração de recursos naturais bem como viabilizando a criação de novas indústrias na área de reciclagem; e, por fim, sociais, considerando-se as pessoas beneficiadas direta e indiretamente com a nova indústria de tratamento desses resíduos.

No entanto, os resultados de tais ações só podem ser maximizados se elas estiverem contempladas por uma política ou plano maior dentro da organização, que passa a sincronizar suas ações em sustentabilidade focando maximizar o seu desempenho, seja ele econômico e mesmo ambiental e social. Para tanto, faz-se importante criar um modelo de gestão sustentável de recursos ou passivos dessa organização que sirva de

base para todas as ações de sustentabilidade. No caso deste trabalho, será dada ênfase aos recursos de TIC (Tecnologia da Informação e Comunicação).

1.1 Motivação

O tema Sustentabilidade está cada vez mais presente nas demandas de gestão de Tecnologia da Informação e Comunicação. Nesse contexto, TIC inclui não apenas sistemas computacionais e equipamentos de rede e telecomunicações; também inclui recursos humanos envolvidos na sua operação, monitoração e gestão.

Alguns dados estatísticos mostram que TIC é responsável, em média, por 2% dos gastos energéticos dentro de uma empresa. Tal informação pode ser corroborada pela Figura 1.1, que mostra como deve evoluir a contribuição de TIC no total de emissões de CO₂, segundo GeSI (*Global e-Sustainability Initiative*) (GLOBAL E-SUSTAINIBILITY INITIATIVE, 2010). Esta porcentagem de gastos energéticos oriundos de TIC varia de país para país. Segundo (BOLLA et al., 2011), na Itália em 2006, por exemplo, TIC era responsável por 1% dos gastos energéticos, no Reino Unido em 2007 esta parcela era da ordem de 10%, e, em países como Alemanha, França e Japão a contribuição de TIC atingia patamares semelhantes. No conjunto desses gastos, tipicamente, os sistemas de redes de comunicação são responsáveis por 70%, os DataCenters por 20% e outros sistemas por 10%. Entretanto, observa-se o aumento de gastos energéticos em TIC ano a ano, dada a expansão dos seus sistemas, incluindo-se aí a infraestrutura de redes, tanto fixas como móveis.

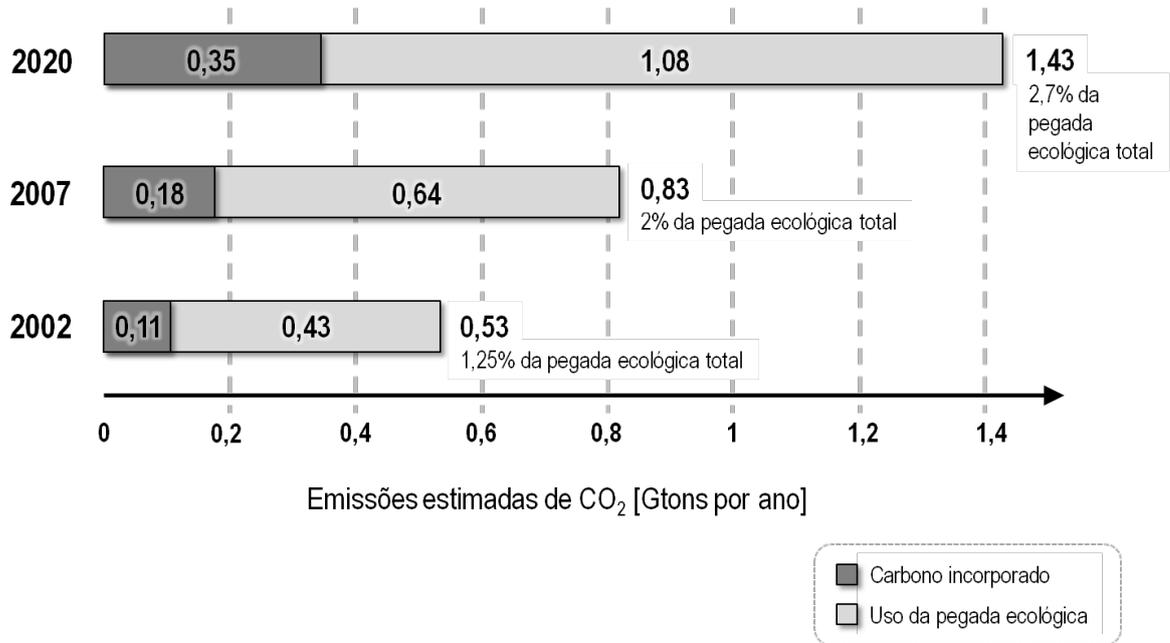


Figura 1.1 - Estimativa de Emissão de CO₂ segundo previsão de GeSI, considerando-se computadores, equipamentos de rede, impressoras e DataCenters. Fonte: (GLOBAL E-SUSTAINIBILITY INITIATIVE, 2010)

A Figura 1.2 traz um gráfico também elaborado pela GeSI, que mostra o crescimento da emissão de CO₂, considerando-se especificamente os sistemas de telecomunicações, sejam eles fixos ou móveis.

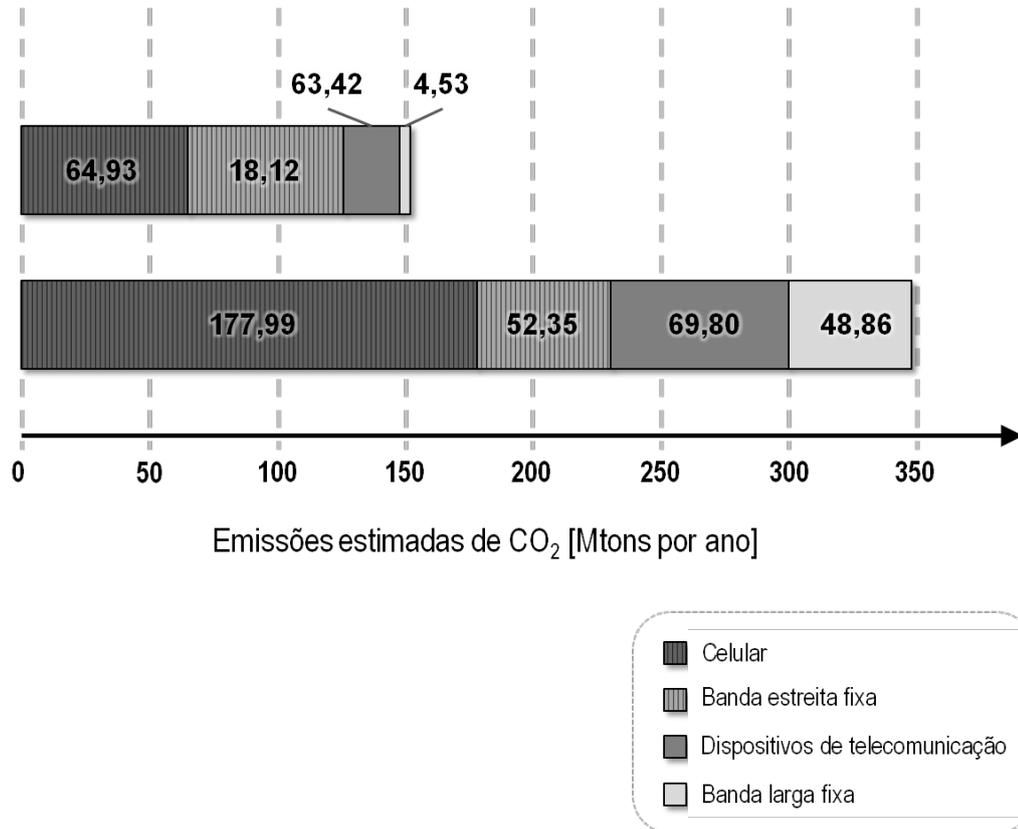


Figura 1.2 - Estimativa de Emissões de CO₂ (GLOBAL E-SUSTAINIBILITY INITIATIVE, 2010)

Este crescimento de gastos energéticos e, por consequência, de emissões de CO₂, oriundo de TIC deve-se ao crescimento do parque instalado de TIC nos mais diferentes setores da indústria como também em uso residencial.

No Brasil, o CGI.br (Comitê Gestor da Internet no Brasil) tem publicado relatórios anuais que demonstram o crescimento de uso de equipamentos de informática tanto nas empresas como em domicílios (CGIBR, 2011). Em 2010, 35% dos domicílios brasileiros tinham um computador, contra 32% em 2009 e 25% em 2008. Estes números demonstram que, além de um contínuo crescimento, ainda existe grande margem de expansão. Em 2010, 97% das empresas dispunham de computador, mantendo a mesma porcentagem (97%) de 2009, contra 95% em 2008 e 94% em 2007. Em 2010, 90% das empresas brasileiras dispunham de rede local com fio ou sem fio. O patamar de uso de rede local com fio permanece constante em 81%, mas o de rede sem fio sofreu uma expansão significativa: de 14% em 2005 saltou para 50% em 2010. Outro dado importante é que 30% das empresas possuem acesso à Internet superior a 2Mbps contra 4% em 2007. Em 2010, 60% das empresas empregavam o modem digital, 30% o modem via cabo, 15% das conexões via rádio, 15% de conexões

via celular (modem 3G), e ainda, 4% de conexões dial-up via telefone e 3% de conexões via satélite. Por último, 25% das empresas possuem enlace dedicado.

Segundo a Anatel, ao final de novembro de 2011 o Brasil contava com 236 milhões de assinantes contra 200 milhões ao final de 2010 (<http://www.anatel.gov.br>). O tempo de vida de cada celular tem variado de um ano a um ano e meio. No caso de computadores, existe um crescimento do parque instalado, e seu tempo de vida varia de três a cinco anos.

A expansão do uso de TIC, envolvendo equipamentos com capacidade de processamento, armazenamento e transmissão cada vez maiores, tem trazido como efeito imediato o aumento no gasto de energia elétrica e de outros insumos necessários para manter tais sistemas em operação. Em curto e médio prazos, outro problema surge em decorrência de: obsolescência desses equipamentos resultante de defeitos, do surgimento de tecnologias mais avançadas e da não aplicabilidade desses equipamentos para as novas soluções de TIC (Por exemplo, o hardware pode estar operacional, mas não ser apto para executar os novos aplicativos do mercado).

Diante desse cenário, pode-se observar que o gestor de TIC, para garantir sua sustentabilidade, deve se preocupar com: a inovação tecnológica dentro da perspectiva do uso racional de recursos associados a TIC, tendo como um dos mais importantes fatores a eficiência energética desses recursos e, ao final do seu ciclo de vida, o seu descarte correto. Tudo isto movido com a participação, treinamento adequado e engajamento dos funcionários, fornecedores, usuários, clientes e pessoas da comunidade relacionadas de alguma maneira com a organização.

1.2 Objetivos

O objetivo desta tese é apresentar uma proposta no sentido de tornar a gestão de Tecnologia da Informação e Comunicação mais sustentável nas organizações, envolvendo:

- Processo de aquisição de sistemas mais sustentáveis, por exemplo, mais eficientes do ponto de vista energético e, à medida do possível, isentos de substâncias tóxicas.

- Processo de uso dos recursos de TIC otimizado, visando economia de recursos e proteção ao meio ambiente.
- Processo de descarte de recursos de TIC realizado de modo sustentável.
- Gestão de profissionais de TIC dentro do escopo de sustentabilidade, com a promoção do humano.
E o seu desmembramento em todos os níveis da organização, a saber: estratégico, tático e operacional.

Vale ressaltar que, nesse contexto, consideram-se recursos de TIC, essencialmente, recursos de hardware, como computadores, equipamentos de rede e telecomunicações. Não estão sendo considerados os sistemas de software.

Aqui podem ser consideradas unidades de negócio que prestam serviços de TIC ou organizações cujos negócios sejam a prestação de serviços de TIC.

1.3 Organização

Esta tese está organizada em nove capítulos, além deste capítulo introdutório que apresenta a motivação, os objetivos e o contexto onde ela se aplica.

A partir daí, o trabalho está dividido em três partes principais: Parte I – Conceituação Geral, envolvendo os capítulos 2, 3 e 4; Parte II – Modelo de Gestão de TIC orientada à Política de Sustentabilidade, englobando os capítulos 5, 6, 7 e 8; Parte III – Estudo de Caso, envolvendo os capítulos 9 e 10.

Parte I: Conceituação Geral

No **capítulo 2** são apresentados conceitos básicos referentes à Sustentabilidade e sistemas orientados a Políticas. Tais conceitos são complementados no **capítulo 3**, que trata de modelos de Governança de TIC e de Gerenciamento de Redes de Comunicação. Para dar subsídios à proposta e desenvolvimento de um Sistema de Gerenciamento de Redes orientado para eficiência energética apresentado no capítulo 8, no **capítulo 4** são discutidas técnicas para obtenção de eficiência energética em sistemas de TIC.

Parte II – Modelo de Gestão de TIC orientada à Política de Sustentabilidade

No **capítulo 5** estão as premissas, os requisitos funcionais e quantitativos que nortearam a especificação do Modelo de Gestão de TIC orientada à Sustentabilidade. Com base em tais premissas e requisitos, no **capítulo 6** é apresentada uma visão geral do modelo, organizado em cinco níveis, a saber: Negócio, Sistema, Infraestrutura de TIC, Dispositivo e Instância. O nível de Negócio corresponde ao desenvolvimento do Planejamento Estratégico, enquanto o nível de Sistema engloba a Governança de TIC, sendo a Governança de TIC responsável pela aplicação de Políticas de Sustentabilidade e Desempenho nos níveis de Negócio e Sistema. Os níveis de Infraestrutura, Dispositivo e Instância compõem os Serviços de Redes, DataCenter e Microinformática. Os Sistemas de Gerenciamento de Infraestrutura de TIC são responsáveis pela aplicação de Políticas de Sustentabilidade nestes três últimos níveis. No contexto deste trabalho, será dada ênfase aos Serviços de Rede, que compõem uma infraestrutura de TIC. Ainda, no capítulo 6, são descritos os domínios de Políticas de Sustentabilidade para estes níveis.

O **capítulo 7** apresenta modelos, referentes aos níveis de Negócio e Sistema, para o desenvolvimento do Planejamento Estratégico e para a especificação e implantação de Governança de TIC. Além disso, define as respectivas metas e indicadores de sustentabilidade aplicáveis às atividades de suporte e primárias da cadeia de valor de uma organização.

O **capítulo 8** apresenta arquiteturas para Sistemas de Gerenciamento de Redes, responsáveis pela aplicação de políticas nos níveis de Rede, Dispositivo e Instância. Primeiramente, é mostrada uma arquitetura geral proposta pelo IETF (*Internet Engineering Task Force*) com discussão subsequente dos desafios inerentes à tradução de políticas descritas em diferentes níveis de abstração, considerando que: no nível de Rede emprega-se uma linguagem de alto nível, como a linguagem Ponder adotada neste trabalho; no nível de Dispositivo usam-se mensagens de protocolo de gerenciamento; e, por último, no nível de Instância, são executadas operações em variáveis de equipamentos. Em seguida, é descrita a proposta de um Sistema de Gerenciamento orientado a Políticas de Sustentabilidade, real, que se encontra em fase de desenvolvimento.

Parte III – Estudo de Caso - Modelo de Gestão de TIC orientada à Política de Sustentabilidade

O **capítulo 9** traz um estudo de caso que mostra como uma Política de Sustentabilidade em nível de Negócio pode gerar políticas em todos os outros níveis, de Sistema, Infraestrutura (especificamente Redes), Dispositivo e Instância. Tal estudo de caso dá ênfase ao uso racional de recursos e, mais especificamente, ao aspecto de eficiência energética aplicada a redes.

Por último, o **capítulo 10** traz uma análise crítica sobre os resultados deste trabalho, as suas principais contribuições e propostas de trabalho futuro. Além disso, descreve outras contribuições correlatas ao tema deste trabalho, desenvolvidas pela candidata.

2 CONCEITOS

Este capítulo apresenta conceitos utilizados ao longo de todo o trabalho, relacionados a Sustentabilidade e Sistemas orientados a Políticas dentro do contexto de Tecnologia da Informação e Comunicação.

2.1 Sustentabilidade

Hoje, é usual quando se discute ou se fala de sustentabilidade ter como base a definição de **desenvolvimento sustentável** formulada pela Comissão Brunland na ONU em 1987: o **desenvolvimento que atende as necessidades da geração atual sem comprometer os recursos naturais para as gerações futuras** (UNITED NATIONS GENERAL ASSEMBLY, 1987).

Dentro deste contexto, entendem-se como **práticas sustentáveis** aquelas que **garantem que os recursos são utilizados na mesma taxa em que é possível recuperá-los, naturalmente, ou através de ações específicas**. Como exemplo de ações específicas, pode-se citar a reciclagem de lixo eletrônico, que permite retirar metais preciosos das placas de circuito impresso como cobre, ouro e prata, que são retornados à cadeia produtiva, ao invés de retirar estes mesmos metais da natureza para fabricar outros produtos.

Assim, sustentabilidade pode ser definida como o balanço entre três elementos interdependentes (DOMINSKI, 1992 apud BELL; MORSE, 2010):

1. Proteção e aperfeiçoamento de ecossistemas e recursos naturais.
2. Produtividade econômica.
3. Provisão de infraestrutura social como: emprego, moradia, educação, cuidados médicos e oportunidades culturais.

No mercado, podem-se identificar algumas denominações para produtos sustentáveis:

- **Produtos “verdes”**: são aqueles que não contêm substâncias tóxicas na sua produção. Isto implica que, se esse produto for descartado, não irá causar danos ao meio ambiente. Contudo, apesar de não ser tóxico, pode não ser reciclável nem

biodegradável, implicando que sua decomposição é demorada e, tipicamente, ao ser descartado será encaminhado a aterro sanitário.

- **Produtos reciclados:** são produtos elaborados com matérias-primas recicláveis.
- **Produtos recicláveis:** são produtos que ao final de sua vida útil podem ser reciclados, retornando à cadeia produtiva como matéria-prima.
- **Produtos biodegradáveis:** são aqueles que, uma vez descartados e enterrados, sofrem um processo de decomposição natural pela ação de micro-organismos.

2.2 Pilares de Sustentabilidade

Um dos mais importantes conceitos de sustentabilidade é denominado “*sustainable bottom line*” ou “*quadruple bottom line*” e tem relação com os quatro Pilares de Sustentabilidade, que são (WERBACH, 2009):

- **Econômico:** Inclui ações tomadas pelos indivíduos da geração atual que não comprometam a perspectiva de que, no futuro, as novas gerações tenham qualidade de vida e possam satisfazer suas necessidades básicas, incluindo-se aí acesso a bens de consumo – consumo consciente – e saúde. Este pilar pode ser assim definido: ações no presente que afetam o modo como os seres humanos satisfazem suas necessidades fundamentais.

Dentro desse contexto, podem-se citar como exemplos de indicadores: crescimento da receita, distribuição de receita por empregado, satisfação do cliente, número de funcionários da empresa oriundos da comunidade local, porcentagem da receita investida em planos de saúde e na melhoria da qualidade de vida dos funcionários.

- **Social:** Inclui ações que podem afetar todos os membros da sociedade, incluindo-se aí emprego, distribuição de renda, equilíbrio social, diminuição da pobreza e da violência, e direitos humanos.

Como exemplos de indicadores, podem-se mencionar: o número de acidentes de trabalho, transparência administrativa, práticas anticorrupção, investimento na educação dos funcionários, programas de integração empresa-comunidade.

- **Ambiental:** Inclui ações de interação com o meio ambiente que não comprometem o capital da natureza, i. é, a soma total de recursos naturais.

Exemplos de indicadores são: consumo de energia elétrica, consumo de água, porcentagem da água tratada e reusada contra a descartada, volume de resíduos gerados, uso e geração de efluentes tóxicos.

- **Cultural:** Inclui ações por meio das quais as comunidades manifestam sua identidade, preservam e cultivam tradições e costumes de geração para geração; acesso à educação e a bens culturais.

Indicadores deste pilar incluem produtos ou insumo adquiridos junto à comunidade local, diversidade e grau cultural dos funcionários, preservação da história da comunidade e da empresa.

2.3 Políticas de Sustentabilidade

Em sua essência, Política é a arte ou ciência de governar; assim, é também a arte ou ciência da organização, direção e administração, que se expressa em orientação ou métodos políticos como, por exemplo, as Políticas de Sustentabilidade.

Política é, portanto, tipicamente, um conjunto de regras. Cada regra consiste de uma cláusula de condição e uma cláusula de ação. Deste modo, pode-se dizer que a Política de Sustentabilidade estabelece regras referentes às práticas de Sustentabilidade. Como exemplo, pode-se citar o caso de Aquisição de Sistemas Computacionais “Verdes”. Pode-se definir a seguinte regra: “só participam de editais ou RFPs (*Request for Proposals*) para aquisição de equipamentos de informática e telecomunicação, os fornecedores de sistemas computacionais “verdes”¹.

Desta forma, pode-se dizer que um sistema orientado a políticas é aquele em que as regras de política são usadas para definir o comportamento de suas entidades.

¹ Sistemas Computacionais Verdes são aqueles considerados eficientes do ponto de vista de consumo de energia elétrica e isentos de substâncias tóxicas, como, por exemplo, o chumbo.

(STRASSNER, 2004). No contexto deste trabalho, a Gestão de TIC orientada a Políticas de Sustentabilidade tem como base as regras definidas por tais políticas, que orientam e até definem as ações, os procedimentos e mecanismos dessa gestão.

A Figura 2.1 mostra um modelo simplificado de Regras de Política. Uma regra de Política pode agregar diferentes condições e ações. Se as Condições associadas a uma Regra de Política forem satisfeitas, as Ações devem ser avaliadas. Se houver mais de uma Ação associada a uma Regra de Política, a sua execução poderá ser priorizada.

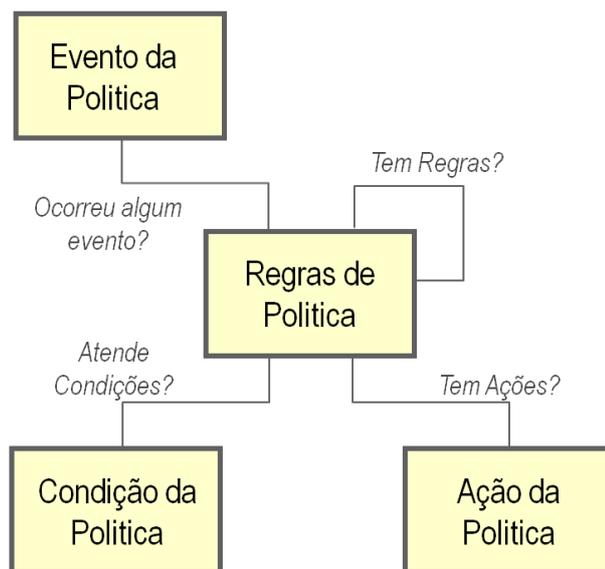


Figura 2.1 – Modelo Simplificado de Regra de Política

As Políticas podem ser aplicadas sobre um ou mais processos (Níveis de Negócio e Sistema) ou sobre um ou mais objetos (Níveis de Infraestrutura de TIC, Dispositivo e Instância). Esses processos ou objetos podem ter um “papel” que define as características básicas e a função de cada processo ou objeto. Como exemplo, pode-se mencionar o recurso ou objeto “equipamento de rede”. Existem muitos tipos de equipamentos de rede, logo, quando se afirma que o “papel” daquele equipamento de rede é “roteador”, já é possível inferir quais são as funcionalidades básicas suportadas por esse equipamento. Na Figura 2.2 são mostrados os papéis de um equipamento de rede.

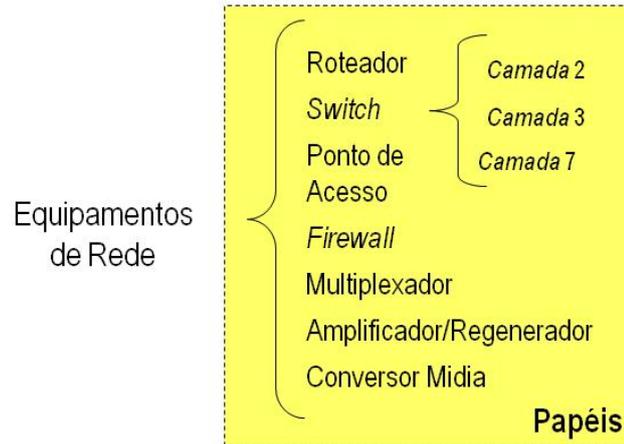


Figura 2.2 - Exemplo de Uso de “papéis” associados a entidades de rede

Um Domínio de Política é um conjunto de entidades, processos e serviços administrados de modo coordenado, empregando-se o mesmo conjunto de políticas. Um conjunto de entidades pode pertencer a um ou mais domínios de política.

No capítulo 6 serão discutidos e apresentados os vários domínios de política aplicados ao diferentes níveis de política.

2.3.1 Tipos de Política

Segundo Strassner (STRASSNER, 2004) existem quatro tipos de política de alto nível:

- **Autorização:** define quais ações um sujeito tem permissão para executar sobre um conjunto de objetos.
- **Restrição:** define um conjunto de ações que um sujeito não tem permissão para executar sobre um conjunto de objetos, embora tenha sido autorizado a fazê-lo.
- **Obrigação:** define um conjunto de ações que o sujeito tem a obrigação de realizar.
- **Delegação:** atribuem-se privilégios a sujeitos sobre um conjunto de objetos.

2.3.2 Níveis de Política de Sustentabilidade Corporativa e de TIC

Dentro de uma organização, profissionais com diferentes responsabilidades e funções têm diferentes visões da política. Por exemplo, profissionais da área de negócios não conseguem compreender a terminologia inerente às políticas de rede. Da mesma maneira que profissionais de rede não compreendem necessariamente a terminologia própria da área de negócios. Por este motivo, em uma organização são especificados

diferentes níveis de Políticas de Sustentabilidade e Desempenho. Contudo, tais políticas precisam estar alinhadas entre si e ser consistentes. Deve ser possível traduzir regras de um nível de política em outro e vice-versa.

Conforme mostra a Tabela 2.1, consideram-se para o caso de Serviços de TIC (Tecnologia da Informação e Comunicação) os seguintes Níveis de Políticas (STRASSNER, 2004):

- **Negócio:** Neste nível são definidos SLAs (*Service Level Agreements*), sejam eles com empresas contratadas ou contratantes ou entre unidades de negócio com relação de prestador-usuário de serviços dentro da própria organização; objetivos próprios do negócio, direcionamentos gerais da organização e processos corporativos.
- **Sistema:** A partir de metas definidas pelo nível de negócio, estabelece indicadores de sustentabilidade e desempenho vinculados aos principais processos da organização. No caso deste trabalho, são analisados prioritariamente os processos envolvendo TIC e seu alinhamento com as Políticas de Sustentabilidade.
- **Infraestrutura de TIC:** Está vinculado aos principais ativos de TIC, incluindo DataCenter, Redes de Comunicação e Computadores pessoais. Neste nível, são definidas políticas específicas para cada classe de ativo e tecnologias associadas.
- **Dispositivo:** Neste nível são definidas políticas específicas referentes a tecnologias e equipamentos, sejam eles equipamentos de rede, sistema de armazenamento, sistemas de *blade*, dentre outros.
- **Instância:** As políticas deste nível são orientadas a equipamentos específicos, suas MIBs (*Management Information Base*), PIBs (*Policy Information Base*), dentre outros.

A Tabela 2.1 associa esses Níveis de Política a Tipos de Regras. No contexto deste trabalho, a infraestrutura de TIC é decomposta em diferentes grupos de recursos de TIC, a saber: DataCenter, Redes de Comunicação e Computadores Pessoais.

Tabela 2.1 – Níveis de Política e Tipos de Regras empregadas - Fonte: (STRASSNER, 2004)

Nível de Política	Tipos de Regras
Negócio	SLA, processos, guias e metas
Sistema	Operação independente de dispositivo e tecnologia
Infraestrutura de TIC	Operação específica de tecnologia e independente de dispositivo
Dispositivo	Operação específica de dispositivo e tecnologia
Instância	Implementação específica de dispositivo, como MIB, PIB, CLI e outros.

Legenda:

CLI – *Common Language Infrastructure*

MIB – *Management Information Base*

PIB – *Policy Information Base*

SLA – *Service Level Agreement*

TIC – Tecnologia da Informação e Comunicação

A Figura 2.3 mostra os diferentes Níveis de Política aplicáveis à Gestão de TIC (Tecnologia da Informação e Comunicação) de uma organização.



Figura 2.3 – Níveis de Política aplicáveis à Gestão de TIC de uma Organização

2.3.3 Arquitetura Básica de um Sistema de Gestão orientada a Políticas

A Arquitetura Básica de um Sistema de Gestão orientada a Políticas, tomando por base a Arquitetura para Sistemas de Gerenciamento de redes proposta pelo IETF (*Internet Engineering Task Force*), é composta dos seguintes elementos (VERMA, 2000):

- **Sistema de Gestão de Políticas:** É usado por um administrador para estabelecer e fornecer políticas a serem aplicadas em qualquer um dos níveis apresentados anteriormente (Figura 2.3), seja de negócio, sistema, infraestrutura de TIC, dispositivo ou instância. Posteriormente, tal política é tratada e convertida em uma linguagem compatível com seu escopo de atuação. Assim, por exemplo, uma política do nível de dispositivo poderá ser convertida em comandos de configuração do dispositivo.
- **Repositório de Políticas:** Contém a descrição de políticas empregadas nos diferentes níveis de gestão. Em alguns casos, o Repositório de Políticas é um diretório LDAP (*Lightweight Directory Access Protocol*), mas pode ser, também, um servidor de base de dados ou mesmo um servidor Web. É importante que haja compatibilidade com o modelo de informação adotado para a especificação das políticas.
- **Ponto de Decisão de Política (PDP):** É responsável por obter as políticas do repositório, interpretá-las e comunicá-las ao Ponto de Execução de Política (PEP) no formato e na sintaxe compreensíveis por este.
- **Ponto de Execução de Política (PEP):** É responsável pela aplicação e execução de políticas, por monitorar estatísticas e reportá-las aos sistemas adequados. No caso específico de gerenciamento de redes, o PEP pode estar hospedado tanto em uma estação final como em um roteador ou firewall.

A comunicação entre o PDP e o Repositório de Políticas pode ser feita empregando-se diferentes protocolos de comunicação. Contudo, no caso do sistema proposto pelo IETF, dá-se preferência ao LDAP (*Lightweith Directory Protocol*).

Da mesma maneira, a comunicação entre o PDP e o PEP pode ser realizada por diferentes protocolos. No caso de sistemas de gerenciamento de redes usualmente opta-se pelo SNMP (*Simple Network Management Protocol*).

Uma Política pode começar a ser executada porque são satisfeitas as condições vinculadas a ela (por exemplo, período de validade de uma taxa tarifária para telefonia)

ou pela ocorrência de um evento (por exemplo, pico de tráfego na rede corporativa devido à realização de transmissões de vídeo HD).

A Figura 2.4 apresenta os elementos da Arquitetura de Sistemas de Gestão de Tecnologia da Informação orientada a Políticas.

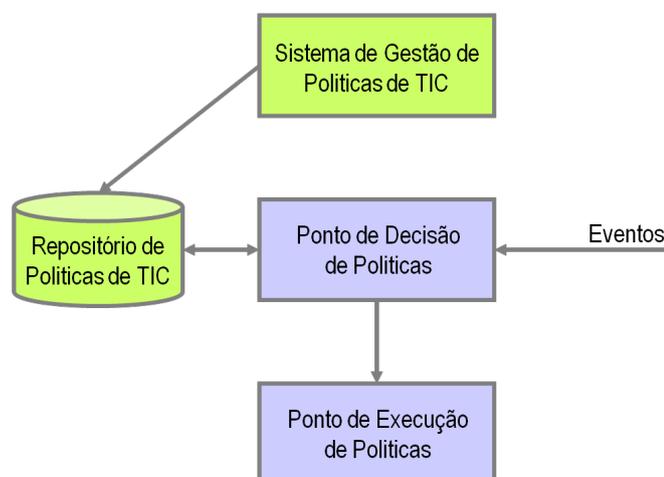


Figura 2.4 – Arquitetura Básica para Sistemas de Gestão de TIC orientada a Políticas

2.4 Considerações Finais

Os conceitos apresentados neste capítulo norteiam todo o trabalho, em especial aqueles relacionados aos Pilares de Sustentabilidade e Práticas Sustentáveis.

Foi definido o conceito de política e mostrou-se a arquitetura básica de sistemas orientados a política, segundo IETF (STRASSNER, 2004) (VERMA, 2000). O IETF definiu esta arquitetura especificamente para Sistemas de Gerenciamento de Redes orientados a Políticas (*Policy-Based Network Management*) que, dentro do contexto deste trabalho, são estendidos para a área de Governança de TIC.

O IETF definiu, também, vários níveis de política, que incluem os níveis de Negócio, Sistema, Infraestrutura de TIC, Dispositivo e Instância. No contexto deste trabalho, conforme será discutido no capítulo 6, o Sistema de Governança de TIC é responsável pela aplicação de políticas de Sustentabilidade nos níveis de Negócio e Sistema, enquanto o Sistema de Gerenciamento de TIC é responsável pelas políticas dos níveis de Infraestrutura, Dispositivo e Instância.

Conceitos e modelos de Governança de TIC e Gerenciamento de Redes serão apresentados no próximo capítulo.

3 MODELOS DE GOVERNANÇA E GERENCIAMENTO

O objetivo deste capítulo é apresentar uma visão geral sobre os principais conceitos referentes a Governança e Gerenciamento de TIC. São apresentados os principais modelos para ambos os casos, dando-se ênfase, dentro do Gerenciamento de TIC, ao Gerenciamento de Redes, que é um dos objetos deste trabalho.

3.1 Governança de TIC

Governança de TIC tem se tornado cada vez mais importante para a maioria das empresas, pois é cada vez maior o seu investimento em TIC. No Brasil, de acordo com pesquisa realizada pela FGV-EAESP (MEIRELLES, 2009), o total de gastos e investimentos médios em TIC vem aumentando ano a ano: em 1988, por exemplo, era da ordem de 1,3% do valor da receita líquida, em 2003 cresceu para 4,9% e em 2009 chegou a 6,0%.

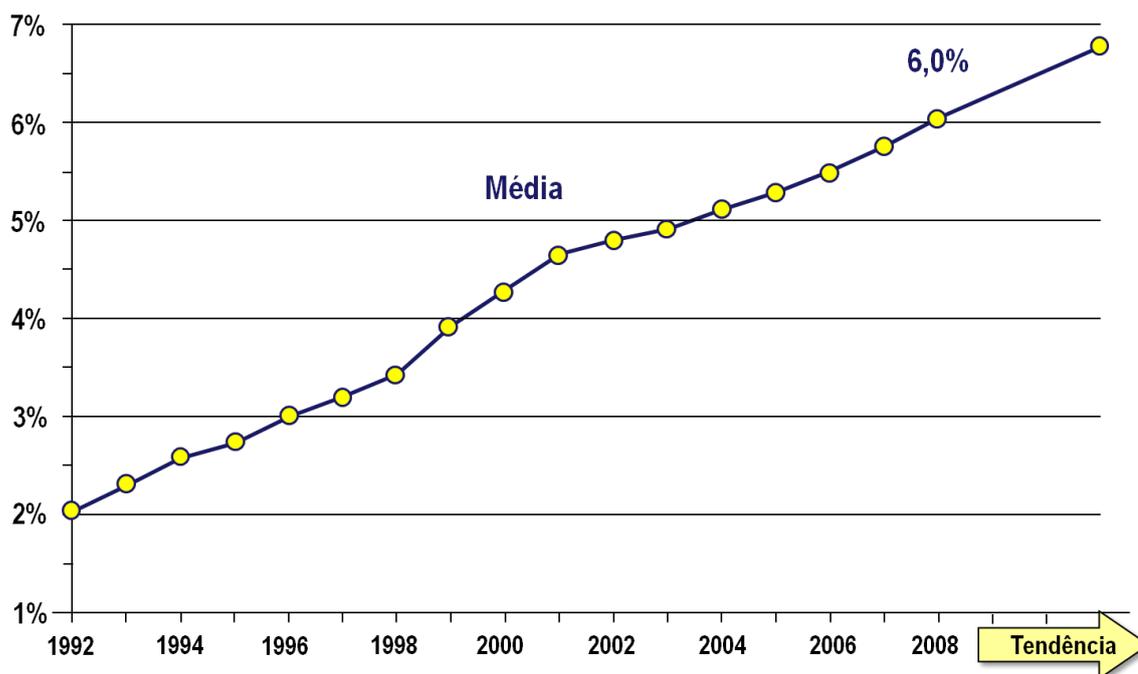


Figura 3.1 – Evolução de Gastos e Investimentos Médios em TIC para Médias e Grandes Empresas Privadas Nacionais - % Faturamento Líquido [Fonte: (MEIRELLES, 2009)]

Hoje, os serviços e recursos de TIC estão totalmente integrados ao dia a dia das empresas. Usualmente, tem-se a demanda por TIC vinda de todas as áreas de uma organização. Pode-se afirmar que TIC é pervasivo, no sentido de que está presente em

todos os lugares e durante o tempo todo. Diz-se que o homem moderno está sempre conectado. E as organizações esperam que as tecnologias de TIC tragam novas oportunidades de negócio. Segundo (WEILL; ROSS, 2006), as empresas com estratégias focadas e com uma boa governança têm 20% mais lucro do que outras empresas que seguem sempre as mesmas estratégias.

Nesse sentido, a Governança de TIC é um importante processo para se obter valor de TIC para o negócio e para mitigar os riscos de TIC.

3.1.1 Conceitos de Governança de TIC

Existem algumas definições consagradas no mercado referente à Governança de TIC. Podem-se citar algumas delas:

“Determinar sistematicamente quem toma cada tipo de decisão referente a TIC (direito de decisão), quem fornece subsídios ou informação para a tomada de uma decisão (direito de participar) e como essas pessoas (ou grupos) são cobradas por suas funções”, do MIT-CISR (WEILL; ROSS, 2006).

“Sistema através do qual o **portfolio de TIC** da organização é **dirigido e controlado**, descrevendo:

- A distribuição dos direitos de decisão de TIC e responsabilidades entre diferentes parceiros na organização.
- As regras e procedimentos para tomada de decisões e sua monitoração nos casos de TIC estratégica.”(PETERSON 2004; 2004a).

“Estrutura de relacionamentos e processos para direcionar e controlar a empresa objetivando alcançar os seus objetivos de obtenção de valor e minimização de riscos de TIC e seus processos.” (ISACA, 2007).

“Modelo de gestão, integrante da governança corporativa e da administração da TIC, alinhado às estratégias, objetivos e metas organizacionais, que tem como função definir as diretrizes e efetivar o processo de decisão da TIC, buscando uma entrega de valor, excelência operacional e otimização de resultados coerentes com as aspirações do negócio.” (ALBERTIN; ALBERTIN, 2010).

“Capacidade organizacional exercida pelos executivos da empresa e de TIC para controlar a formulação e a implementação da estratégia de TIC e, desta forma, garantir o alinhamento entre TIC e o negócio.” (GREMBERGEN, 2008).

“Mecanismo de acompanhamento e avaliação da execução do Plano Estratégico de TIC, fundamental para o seu sucesso, viabilizando a realização dos ajustes necessários em resposta ao dinamismo do mercado e da própria organização.” (CARVALHO, 2010)

Existem muitas definições, algumas focadas na alta administração ou no grupo de pessoas que tomam decisões concernentes a TIC, seja o seu papel dentro da organização, ou as aplicações de negócios suportadas pela infraestrutura de TIC, ou o investimento ou aporte financeiro que será alocado para aquisições de equipamentos e soluções de TIC. Este é o caso das definições de Peter Weill e Jeanne Ross do MIT CISR (WEILL; ROSS, 2006), Rosa e Alberto Allbertin da FGV-SP (ALBERTIN; ALBERTIN, 2010) e Ryan Peterson do IMRC da Espanha, em 2004. (PETERSON, 2004).

No entanto, outros autores entendem Governança de TIC de modo mais abrangente, envolvendo os mecanismos que dão suporte ao processo decisório, como é o caso da definição do próprio COBIT (ISACA, 2007) e de Ana Riekstin, que inclui em sua dissertação os mecanismos aplicados, desde o ambiente de escritório até os setores de desenvolvimento de produto e chão de fábrica. (RIEKSTIN, 2012).

Neste trabalho será empregada a definição de Carvalho (CARVALHO, 2010), que está bem alinhada com a definição de Win Van Gremberger e Steven De Haes. (GREMBERGEN, 2008).

A partir dessas definições, pode-se dizer que Governança de TIC está focada em (vide Figura 3.2):

- Criar valor para o negócio (alinhamento estratégico).
- Preservar o valor para o negócio (gestão de riscos).

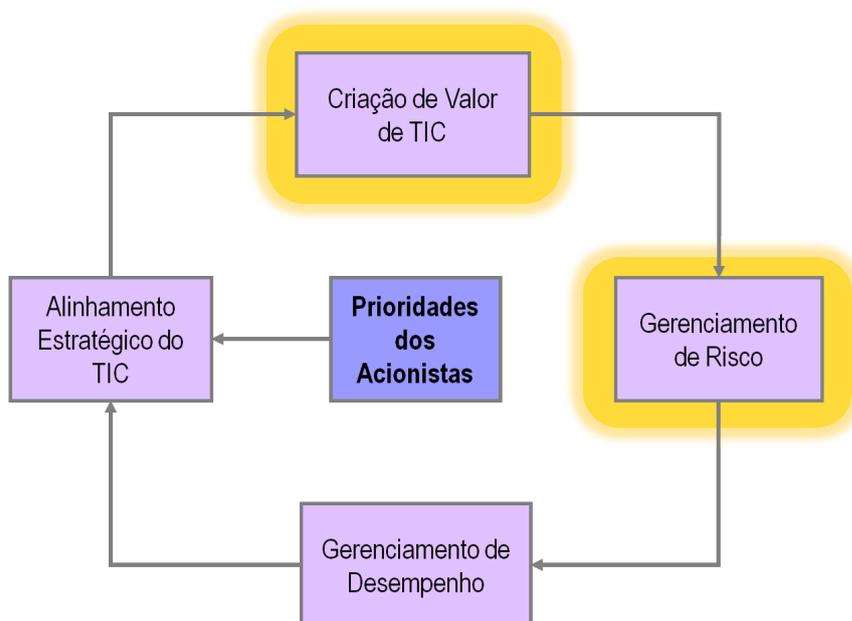


Figura 3.2 – Foco da Governança de TIC

3.1.2 Modelos de Governança de TIC

Vários modelos de Governança de TIC em diferentes níveis de análise têm sido propostos. No mercado atual, existem inúmeros modelos de Governança de TIC, aliados a Modelos Avaliação de Maturidade, Gestão de Serviços e Gestão de Projetos, que muitas vezes se complementam a fim de proporcionar uma solução mais rica e completa para a organização.

Em (RIEKSTIN, 2012), a autora Ana Riekstin faz uma análise comparativa entre diferentes modelos de Governança de TIC e ferramentas de suporte para sua execução. A Tabela 3.1 traz o resultado dessa análise comparativa, listando modelos e ferramentas adotadas no mercado, com sua correspondente aplicabilidade.

Tabela 3.1 – Relação de Modelos e Ferramentas de Suporte para Governança de TIC e suas Funcionalidades Básicas [Fonte: (RIEKSTIN, 2012)]

Modelo	Descrição	Aplicabilidade
MIT CISR	Modelo para Governança de TIC voltada para criação de valor de TIC para o negócio.	Governança de TIC, podendo ser generalizada para outros ativos da organização.
BSC	<i>Balanced Scorecard</i> , metodologia de planejamento e gestão da estratégia.	Apoio ao planejamento estratégico de TIC, metas e métricas.
COBIT	<i>Control Objectives for Information and related Technology</i> , modelo para auditoria e controle de processos de TIC.	Alinhamento da TIC ao negócio e serviços de TIC, avaliação dos processos.
ITIL v3	<i>Information Technology Infrastructure Library</i> , conjunto de melhores práticas para definição da estratégia, desenho, transição, operação e melhoria contínua do serviço.	Desenvolvimento de serviços de TIC e melhoria contínua.
Val IT	Modelo para gestão do valor e investimentos de TIC.	Alinhamento da TIC ao negócio, análise dos investimentos, geração de valor.
ISO 38500	Norma de Governança de TIC que estabelece uma estrutura de princípios para avaliação, gestão e monitoramento de TIC.	Governança de TIC.
TOGAF	<i>The Open Group Architecture Framework</i> , modelo para desenvolvimento e implementação de arquiteturas de negócio, aplicações e tecnologia.	Arquitetura empresarial – avaliação do negócio sob aspectos técnicos da arquitetura.
PMBok	<i>Project Management Body of Knowledge</i> , base de conhecimento em gestão de projetos.	Implementação – gerenciamento de projetos.
OPM3	<i>Organizational Project Management Maturity Model</i> , um modelo de maturidade para o gerenciamento de projetos.	Avaliação da maturidade em gerenciamento de projetos (relacionado ao PMBoK).
PRINCE2	Project in Controlled Environments, metodologia de gerenciamento de projetos.	Implementação – gerenciamento de projetos.
P3M3	<i>Portfolio, Programme & Project Management Maturity Model</i> , modelo de maturidade para o gerenciamento de projetos, programas e portfólio.	Avaliação da maturidade em gerenciamento de projetos (relacionado à PRINCE2).

Complementando a Tabela 3.1, foi organizada a Tabela 3.2, que compara os diferentes modelos e ferramentas sob o olhar de sua funcionalidade principal, que pode incluir modelo de Governança de TIC e gestão de projeto, dentre outros.

Tabela 3.2- Comparação entre Modelos e Ferramentas de Suporte à Governança de TIC [Fonte: (RIEKSTIN, 2012)]

	Estratégia do negócio	Estratégia TIC / Governança	Processos	Projetos	Melhoria/ Maturidade	Auditoria	Visualização
MIT CISR	▲▲	▲▲▲					
BSC	▲▲▲	▲▲▲					▲▲▲
COBIT	▲	▲▲	▲▲▲	▲	▲▲	▲▲▲	
ITIL v3		▲	▲▲▲		▲▲▲		
Val IT	▲	▲▲▲					
ISO 38500		▲▲▲					
TOGAF	▲	▲▲▲		▲▲			
PMBok				▲▲▲			
OPM3				▲	▲▲▲	▲	
PRINCE2				▲▲▲			
P3M3				▲	▲▲▲		

Legenda	
▲	Suporte Básico
▲▲	Suporte Parcial
▲▲▲	Foco Principal

Destes modelos, optou-se por empregar o MIT-CISR por sua simplicidade e facilidade de compreensão; o COBIT pela sua completeza; o ITIL pela sua complementaridade com o COBIT, e o BSC por viabilizar a construção de painéis de controle e a visualização de mapas de indicadores.

Estes modelos são descritos em mais detalhes nas seções seguintes.

3.1.2.1 Modelo do MIT-CISR

O Modelo do MIT-CISR é construído com seis componentes principais (WEILL; ROSS, 2006) (vide Figura 3.3):

- **Estratégia e Organização da Empresa:** provê a estrutura de TIC e comportamentos desejáveis que motivam a governança.
- **Arranjos de Governança de TIC:** atribuem direitos decisórios a diferentes arquétipos de TIC para decisões-chaves com o objetivo de alcançar as metas de desempenho do negócio. A eficácia da estratégia de uma empresa e de sua

combinação de arranjos de governança reflete-se em sua capacidade de atingir tais metas.

- **Metas de Desempenho do Negócio:** referem-se às metas estabelecidas para o negócio referentes, por exemplo, a ROI (*Return On Investment*), ROA (*Return on Assets*) e participação no mercado (*market share*), dentre outros.
- **Organização e Comportamentos Desejáveis de TIC:** estão alinhados e harmonizados com a estratégia e organização da empresa.
- **Mecanismos de Governança de TIC:** provê ferramentas para implementar e suportar decisões de governança de TIC. Incluem estruturas organizacionais de tomadas de decisão, processos de alinhamento e ferramentas de comunicação. Devem ser harmonizados com os arranjos de TIC.
- **Métricas e contabilização de TIC:** define como TIC contribuirá com as metas de desempenho da empresa e provê meios para avaliar a eficiência de TIC.

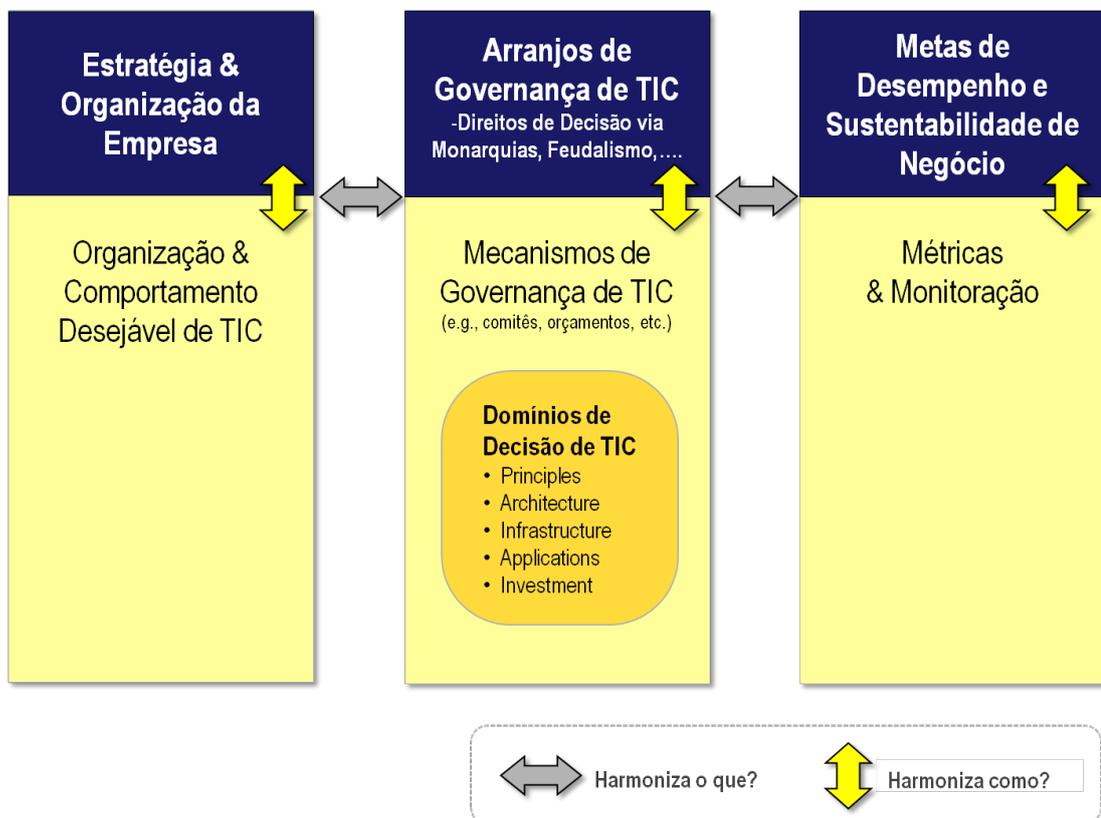


Figura 3.3 – Modelo de Governança do MIT-CISR

Por meio da Figura 3.3 observa-se que as empresas harmonizam sua organização e comportamento desejável de TIC com a estratégia e organização da empresa; os seus

mecanismos de Governança de TIC com os arranjos de Governança de TIC e as Métricas de Desempenho com as Metas de Desempenho de Negócio.

Complementarmente a este modelo, é definida também uma matriz de arranjos que especifica diferentes tipos de decisões de TIC e diferentes arquétipos de TIC. Como decisões de TIC são considerados:

- **princípios de TIC** definindo o papel de TIC no negócio.
- **arquitetura de TIC** abrangendo a organização da infraestrutura de TIC (por exemplo, arquitetura das redes da empresa – *backbone*, distribuição e acesso), conjunto de políticas e regras para uso de TIC que devem guiar a empresa na satisfação das necessidades de negócio.
- **infraestrutura de TIC** incluindo capacidades dos recursos humanos em TIC, componentes de TIC (exemplos: redes de comunicação e sistemas computacionais, serviços de TIC e aplicações de TIC padrões e compartilhadas (como aplicações de automação de escritório, de correio eletrônico, dentre outras).
- **necessidades das aplicações de negócios** a serem adquiridas ou desenvolvidas internamente.
- **investimento e priorização**, definindo-se quanto, onde e quando investir.

Os arquétipos de TIC especificam quem são os responsáveis pelas tomadas de decisões e quem fornece subsídios para a tomada de decisão. Como arquétipos foram definidos:

- **Monarquia de Negócios:** liderança formada por gerentes de negócio.
- **Monarquia de TIC:** composta de especialista de TIC.
- **Feudal:** corresponde a unidades de negócio.
- **Federal:** composta por membros corporativos, unidades de negócio e, opcionalmente, profissionais da área de TIC.
- **Duopólio de TIC:** composto por um grupo de profissionais de TIC e um outro grupo qualquer.
- **Anarquia:** indivíduo ou grupo pequeno independente e autônomo na tomada de decisões de TIC.

Arquétipos e tipos de decisões de TIC compõem a **Matriz de Arranjos de Governança** (vide Figura 3.4). Nesta matriz podem ser identificados os arquétipos que fornecem subsídios para a tomada de decisões e os arquétipos que tomam as decisões propriamente ditas.

		Domínios de Decisão									
		Princípios de TIC		Arquitetura de TIC		Infraestrutura de TIC		Necessidades de Aplicações de Negócios		Investimento de TIC	
		Entrada	Decisão	Entrada	Decisão	Entrada	Decisão	Entrada	Decisão	Entrada	Decisão
Arquétipo de Governança	Monarquia de Negócios										
	Monarquia de TIC										
	Feudal										
	Federal										
	Duópolio										
	Anarquia										

Figura 3.4 - Matriz de Arranjos de Governança

Este modelo do MIT-CISR foca em TIC, mas pode ser facilmente estendido para outros ativos da empresa, tais como: humano, finanças, instalações físicas, patentes (i.é, propriedade intelectual e relacionamento da empresa – por exemplo, relacionamento com o cliente).

3.1.2.2 Modelo COBIT

O COBIT (ISACA, 2007) – *Control Objectives for Information and Related Technology* – tem por missão explícita pesquisar, desenvolver, publicar e promover um conjunto atualizado de padrões internacionais de boas práticas referentes ao uso corporativo da TIC para os gerentes e auditores de tecnologia.

O Modelo COBIT foi criado pelo ISACA (*Information Systems Audit and Control Association*) por meio do ITGI (*IT Governance Institute*) e é um dos padrões mais

abrangentes e mais conhecidos de Governança de TIC. Apresenta um modelo de Governança que demonstra práticas geralmente aceitas na gestão de TIC, focado mais em controle de processos e menos em execução.

Conforme mencionado anteriormente, o **COBIT** define **Governança de Tecnologia da Informação** como “uma estrutura de relacionamentos entre processos para direcionar e controlar uma empresa de modo a atingir objetivos corporativos, através da agregação de valor e risco controlado pelo uso da Tecnologia da Informação e de seus processos”.

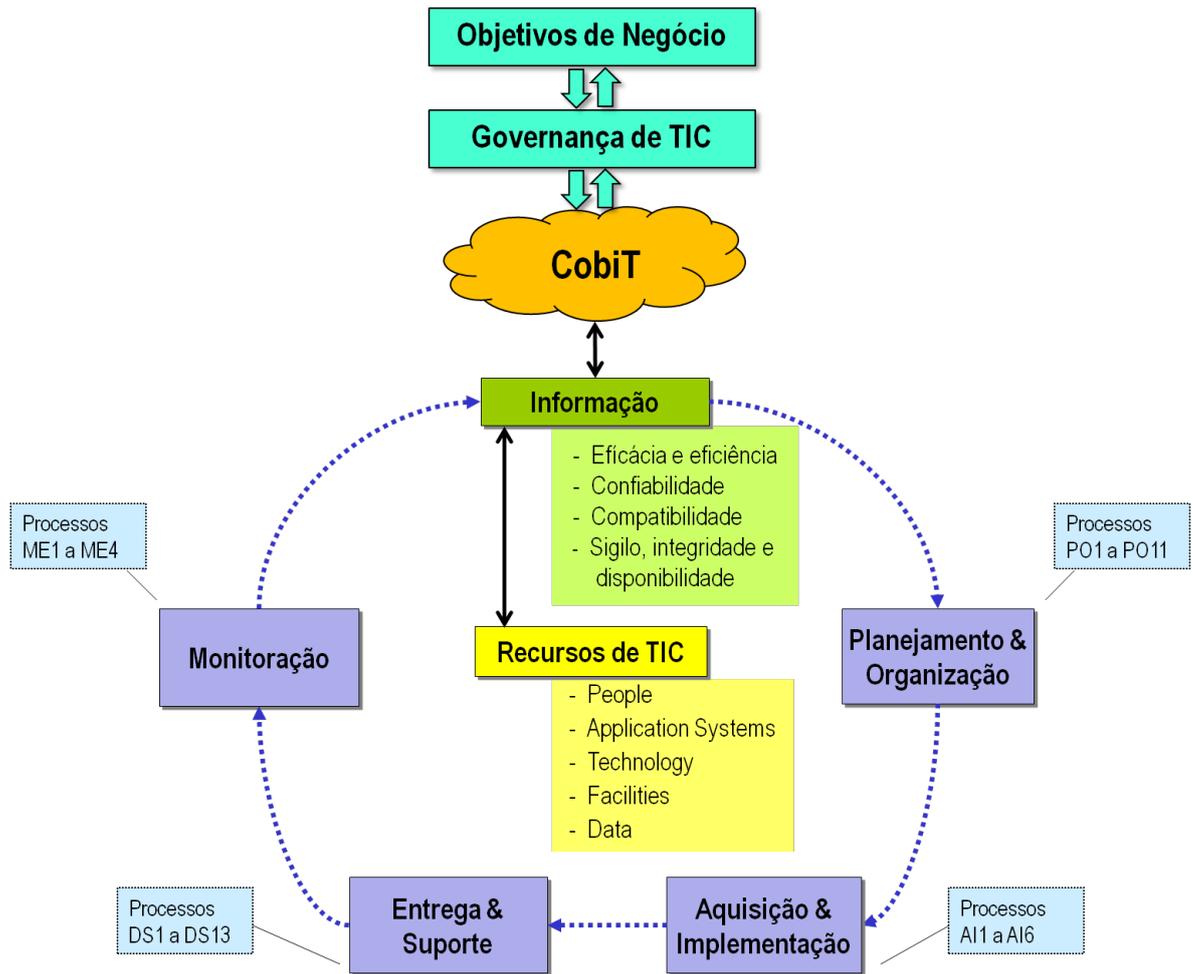
A Governança de Tecnologia da Informação considera a área de TIC não apenas como um suporte à organização, mas um ponto fundamental para que seja mantida a gestão administrativa e estratégica da organização. Em alguns casos, a área de TIC é o próprio negócio da empresa. O objetivo central é manter processos e boas práticas relacionados à infraestrutura de sistemas, redes e dispositivos utilizados pela empresa. A análise desses processos deve orientar a organização no que concerne a decisões referentes a novos projetos e como empregar Tecnologia da Informação nesses mesmos projetos, considerando também a evolução tecnológica, sistemas já existentes, integração com fornecedores, atendimento ao cliente (externo e interno), custo da tecnologia e retorno esperado. A necessidade de integração de sistemas e a evolução tecnológica são fundamentadas nos processos do COBIT, criando-se métricas para auditoria e avaliação periódicas da evolução das atividades desses processos.

3.1.2.2.1 Domínios de Processos

O COBIT está organizado em quatro domínios de processos de TIC (vide Figura 3.5) (ISACA, 2007):

- **Planejamento e Organização** (PO – *Planning and Organization*): define as questões estratégicas e táticas ligadas ao uso da TIC em uma organização e especifica as ações a serem tomadas quanto à organização e infraestrutura de TIC para atingir os objetivos de TIC. Inclui vários processos, dentre eles a definição do plano estratégico de TIC, a arquitetura da informação, o direcionamento tecnológico, investimento, riscos, gestão de projetos e da qualidade.

- **Aquisição e Implementação (AI – *Acquisition and Implementation*):** define as questões de implementação da TIC conforme as diretrizes estratégicas e de projeto pré-definidas no Plano Estratégico de Informática da empresa, também conhecido como PDI (Plano Diretor de Informática). Refere-se à identificação, ao desenvolvimento e à aquisição de soluções para a realização da estratégia de TIC, assim como a sua implementação e integração aos processos de negócios. Inclui processos como, por exemplo, identificação de soluções automatizadas a serem aplicadas ou reutilizadas na corporação, aquisição e manutenção de sistemas e de infraestrutura de TIC, desenvolvimento e mapeamento de procedimentos nos sistemas, instalação e validação de sistemas, além do gerenciamento de mudanças.
- **Entrega e Suporte (DS – *Delivery and Support*):** define as questões operacionais ligadas ao uso da TIC para atendimento aos serviços para os clientes, manutenção e garantias ligadas a esses serviços. Refere-se à efetiva entrega de serviços de TIC, após sua ativação, por meio de processos de operação que consideram, por exemplo, segurança, continuidade e treinamento. Os processos relativos a este domínio estão vinculados à gestão de níveis de serviço (SLA – *Service Level Agreement*); gestão de serviços terceirizados; garantia de desempenho, continuidade e segurança de sistemas; educação e treinamento de usuários; alocação de custos de serviços; gerenciamento de configuração; gerenciamento de dados, problemas e incidentes; e gerenciamento da própria operação de TIC.
- **Monitoração e Avaliação (ME – *Monitoring and Evaluation*):** define as questões de auditoria e acompanhamento dos serviços de TIC, sob o ponto de vista de validação da eficiência dos processos e evolução dos mesmos quanto ao desempenho e automação. Os processos deste domínio tratam basicamente da supervisão das atividades dos outros processos; adequações realizadas na empresa para garantia de procedimentos operacionais; coleta e análise de dados operacionais e estratégicos para auditoria e para controle da organização.



- Processos PO1 a PO11**
- PO1 - Definir o Plano Estratégico de TI
 - PO2 - Definir a Arquitetura de TI
 - PO3 - Determinar a Direção Tecnológica
 - PO4 - Definir a Organização de TI e Relacionamento
 - PO5 - Gerenciar o Investimento de TI
 - PO6 - Comunicar os Objetivos Gerenciais e Direção
 - PO7 - Gerenciar Recursos Humanos
 - PO8 - Garantir Conformidade c/Requisitos Externos
 - PO9 - Identificar Riscos
 - PO10 - Gerenciar Projetos
 - PO11 - Gerenciar Qualidade

- Processos DS1 a DS13**
- DS1 – Definir e Gerenciar Níveis de Serviço
 - DS2 – Gerenciar Serviços de Terceiros
 - DS3 – Gerenciar Desempenho e Capacidade
 - DS4 – Garantir Continuidade dos Serviços
 - DS5 – Garantir Segurança de Sistemas
 - DS6 – Identificar e Alocar Custos
 - DS7 – Educar e Treinar Usuários.
 - DS8 – Assistir e Aconselhar Clientes
 - DS9 – Gerenciar Configuração
 - DS10 – Gerenciar Problemas e Incidentes
 - DS11 – Gerenciar Dados
 - DS12 – Gerenciar Infra-Estrutura Predial
 - DS13 – Gerenciar Operações

- Processos AI1 a AI6**
- AI1 – Identificar Soluções Atomizadas
 - AI2 – Adquirir e Manter Aplicações de Software
 - AI3 – Desenvolver e Manter Procedimentos
 - AI5 – Instalar e Validar Sistemas
 - AI6 – Gerenciar Mudanças

- Processos ME1 a ME4**
- ME1 – Monitor os Processos
 - ME2 – Identificar Controles Internos e Adequação
 - ME3 – Obter Garantir Independente
 - ME4 – Fornecer para Auditoria Independente

Figura 3.5 – Domínios de Processos do COBIT

O relacionamento entre os domínios e algumas perguntas endereçadas em cada um deles estão ilustrados na Figura 3.6.

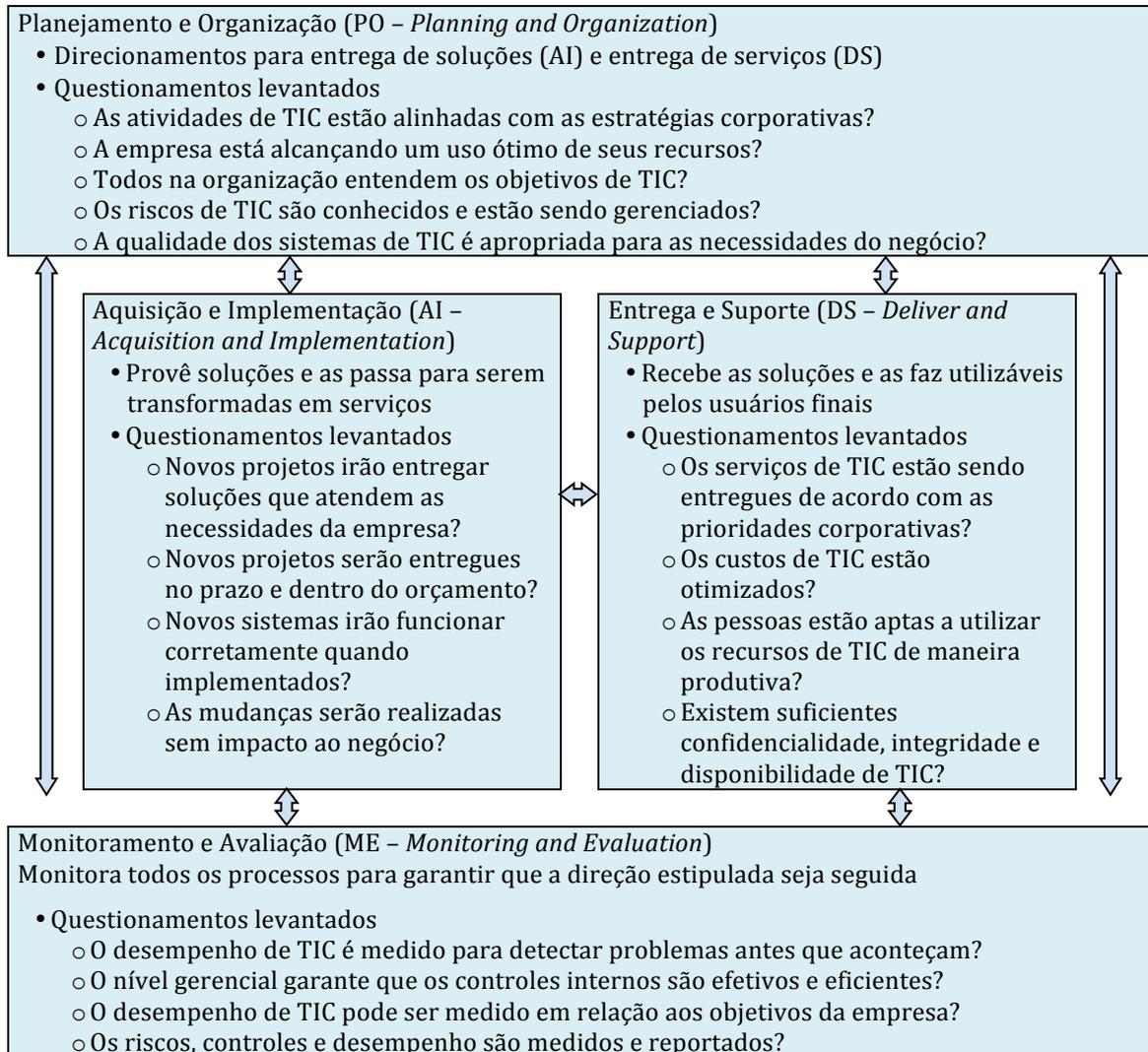


Figura 3.6 – Relacionamento entre os Processos do COBIT [Fonte: (RIEKSTIN, 2012)]

Pode-se, então, afirmar que os domínios do COBIT são integrados da seguinte forma: a informação da empresa é gerada/modificada pelos recursos de TIC. A informação é requisito para o domínio de Planejamento e Organização (PO) e seus processos. Os requisitos de saída do PO são requisitos de entrada de informação para o domínio de Aquisição e Implementação (AI) que, por sua vez, definem os requisitos de entrada para o domínio de Entrega e Suporte (DS). Finalmente, o domínio de Monitoração e Avaliação (ME) utiliza as informações do DS em seus processos e atividades relacionadas.

Os requisitos da informação são dados por: efetividade, eficiência, confidencialidade, integridade, disponibilidade, conformidade e confiabilidade.

Os recursos de TIC são classificados como: pessoas, sistemas aplicativos, tecnologia, infraestrutura e dados.

3.1.2.2 Níveis de Maturidade dos Processos

Além dos quatro domínios principais que guiam o uso da Tecnologia da Informação na organização, estão previstos procedimentos de auditoria que permitem verificar, por meio de relatórios de avaliação, o nível de maturidade dos processos da organização. O método de auditoria segue o modelo do CMM (*Capability Maturity Model*) que estabelece os seguintes níveis:

- **Inexistente:** significa que o processo de gerenciamento não foi implantado.
- **Inicial:** o processo é realizado sem organização, de modo não planejado.
- **Repetível:** o processo é repetido de modo intuitivo, isto é, depende mais das pessoas do que de um método estabelecido.
- **Definido:** o processo é realizado, documentado e comunicado na organização.
- **Gerenciado:** existem métricas de desempenho das atividades, o processo é monitorado e constantemente avaliado.
- **Otimizado:** as melhores práticas de mercado e automação são utilizadas para a melhoria contínua dos processos.

Para cada um dos processos é atribuído um nível de maturidade, cuja escala pode variar de zero a cinco. O resultado do relatório identifica o grau de evolução dos processos na organização que é avaliada, de modo concreto, com base em relatórios confiáveis de auditoria e parâmetros de mercado. O sumário executivo do relatório traz as seguintes informações: se existe um método estabelecido para o processo, como o método é definido e estabelecido, quais os controles mínimos para a verificação do desempenho do processo, como pode ser feita auditoria no método, quais as ferramentas utilizadas no método e o que avaliar nele para sua melhoria. A partir de então, a organização define as metas, isto é, os objetivos de controle a serem atingidos.

3.1.2.2.3 Processos do COBIT v.5

Neste ano (2012), deve ser lançada a nova versão do COBIT 5.0 em substituição ao COBIT 4.1. A Tabela 3.3 apresenta uma comparação entre os processos do COBIT 4.1 e os processos de Gerenciamento de TIC da Empresa do COBIT 5.0 (ISACA, 2011).

Além desses processos, no caso do COBIT 5.0 estão previstos cinco processos de Governança de TIC da Empresa, dentro do domínio Avaliar, Direcionar e Monitorar (EDM - *Evaluate, Direct & Monitor*), que são:

- EDM1 - Estabelecer e Manter o Modelo de Governança
- EDM2 - Garantir Otimização de Valor
- EDM3 – Garantir Otimização de Risco
- EDM4 – Garantir Otimização de Recursos
- EDM5 – Garantir Transparência da Organização.

Como é possível observar, diretrizes de sustentabilidade já aparecem no COBIT 5.0, mais especificamente por meio dos processos EDM4 e EDM5.

Tabela 3.3 – Comparação entre Processos do COBIT 4.1 e os Processos de Gerenciamento de TIC da Empresa do COBIT 5.0

Domínio	COBIT 4.1	COBIT 5.0
Planejamento e Organização	PO 1 – Definir o Plano Estratégico de TIC	APO2– Definir a Estratégia
	PO2 – Definir a Arquitetura de TIC	APO3 – Gerenciar a Arquitetura da Empresa
	PO3 – Determinar a Direção Tecnológica	
	PO4 – Definir a Organização de TIC e Relacionamento	
	PO5 – Gerenciar o Investimento de TIC	APO6 – Gerenciar Orçamento e Custos
	PO6 - Comunicar os Objetivos Gerenciais e Direção	
	PO7 – Gerenciar Recursos Humanos	APO7 – Gerenciar Recursos Humanos
	PO8 – Garantir Conformidade c/Requisitos Externos	APO9 – Gerenciar Acordos de Serviço
	PO9 – Identificar Riscos	APO12 – Gerenciar Riscos
	PO10 – Gerenciar Projetos	APO5 – Gerenciar Portfólio
	PO11 – Gerenciar Qualidade	APO11 – Gerenciar Qualidade
	APO1 – Definir Modelo de Gerenciamento de TIC	
	APO4 – Gerenciar Inovação	
	APO8 – Gerenciar Relacionamentos	
	APO10 – Gerenciar Fornecedor	
Aquisição e Implementação	AI1 – Identificar Soluções Automatizadas	BAI3 – Identificar e Construir Soluções
	AI2 – Adquirir e Manter Aplicações de Software	BAI1 – Gerenciar Programas e Projetos
	AI3 – Desenvolver e Manter Procedimentos	
	AI5 – Instalar e Validar Sistemas	
	AI6 – Gerenciar Mudanças	BAI6 – Gerenciar Mudanças
		BAI2 – Definir Requisitos
		BAI4 – Gerenciar Disponibilidade e Capacidade
		BAI5 – Habilitar Mudanças Organizacionais
	BAI7 – Aceitar Mudanças de Transição	
	BAI8 – Gestão de Conhecimento	
Entrega e Suporte	DS1 – Definir e Gerenciar Níveis de Serviço	
	DS2 – Gerenciar Serviços de Terceiros	
	DS3 – Gerenciar Desempenho e Capacidade	
	DS4 – Garantir Continuidade dos Serviços	DSS5 – Gerenciar Continuidade
	DS5 – Garantir Segurança de Sistemas	DSS7 - Gerenciar Segurança
	DS6 – Identificar e Alocar Custos	
	DS7 – Educar e Treinar Usuários	
	DS8 – Assistir e Aconselhar Clientes	
	DS9 – Gerenciar Configuração	DSS3 – Gerenciar Configuração
	DS10 – Gerenciar Problemas e Incidentes	DSS4 – Gerenciar Pedidos Serviço e Incidentes DSS5 – Gerenciar Problemas
	DS11 – Gerenciar Dados	
	DS12 – Gerenciar Infraestrutura Predial	DSS2 – Gerenciar Ativos
	DS13 – Gerenciar Operações	DSS1 – Gerenciar Operações
	DSS8 – Gerenciar Controles, Processo e Negócios	
Monitoração e Avaliação	ME1 – Monitorar os Processos	
	ME2 – Identificar Controles Internos e Adequação	MEA2 – Monitorar Sistema de Controle Interno
	ME3 – Obter Garantia Independente	
	ME4 – Fornecer para Auditoria Independente	
		MEA1 – Monitorar e Avaliar Desempenho e Conformidade
	MEA3 – Monitorar e Verificar Satisfação dos Requisitos Externos	

Legenda:

AI - Acquisition and Implementation	APO -Align, Plan & Organize
DS -Deliver and Support	BAI -Build, Acquire & Implement
ME - Monitoring and Evaluation	DSS- Deliver, Service & Support
PO -Planning and Organization	MEA- Monitor, Evaluate & Assess
	EDM- Evaluate, Direct & Monitor

3.1.2.3 Modelo ITIL (Gestão de Serviços de TIC)

O ITIL - *Information Technology Infrastructure Library* – foi desenvolvido pelo governo britânico no final da década de 1980 e provou que possui uma estrutura útil em todos os setores tendo em vista a sua adoção em várias empresas de gerenciamento de serviços. Em meados da década de 1990 o ITIL foi reconhecido mundialmente como um padrão **de facto** para gestão de serviços. De acordo com (KUMBAKARA, 2008), é o padrão para gestão de serviços de TIC mais aceito.

O ITIL v.3 tem como foco principal a gestão de serviços, cobrindo aspectos relativos a Estratégia de Serviços, Desenho de Serviços, Transição de Serviços, à Operação de Serviços e sua Melhoria Contínua (vide Figura 3.7). A tabela 3.4 descreve as publicações da ITIL e seus respectivos processos.

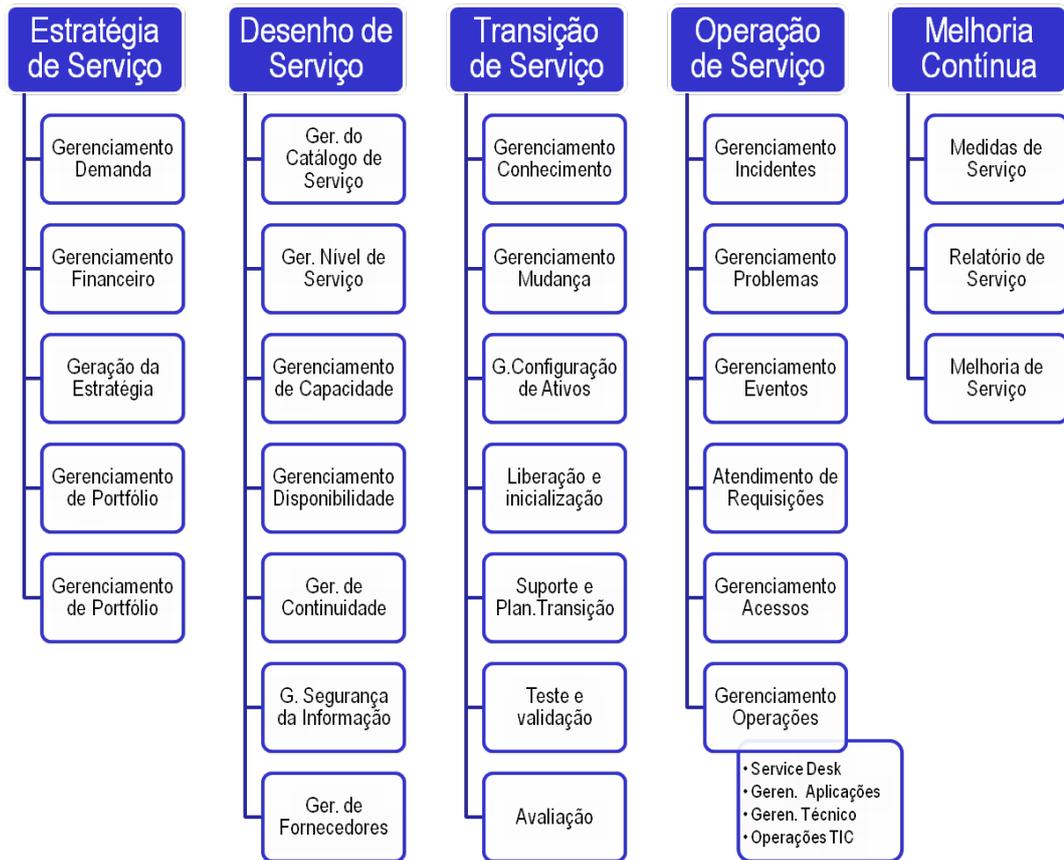


Figura 3.7 – Processos do ITIL v.3

Tabela 3.4 – Publicações e Processos ITIL (CARTLIDGE et al., 2007) Fonte: (RIEKSTIN, 2012)

Livro	Descrição	Processo	Descrição
Estratégia do Serviço	Publicação considerada uma das grandes novidades da ITIL v.3. Orienta o desenvolvimento de políticas e processos como ativos estratégicos ao longo do ciclo de vida do negócio.	Gerenciamento do portfólio de serviços	Administração dos investimentos em gerenciamento de serviços, objetivando geração de valor para o negócio.
		Gerenciamento financeiro de TIC	Quantificação, em termos financeiros, do valor dos serviços de TIC, incluindo os ativos que sustentam o provisionamento desses serviços.
		Gerenciamento da demanda	Entendimento dos padrões de atividade do negócio e influência sobre a demanda do cliente.
Desenho de serviço	Orienta como desenhar e criar serviços de acordo com a estratégia concebida anteriormente.	Gerenciamento do catálogo de serviços	Gerenciamento da informação contida no catálogo, buscando garantir que esteja correta e reflita os detalhes correntes.
		Gerenciamento de níveis de serviço	Negociação, definição e documentação de acordos e metas.
		Gerenciamento de capacidade	Garantia de que existe capacidade em todas as áreas de TIC a custos justificáveis.
		Gerenciamento de disponibilidade	Garantia de que o nível de disponibilidade entregue seja igual ou maior às metas acordadas.
		Gerenciamento de continuidade de serviços	Suporte ao processo de gerenciamento de continuidade dos negócios em geral. Busca manter a operação, mesmo que de forma degradada, dentro de um limite de tempo acordado.
		Gerenciamento de segurança da informação	Alinhamento da segurança de TIC à segurança do negócio e garantia de que a segurança da informação seja efetivamente gerenciada.
		Gerenciamento de fornecedores	Gerenciamento dos serviços entregues e provisionamento de qualidade fim a fim.
Transição de serviço	Orienta como colocar o serviço em produção, garantindo o cumprimento dos requisitos pré-estabelecidos de custo, qualidade e prazo, com o menor impacto possível nas operações atuais.	Suporte e planejamento da transição	Planejamento e controle dos recursos necessários para colocar um serviço novo ou modificado no ambiente de produção.
		Gerenciamento de mudanças	Garantia de que mudanças sejam registradas, avaliadas, autorizadas, priorizadas, planejadas, testadas, implementadas, documentadas e revisadas de forma controlada.
		Gerenciamento de configuração e ativos de serviço	Definição e controle dos componentes e infraestrutura, e manutenção das informações precisas de histórico, estado corrente e planejado.
		Gerenciamento de liberações e distribuição	Construção, teste e entrega de capacidade de prover os serviços especificados e que atenderão os requisitos dos stakeholders.
		Validação e testes de serviço	Garantia de qualidade de uma liberação.
		Avaliação	Criação de meios padronizados e consistentes para avaliar o desempenho de uma mudança.
		Gerenciamento do conhecimento	Garantia de que a informação correta esteja disponível no local apropriado, para a pessoa certa, em tempo hábil.

**Tabela 3.5 – Publicações e Processos ITIL (CARTLIDGE et al., 2007) Fonte: (RIEKSTIN, 2012)
(Cont.)**

Livro	Descrição	Processo	Descrição
Operação de serviço	Orienta as atividades do dia a dia, buscando garantir a entrega e o suporte a serviços de forma eficiente e eficaz.	Gerenciamento de eventos	Desenvolvimento da habilidade de detectar e correlacionar eventos.
		Gerenciamento de incidentes	Restauração da operação normal do serviço o mais rápido possível e minimização do impacto.
		Execução de requisição	Provimento de um canal para os usuários solicitarem e receberem serviços padrões.
		Gerenciamento de problemas	Prevenção a ocorrência de incidentes e problemas; análise de causa raiz.
		Gerenciamento de acesso	Garantia aos usuários autorizados do direito de usar o serviço, enquanto impede o acesso de não autorizados.
		Função central de serviços	Ponto único de contato para clientes internos.
		Função gerenciamento técnico	Apoio ao planejamento, implementação e manutenção da infraestrutura técnica.
		Função gerenciamento de operações de TIC	Manutenção do status quo para atingir a estabilidade das atividades e processos do dia a dia, buscando aperfeiçoamento e redução de custos, diagnosticando e resolvendo falhas em operações.
		Função gerenciamento de aplicações	Suporte aos processos de negócio, auxiliando na identificação funcional dos requisitos da aplicação e apoio ao desenho, transição, operação e melhoria.
Melhoria de serviço continuada	Orienta como fazer sistematicamente melhorias incrementais na qualidade e na continuidade dos serviços, e em eficiência operacional.	Relatório de serviço	Composição de relatórios de serviço e identificação de seu objetivo, público-alvo e utilização.
		Medição de serviço	Provimento de informações sobre o serviço sob uma ótica orientada à integração com o negócio.

O ITIL é bastante utilizado em conjunto com outros modelos. Essa sua terceira versão incorporou itens mais estratégicos, tornando-o mais completo, embora com maior sobreposição com outros modelos, sendo necessária uma análise mais detalhada para combinações entre eles.

A combinação COBIT-ITIL, por exemplo, tem sido muito estudada na academia e entre as empresas (CLEMENTI, 2007)(INFORMATION TECHNOLOGY GOVERNANCE INSTITUTE; OFFICE OF GOVERNMENT COMMERCE, 2008). O ITIL descreve, principalmente, os processos relativos a suporte e entrega de serviços do COBIT

(domínio DS), mas não cobre todos os requisitos de controle descritos no COBIT para este domínio (RIEKSTIN, 2012). Desta forma, a combinação entre eles torna-se interessante no desenvolvimento da Governança de TIC.

3.1.2.4 BSC (*Balanced Score Card*)

O BSC – *Balanced Scorecard* – é uma forma abrangente de medição de desempenho para planejamento e gestão da estratégia. O modelo surgiu por meio de uma pesquisa do Norton Institute, então um braço de pesquisa da KPMG sobre a medição de desempenho na organização do futuro. O estudo foi motivado pela crença de que a medição de desempenho, considerando-se apenas indicadores financeiros, estava obsoleta. Por esta razão, o grupo de estudo passou a focalizar sua atenção em um scorecard multidimensional, envolvendo quatro perspectivas diferentes: financeira, do cliente, interna e de inovação e aprendizado. O nome refletia o equilíbrio entre objetivos de curto e longo prazos, entre medidas financeiras e não financeiras, entre indicadores de tendências e ocorrências e entre perspectivas interna e externa de desempenho (KAPLAN, 1997) (FERNANDES; ABREU, 2008).

Os objetivos de curto e longo prazos são equilibrados por meio de quatro perspectivas:

- **Financeira:** trata dos resultados financeiros da empresa;
- **Cliente:** trata da satisfação, retenção e aquisição de clientes, segmentados por serviço;
- **Processos internos:** trata os processos como críticos para a entrega dos serviços/produtos;
- **Aprendizado e crescimento:** trata da satisfação interna e capacitação.

Cada perspectiva possui metas, e cada meta possui objetivos, medidas, alvos e iniciativas.

As diferentes perspectivas da organização estão concatenadas em um diagrama conhecido por mapa estratégico que descreve a estratégia da empresa relacionando objetivos distribuídos nas quatro dimensões (KALLÁS, 2003). É uma representação visual das relações de causa e efeito entre os objetivos estratégicos e representa como

a empresa cria valor, sendo o “elo perdido” entre a formulação da estratégia e a sua execução.

Em TIC, o BSC deve ser usado durante o planejamento da TIC, assim como na gestão cotidiana da realização da estratégia de TIC (FERNANDES; ABREU, 2008). São sugeridas quatro diferentes perspectivas para o BSC TI, como ilustra a Figura 3.8.

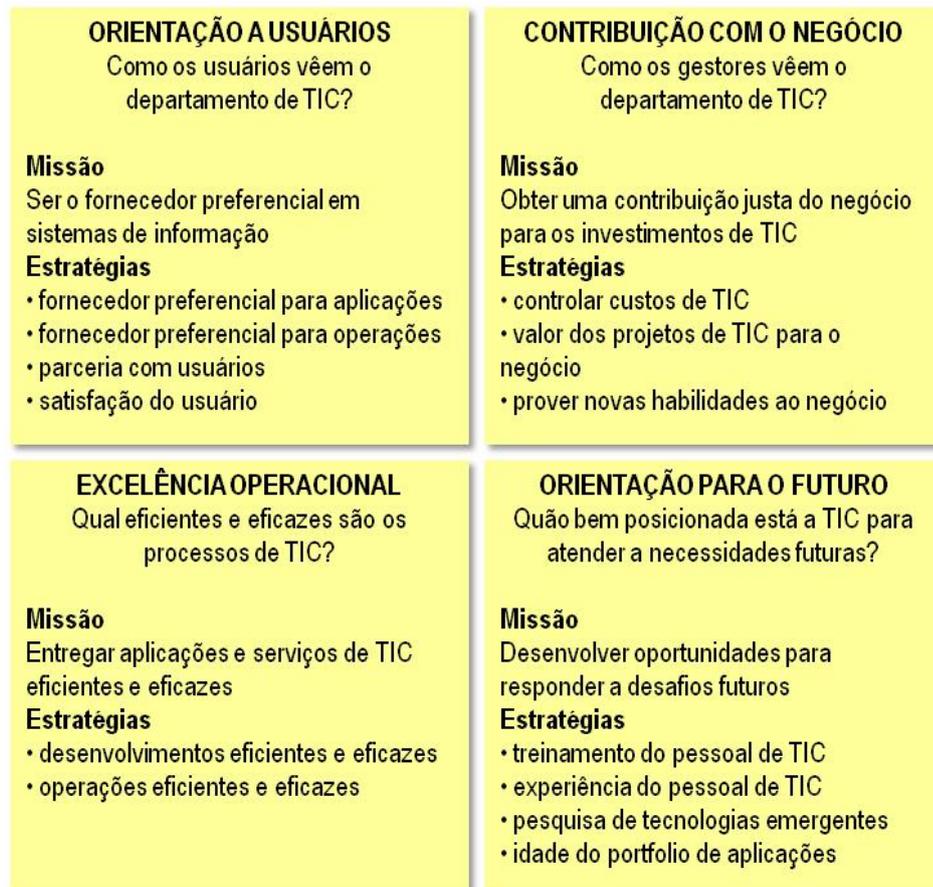


Figura 3.8 – Padrão BSC TI (GREMBERGEN, 2000) (RIEKSTIN, 2012).

Cada uma dessas perspectivas deve ser traduzida em métricas para avaliar a situação atual e repetir a avaliação periodicamente. Os parâmetros devem estar mais relacionados aos objetivos do negócio do que aos objetivos organizacionais, o que leva a TIC a pensar em termos de desempenho do negócio (KUMBAKARA, 2008).

O BSC é um dos modelos de desempenho mais difundidos. Dá foco ao que se busca e auxilia na implementação. O COBIT utiliza as perspectivas do BSC para derivar os objetivos do negócio e, então, definir os objetivos de TIC.

3.2 Sistema de Gerenciamento de Infraestrutura de TIC

Na Infraestrutura de TIC existem elementos que necessitam ser gerenciados, como: software, hardware e telecomunicações. O software e hardware (tipicamente servidores e as aplicações instaladas nos mesmos) têm sofrido várias mudanças quanto à sua necessidade presencial nas organizações devido a movimentos de terceirização e virtualização dos recursos, que podem ir desde uma abordagem mais tradicional, baseada em DataCenters terceirizados, até a recente abordagem de computação em nuvem. Contudo, independente da terceirização desses recursos, ou não, é necessária a conectividade entre tais recursos e os usuários da organização, o que recai sobre a infraestrutura de telecomunicações, mais especificamente das redes de comunicação. Nesse sentido, o gerenciamento de redes de computadores aparece como um recurso fundamental no gerenciamento da infraestrutura de TIC (RAO, 2007).

Dada a necessidade do gerenciamento de redes, foram desenvolvidos nos últimos anos vários padrões e melhores práticas com o objetivo de aperfeiçoar a confiabilidade das redes, seu desempenho e outras características relevantes (BOUTABA; XIAO, 2002). De um modo geral, o gerenciamento de rede pode ser definido como um conjunto de processos para controlar os recursos da rede, usualmente com o objetivo de maximizar a sua eficiência e produtividade. Buscando uma homogeneização das soluções de gerenciamento de rede, a ISO e ITU-T desenvolveram o modelo funcional FCAPS (*Fault, Configuration, Accounting, Performance, and Security*) para permitir a identificação das principais características e funcionalidades dentro do gerenciamento de redes, sendo as categorias definidas da seguinte forma (INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION, 2000):

- **Gerenciamento de Desempenho:** envolve a escolha de indicadores e monitoração de elementos estratégicos na rede, de maneira a determinar o desempenho da rede. Inclui o estabelecimento de níveis normais de utilização e de limiares apropriados para assegurar um nível adequado de desempenho para cada serviço. Inclui também a localização de gargalos e outros problemas que possam impactar o desempenho da rede, bem como a correção desses problemas.
- **Gerenciamento de Configuração:** envolve o gerenciamento do ciclo de vida do sistema e de sua configuração associada. Cada componente de rede deve ser

monitorado durante o ciclo de vida, de maneira a se manter um inventário das informações da rede e configurações do sistema, bem como um histórico das mudanças significativas ocorridas. Este gerenciamento envolve também a troca das configurações do sistema para atender novas necessidades ou auxiliar em situações de erro na rede. Exemplos de informações de configuração incluem: identificação e versão do sistema operacional, tipos de interface e suas capacidades, protocolos suportados etc.

- **Gerenciamento de Contabilização:** está relacionado ao controle de uso dos recursos da rede por usuário, envolvendo a coleta de dados de utilização, uma eventual atribuição de custos (tarifações) e limites (quotas) associados ao uso de recursos de cada usuário e à emissão de relatórios de utilização dos recursos da rede.
- **Gerenciamento de Falhas:** envolve a prevenção, detecção, identificação, isolamento e correção de problemas de rede, por meio da monitoração de parâmetros de erro, testes de diagnósticos e correlação de eventos. Inclui também a manutenção de logs de eventos e geração de relatórios sobre problemas na rede.
- **Gerenciamento Segurança:** responsável pela gestão dos mecanismos e serviços de segurança da rede, incluindo a monitoração e registro tanto das operações habituais dos usuários como de comportamentos anômalos que possam indicar problemas de segurança.

Ao longo dos anos, têm sido desenvolvidas várias soluções para sistemas de gerenciamento no sentido de acomodar diferentes tipos de exigências referentes a funcionalidades suportadas, incluindo segurança, flexibilidade, expansibilidade etc.

A grande maioria das soluções apresenta uma arquitetura baseada em quatro componentes básicos (vide Figura 3.9):

- **Agente:** software e/ou hardware residente nos elementos gerenciados, responsável por receber e executar os pedidos de operações de gerenciamento sobre esses elementos. É responsável também pelo envio para o gerente de informações relativas aos elementos gerenciados, mediante a sua solicitação ou mediante a ocorrência de um evento (e.g.: alarmes);

- **Gerente:** sistema responsável pelo controle dos elementos gerenciados, por meio de operações enviadas aos respectivos agentes, e da coleta e correlação das informações obtidas dos mesmos. Em geral o gerente também é responsável pela interface com os operadores responsáveis pelo controle da rede. Como nem sempre um gerente atende todas as necessidades de um ambiente de TIC, pode haver múltiplos gerentes, cada qual responsável por diferentes funcionalidades;
- **Protocolo de Gerenciamento:** protocolo usado na comunicação entre os gerentes e agentes, transportando operações, informações e notificações (alarmes) de gerenciamento;
- **MIB (*Management Information Base*):** conjunto de variáveis (indicadores) que representam os elementos gerenciados de maneira que, através da leitura e atualização dessas variáveis (via operações de gerenciamento) pode-se respectivamente inferir e alterar o comportamento do elemento gerenciado. De maneira a garantir a interoperabilidade, há várias MIBs padronizadas, que garantem que um dado recurso seja representado de forma única pelas mesmas variáveis de MIB.

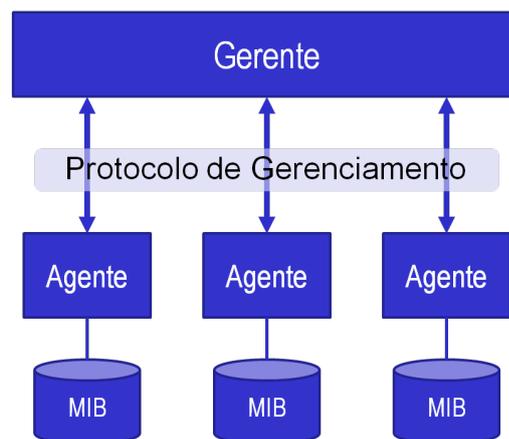


Figura 3.9 - Componentes de um Sistema de Gerenciamento de Redes

Dentre os sistemas mais utilizados podem-se citar:

- **SNMP (*Simple Network Management Protocol*):** O SNMP é a arquitetura padrão para gerenciamento de elementos TCP/IP. Dada esta característica, ele proporciona uma boa interoperabilidade com vários outros sistemas e soluções devido à sua inclusão como parte de vários sistemas e dispositivos de rede (STALLINGS, 1998).

- **Web Based:** Usa o protocolo HTTP para estabelecer a comunicação entre o sistema de gerenciamento de rede e os elementos gerenciados, mas o formato dos dados de gestão é definido pelo desenvolvedor (BOUTABA; XIAO, 2002).
- **Baseado em XML:** Emprega mensagens padronizadas XML sobre o protocolo HTTP para realizar o gerenciamento de rede. Geralmente, os arquivos XML são trocados entre o sistema de gerenciamento de rede e elementos geridos usando-se *Web Services* (PRAS *et al.*, 2004).
- **WBEM (Web-Based Enterprise Management):** Arquitetura mais recente, emprega também o protocolo HTTP e mensagens em XML e/ou *Web Services* na comunicação entre o sistema de gerenciamento e elementos gerenciados. Utiliza mensagens e MIBs padronizadas, permitindo assim uma melhor interoperabilidade com outras soluções de gerenciamento (LOPES; JUNIOR, 2005). É utilizada como base para outras soluções de gerenciamento, tais como a arquitetura de gerenciamento de redes Windows (WMI – *Windows Management Interface*) e a arquitetura de redes de armazenamento da SNIA (*Storage Network Industry Association*).
- **JMX (Java Management eXtensions):** extensões das classes da linguagem Java, voltada a problemas de gerenciamento, permite tanto a criação de gerentes e agentes Java, usando protocolos de gerenciamento tradicionais (ex.: SNMP), como o gerenciamento remoto de aplicativos desenvolvidos em Java, usando os protocolos de comunicação tradicionais do Java (ex.: RMI – *Remote Method Invocation*).

O sistema mais utilizado para gestão dos recursos da rede e de sistemas é o SNMP (RAO, 2007)(PARK *et al.*, 2010). Esse fato é uma consequência direta da padronização que independe de fabricantes e sua adoção pelas empresas.

3.3 Considerações Finais

O objetivo deste capítulo foi oferecer uma visão geral sobre Governança e Gerenciamento de TIC e os principais modelos empregados nesse trabalho. Em muitas discussões sobre o assunto Governança e Gerenciamento de TIC sempre aparecem dúvidas sobre o real escopo de cada um dessas áreas.

Resumindo, pode-se dizer que os Sistemas de Gerenciamento de Infraestrutura de TIC estão focados na oferta interna de produtos e serviços de TIC e no gerenciamento de operações de TIC (PETERSON, 2004a). Enquanto Governança de TIC é mais ampla, visando empregar e transformar TIC de modo estratégico para atender as demandas atuais e futuras da organização e dos seus clientes, Governança é específica da organização e não pode ser terceirizada. A Tabela 3.5 traz um resumo sucinto das principais características dos dois tipos de sistema.

Tabela 3.6 - Comparação entre Escopo de Atuação de Gerenciamento e Governança [Fonte: (MORAES, 2010)].

Sistemas de Governança	Sistemas de Gerenciamento
Focos interno e externo	Foco interno
Níveis mais altos da organização	Níveis médio e operacional da organização
Orientada à Estratégia	Orientado a Tarefas
Voltada para o Futuro	Voltado para o Presente

4 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DOS RECURSOS DE TIC

Segundo BOLLA (BOLLA et al., 2010), a eficiência energética de recursos de TIC pode ter três abordagens básicas:

4.1 Reengenharia

A Reengenharia pressupõe o projeto de arquiteturas de equipamentos de rede que sejam mais eficientes do ponto de vista energético, ou a redução da complexidade das arquiteturas de rede.

No primeiro caso de projeto de arquiteturas de equipamentos de rede, como são conhecidos quais componentes arquiteturais consomem mais energia, pode-se investir na otimização da arquitetura desses componentes. Nos roteadores de núcleo, por exemplo, em geral as máquinas de processamento de pacotes consomem 60% da energia gasta no plano de dados, 13% nas interfaces de rede, 18,5% na matriz de comutação e 8,5% no gerenciamento de armazenamento (TUCKER, 2008) (NIELSON, 2006). Optar por soluções específicas para arquiteturas de equipamentos de redes resulta em vantagens como mais desempenho e menor gasto energético dos equipamentos e, como desvantagem, a perda de flexibilidade.

Ainda nesta mesma linha, a adoção de arquiteturas totalmente ópticas seria outra solução muito interessante. Em equipamentos ópticos, os enlaces de alta velocidade apresentam um consumo de energia muito menor em relação aos equipamentos eletro-ópticos. No entanto, soluções deste tipo ainda não são realidade devido à limitação tecnológica do número de portas e do esquema de armazenamento desses equipamentos (BALIGA, 2007).

No segundo caso de arquiteturas de redes menos complexas, opta-se por utilizar roteadores ou equipamentos de rede de núcleo e transporte mais simples e de borda e/ou acesso também mais simples. Este tipo de solução tem sido adotado de alguma forma nas Redes de Pesquisa e Ensino (NREN – *National Research and Education Network*) mais avançadas do mundo. Este é o caso da Internet 2, que vem adotando

soluções deste tipo no contexto da iniciativa NDDI (*Network Development and Deployment Initiative*).

A nova versão da rede da Internet 2 opera, simultaneamente, com comutação de circuitos e pacotes, empregando-se equipamentos de comutação de camada de enlace e VLANs (*Virtual Local Area Networks*) e roteadores ou comutadores de camada de rede (INTERNET2, 2012). No caso do Brasil, a RNP (Rede Nacional de Pesquisa e Ensino) tem investido no desenvolvimento de uma rede híbrida, a RedeH, que também opera com comutação de circuitos e pacotes (RNP, 2011).

4.2 Adaptação Dinâmica dos Recursos de TIC

No caso desta abordagem, o uso dos recursos de rede – incluindo, por exemplo, banda dos enlaces de comunicação, capacidade de processamento dos nós de comutação, e capacidade de armazenamento de pacotes – é modulado em função dos requisitos de serviço (e.g., tipo de serviço contratado) e da carga de tráfego atual da rede. Isto é, normalmente, realizado atuando nas capacidades de gerenciamento da força de alimentação elétrica providas em nível de hardware.

Este ajuste nas capacidades de alimentação elétrica pode ser feito:

- variando-se o consumo de energia elétrica pela alteração da frequência do relógio e/ou da voltagem do(s) processador(es).
- desativando-se subcomponentes não utilizados.

A primeira opção, apesar de efetiva em relação ao consumo de energia elétrica e dissipação de calor, tem como consequência a perda de desempenho do equipamento, que passa a operar em velocidade mais lenta. Esta opção é mais adequada para tráfego com pouca variação. O tráfego em rajada acarretaria numa variação abrupta de frequência do relógio e/ou voltagem do(s) processador(es).

A segunda opção implica em tempo de chaveamento entre o estado normal ou dormente e vice-versa, o que acaba também interferindo no desempenho da rede. Este tipo de solução é mais adequado para tráfego em rajadas, pois otimizam-se os instantes de chaveamento de um estado para outro.

4.3 Utilização de Estados StandBy/Sleep Mode

Nesta abordagem, o equipamento, ou parte dele, é desligado quase totalmente, atingindo-se estados com muito baixo consumo de energia elétrica. Suas funções ficam congeladas, perde-se a conexão de rede, e os serviços deixam de funcionar.

Para reativar o equipamento, empregam-se protocolos de sinalização e faz-se necessária a reinicialização de aplicativos e serviços.

4.4 Considerações Finais

Neste capítulo foram apresentadas algumas técnicas avaliadas por vários autores para melhorar a eficiência energética de equipamentos de TIC.

O Sistema de Gerenciamento de Redes orientado a Políticas de Sustentabilidade, descrito no capítulo 8, tem como um dos seus objetivos principais garantir a eficiência energética da rede gerenciada sem comprometer os parâmetros de QoS (Qualidade de Serviço) negociados, por exemplo, por meio de SLAs (*Service Level Agreement*). Isto é feito avaliando-se a carga de tráfego dos equipamentos de rede e colocando aqueles com baixa carga de tráfego (por exemplo, carga menor que 30% de sua capacidade de transmissão) no estado de hibernação, desde que haja rota alternativa sem ocorrer comprometimento de disponibilidade, desempenho e confiabilidade da rede.

Para tanto, empregou-se a técnica de alocação dinâmica de recursos de rede, apresentada neste capítulo, colocando-se um ou mais equipamentos da rede com baixa taxa de utilização no estado de hibernação. Tais equipamentos podem ser reativados posteriormente, caso haja um aumento significativo de tráfego na rede.

Além disso, outras aplicações de reengenharia são mencionadas ao longo deste trabalho. É o caso da substituição de enlaces de par metálico de longa distância ou de alcance metropolitano por enlaces de fibra óptica, visando, também, a redução de consumo de energia elétrica. As redes híbridas supracitadas são outro exemplo que tem sido cada vez mais adotado em redes acadêmicas, obtendo-se por resultado não

somente a redução de consumo de energia como mais flexibilidade na oferta de serviços concomitantes, próprios da comutação de circuitos e de pacotes.

5 PREMISSAS E REQUISITOS DA PROPOSTA DE UM MODELO PARA GESTÃO SUSTENTÁVEL DE TIC

O desenvolvimento de um Modelo para Gestão Sustentável de TIC exige que se estabeleçam as suas premissas assim como os requisitos qualitativos e quantitativos que devem nortear a sua concepção.

Neste capítulo são apresentadas tais premissas e os requisitos, tendo como objeto a área de TIC de uma organização ou uma organização que presta serviços de TIC.

5.1 Premissas

Em primeiro lugar, é importante ressaltar que se entende por premissas as condições de contorno do contexto onde se insere a proposta, incluindo aspectos tecnológicos, econômicos e restrições de tempo.

Tendo isto em vista, identificam-se como principais premissas do Modelo a ser elaborado que:

- Os sistemas de redes de comunicação são responsáveis por 70% dos gastos energéticos em TIC, os DataCenters por 20% e outros sistemas por 10%.
- As técnicas de economia de energia empregadas em hardware de propósito geral não se aplicam para hardware específico, muitas vezes com funcionalidades particulares e complexas, como é o caso de muitos hardwares de equipamentos de rede (BOLLA et al., 2010).
- As redes de transporte consomem cerca de 30% de energia e as redes de acesso cerca de 70% (BOLLA et al., 2010).
- Tipicamente, as funcionalidades do Plano de Dados são responsáveis por cerca de 50% do consumo de energia elétrica, considerando-se, por exemplo, as funcionalidades de processamento e encaminhamento de pacotes, gerenciamento de buffer e interfaces de rede. Segundo Tucker (TUCKER, 2008) e Neilson [NEILSON06], nos equipamentos de núcleo ou transporte, são gastos 54% no plano de dados, 11% no plano de controle e 35% no gerenciamento de alimentação e aquecimento.

5.2 Requisitos Qualitativos

Os principais requisitos qualitativos são:

- Estar alinhado com os objetivos de negócios.
- Atender a premissa básica do que se considera práticas sustentáveis.
- Atender as demandas referentes aos quatro pilares de sustentabilidade, a saber: econômico, social, ambiental e cultural.
- Ser evolutivo, no sentido de permitir a inclusão gradativa de novas metas, indicadores e métricas de sustentabilidade.
- Ser flexível, permitindo a inclusão gradativa de novos mecanismos de governança e gestão de serviços.
- Viabilizar a inclusão de práticas de sustentabilidade em todas as atividades da empresa.
- Viabilizar o alinhamento entre a estratégia de negócio e a estratégia específica de TIC.
- Promover o comportamento desejável dos participantes do processo.
- Estar em conformidade com as melhores práticas e políticas internacionais e nacionais de Governança de TIC.
- Estar em conformidade com as melhores práticas e políticas internacionais e nacionais de sustentabilidade. No caso do Brasil, atender à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), de acordo com a Lei 10.098 (2000).
- Estar em conformidade ou alinhado com os padrões de sustentabilidade, como por exemplo, o ISO 14.001 (2005) definido pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), um padrão voltado para Gestão Ambiental (SEIFERT, 2011).
- Definir indicadores de desempenho e de sustentabilidade alinhados com os indicadores definidos pelo GRI (GLOBAL REPORT INITIATIVES, 2012).
- Minimizar os custos corporativos.
- Garantir o desenvolvimento de competências para implantação do novo Modelo de Gestão de TIC.
- Contemplar o envolvimento dos funcionários na discussão, elaboração e implantação da Política de Sustentabilidade e Desempenho da organização e, nas atividades pertinentes, também dos fornecedores e usuários/clientes dos serviços de TIC.

- Prever a validação periódica dos mecanismos de Governança de TIC e os procedimentos de Gerenciamento de TIC.

5.3 Requisitos Quantitativos

Como principais requisitos quantitativos tem-se:

- Garantir que todos os fornecedores de equipamentos de informática e telecomunicações credenciados sigam políticas de sustentabilidade, segundo, ao menos, um dos eixos: econômico, social, ambiental ou cultural.
- Garantir que todo equipamento de informática e de telecomunicação inservível seja encaminhado para tratamento adequado em um centro de reúso, descarte e reciclagem de resíduos eletroeletrônicos.
- Garantir que todo novo equipamento de informática e de telecomunicação seja cadastrado no sistema de inventário da organização.
- Estabelecer mecanismos de aquisição de equipamentos garantindo que, no prazo de 10 anos (ou período a definir), todos os equipamentos de informática e de telecomunicações sejam “verdes”.
- Garantir que todo lixo gerado seja encaminhado para reúso ou reciclagem.
- Garantir que todos funcionários tenham acesso a informações referentes à Política de Sustentabilidade e Desempenho da Organização.

5.4 Considerações Finais

Este capítulo teve como objetivo apresentar as premissas, requisitos funcionais e quantitativos para o desenvolvimento do Modelo de Gestão de TIC (Tecnologia da Informação e Comunicação) orientada à Política de Sustentabilidade.

Contudo, sabe-se de antemão que a implantação de qualquer Modelo de Gestão envolvendo o desenvolvimento de um Planejamento Estratégico, a implantação de mecanismos de Governança e de procedimentos de Gerenciamento de TIC com a definição concomitante de metas, indicadores e métricas só terá sucesso se for feita de modo gradativo e se for construída com a participação dos funcionários e demais participantes da cadeia de valor, fornecedores, usuários, clientes e pessoas da comunidade envolvidas de algum modo.

Aqui vale recolocar a crença muito enfatizada em (CARVALHO, 2010).

“O HUMANO É QUEM PROMOVE RESULTADOS.”

6 MODELO DE GESTÃO DE TIC E DOMÍNIOS DE POLÍTICA DE SUSTENTABILIDADE

Neste capítulo será apresentado o Modelo de Gestão de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), orientada à Sustentabilidade, proposto, que envolve os aspectos estratégicos, táticos e operacionais de uma organização, ou de uma unidade de negócio de uma organização que presta serviços de TIC.

Com isto espera-se que haja alinhamento desde a estratégia de negócio até o último nível de operação propriamente dito da corporação, tendo como foco permanente a Sustentabilidade.

6.1 *Visão Geral do Modelo*

O Modelo de Gestão de TIC orientada a Políticas de Sustentabilidade proposto, conforme mostra a Figura 6.1, envolve:

- **Nível Estratégico:** Considerando o modelo de negócios, a Política de Sustentabilidade de TIC e os objetivos de Desempenho e Sustentabilidade para toda a organização, este nível contempla o desenvolvimento de um Planejamento Estratégico, tipicamente, válido para um período de três a cinco anos. Este Planejamento Estratégico estabelece as ações prioritárias em função dos objetivos traçados; da Política de Sustentabilidade estabelecida; de uma análise interna das competências disponíveis na organização, de suas características positivas e negativas; além de uma análise de mercado em termos de oportunidades e ameaças com potenciais vantagens e desvantagens competitivas para a organização. Tais ações ou planos de ação estão associados a metas de desempenho e sustentabilidade que devem ser monitoradas e controladas a fim de garantir o sucesso da execução deste Planejamento Estratégico, verificando-se a necessidade ou não de se realizar ajustes periódicos ao mesmo. A monitoração e o controle das metas de desempenho e sustentabilidade são efetuados por meio de mecanismos de Governança de TIC suportados no nível tático.

- **Nível Tático:** Conhecidas as metas de Desempenho e Sustentabilidade, são definidos Indicadores de Desempenho e Sustentabilidade que serão efetivamente usados para monitorar e controlar os processos associados às atividades de suporte e atividades primárias ou de prestação de serviços de TIC da organização ou da unidade de negócio correspondente².

Tais processos estão organizados em três áreas funcionais, a saber:

- a) **Aquisição:** inclui os processos de especificação e aquisição de recursos de infraestrutura e sistemas de TIC, bem como os processos de seleção e contratação de recursos humanos.
- b) **Operação:** abrange a implantação e implementação da infraestrutura de TIC, sua operação e consequente prestação de serviços, sua manutenção e reconfiguração quando for necessário, além de sua atualização periódica em decorrência de inovações tecnológicas, incorporação de novos serviços e aplicações, e alterações de demandas internas ou externas de serviços e/ou funcionalidades relacionadas ao negócio.
- c) **Descarte:** cobre os processos necessários para a destinação correta e sustentável dos bens de consumo e bens permanentes de informática e de telecomunicação que se tornam inservíveis para a organização ou para a unidade de negócio da organização considerada. Esta destinação correta pode ser a recuperação ou atualização do bem (por exemplo, conserto de um microcomputador com acréscimo de mais memória primária e secundária) e seu reuso a partir de seu encaminhamento para outras áreas da organização ou para projetos sociais. Além da opção de reuso, no caso de equipamentos obsoletos ou sem possibilidade de reaproveitamento, pode-se proceder com sua desmontagem para fins de reciclagem³.

² As atividades de suporte e primárias são definidas ou redefinidas a partir do “Modelo de Cadeia de Valor” de Michael Porter (PORTER 2008).

³ Dentro da Universidade de São Paulo, o CEDIR (Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática) coleta bens permanentes de informática e telecomunicações inservíveis para a universidade e encaminha-os para reuso em projetos sociais ou reciclagem por empresas especializadas e certificadas pela CETESB.

Estes processos atuam ou empregam recursos de TIC, que incluem:

- a) **Recursos Humanos**, de diferentes níveis de formação e funcionais dentro do organograma da organização;
- b) **Infraestrutura de TIC**, englobando infraestrutura de redes, sistemas computacionais, DataCenter e sistemas básicos de software, tais como base de dados, software de edição de texto, planilhas eletrônicas, dentre outros; e, por último,
- c) **Programas e Dados**, que incluem programas ou aplicações de negócio e dados correspondentes. No caso de uma universidade, podem-citar: plataformas e programas para Ensino a Distância, Sistemas de Matrículas de alunos, Sistemas de Credenciamento de disciplinas e cursos voltados para alunos ou abertos ao público.

Os indicadores de Desempenho e Sustentabilidade são estabelecidos a partir das Metas de Desempenho e Sustentabilidade e vinculam-se a diferentes Domínios de Políticas de Desempenho e Sustentabilidade, que efetivamente definem regras de comportamento de processos e os recursos de TIC associados.

As Políticas deste nível são denominadas **Políticas de Sistemas**.

- **Nível Operacional:** Inclui a operação da infraestrutura e sistemas de TIC, respondendo à demanda de serviços e aplicações de negócio, sua recuperação no caso de falhas ou mau funcionamento, e sua monitoração e controle a partir da obtenção de métricas associadas à operação de um conjunto de recursos de TIC.

Como exemplo, pode-se citar a operação das redes de comunicação de uma organização, envolvendo redes locais, redes metropolitanas e redes de longa distância. A operação dessas redes pressupõe o controle dos tempos de respostas e atrasos associados, da taxa de perda de informação, taxa de falhas de enlace, frequência de ocorrência de situações de congestionamento, dentre outros. Neste caso, tem-se uma Política de Sustentabilidade Específica voltada para Redes.

As Políticas de Sustentabilidade em TIC referentes a todos os níveis, do estratégico ao operacional, são armazenadas num Repositório de Políticas de Sustentabilidade.

Tais políticas podem ser inseridas, editadas ou removidas a partir de um Sistema de Gerenciamento de Políticas.

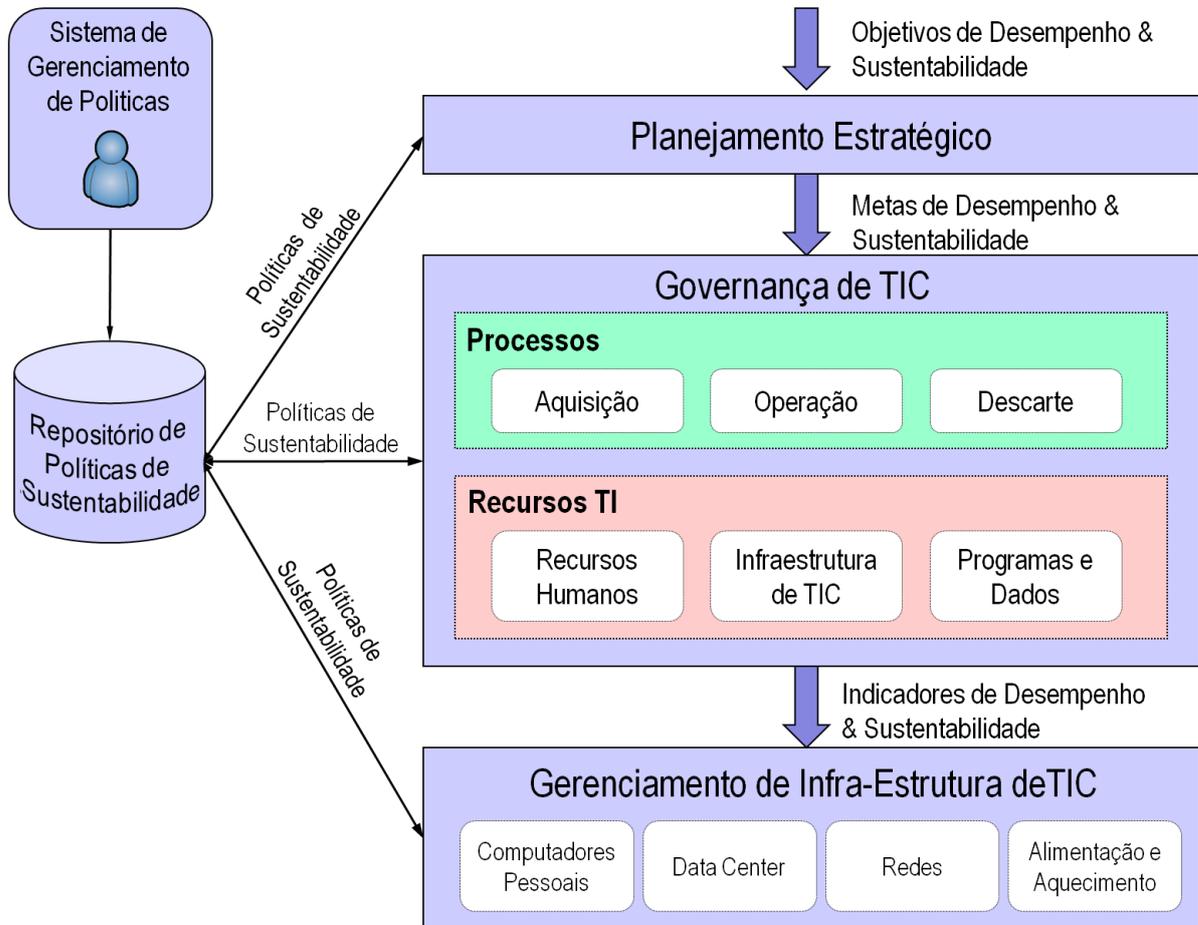


Figura 6.1 – Modelo de Gestão de TIC orientada a Políticas de Sustentabilidade

Vale observar que dentro do escopo deste trabalho serão tratadas Políticas de Sustentabilidade, assim como objetivos, metas, indicadores, métricas e variáveis de Sustentabilidade. Tais elementos voltados para Desempenho são mencionados e tratados à medida que se relacionam, causam ou sofrem impacto das Políticas de Sustentabilidade.

6.2 Política de Sustentabilidade Corporativa e de TIC

Para que a Sustentabilidade seja útil e crie valor a longo prazo, ela precisa estar incorporada nas atividades do dia a dia da organização e no seu desempenho. Caso contrário, se a Sustentabilidade for usada como simples ferramenta de relações

públicas e marketing, pode ter efeito negativo no valor associado à organização (EPSTEIN, 2008).

A Sustentabilidade deve estar integrada às decisões de negócio e deve haver mecanismos para avaliar os impactos dos produtos, serviços, processos e quaisquer atividades de organização dentro do contexto de Desenvolvimento Sustentável.

Em primeiro lugar, faz-se necessário, então:

- Definir com precisão o conceito de Sustentabilidade e como ele se aplica ao negócio e atividades da organização.
- Homogeneizar o entendimento sobre os Pilares de Sustentabilidade e verificar sua aplicabilidade e relação com as diferentes áreas de atuação da empresa.
- Definir os Princípios e as Políticas de Sustentabilidade Corporativa e de TIC, que devem contemplar os quatro Pilares de Sustentabilidade.
- Identificar os participantes (stakeholders) e como os princípios e as Políticas de Sustentabilidade podem criar valor e impactar o seu relacionamento com a organização.
- Disseminar o conceito de Sustentabilidade e as Políticas de Sustentabilidade entre os vários participantes, incluindo fornecedores, clientes, agências do governo e comunidade.

Nos próximos seções são detalhados os Domínios de Políticas de Sustentabilidade para os Níveis de Negócio, Sistema, Infraestrutura de TIC, Dispositivo e Instância, conforme descrito no Capítulo 2 e rerepresentado na Figura 6.2. A Figura 6.2 mostra que o Sistema de Governança de TIC é responsável pela aplicação de Políticas dos Níveis de Negócio e Sistema, e o Sistema de Gerenciamento de Infraestrutura de TIC é responsável pela aplicação das Políticas dos Níveis de Infraestrutura de TIC, Dispositivo e Instância.

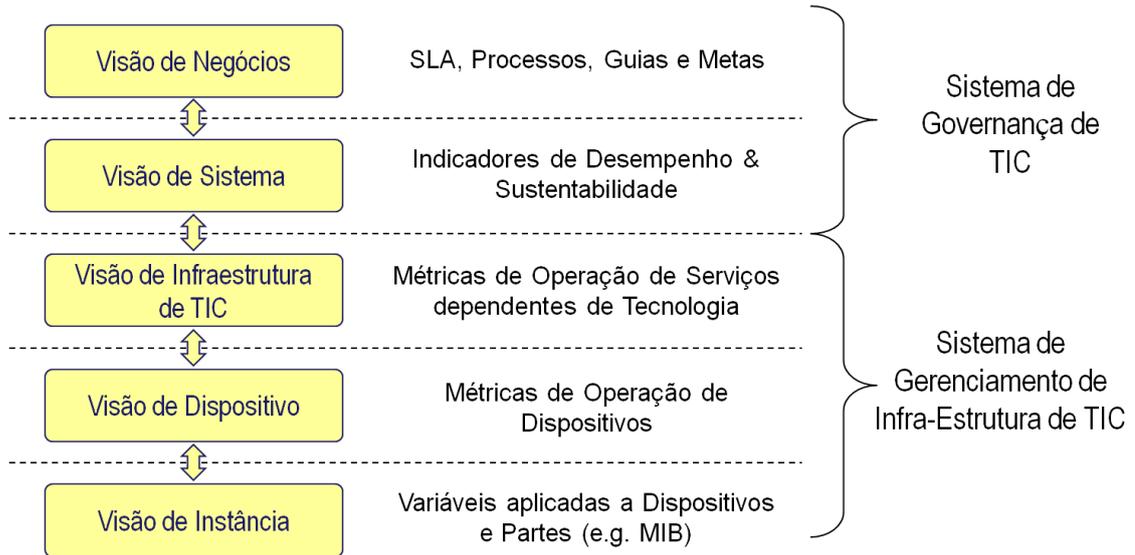


Figura 6.2 – Aplicação de Políticas de Sustentabilidade nos diferentes Níveis do Modelo de Gestão de TIC de uma Organização

Dentro do contexto deste trabalho, vale observar que no Nível de Infraestrutura de TIC será dada ênfase às Políticas de Infraestrutura de TIC aplicadas às Redes de Comunicação.

6.2.1 Níveis de Política de Sustentabilidade Corporativa e de TIC

Como já foi dito, em uma organização, profissionais com diferentes responsabilidades e funções têm diferentes visões da política. Por isso, são definidos os diferentes níveis de políticas, que precisam estar alinhadas entre si e ser consistentes.

As Políticas de Sustentabilidade Corporativa e de TIC são consideradas Políticas de Negócio, ditas de alto nível.

A Política de Sustentabilidade de TIC é uma entrada para o Planejamento Estratégico de TIC. Terá impacto direto na Missão, Visão e Valores que nortearão as ações da organização no que concerne à TIC, como também nos Planos de Ação, vinculados à execução desse Planejamento Estratégico, e em suas metas de desempenho e sustentabilidade.

Esta política será posteriormente traduzida para Políticas de Sustentabilidade de Sistemas e, destas, para diferentes políticas incluindo: Política de Sustentabilidade de DataCenter, de Redes de Comunicação, de Computadores Pessoais e assim por diante.

Para fins de exemplificação, a Tabela 6.1 mostra como uma regra da Política de Sustentabilidade de TIC pode ser mapeada em regras da Política de Sustentabilidade de Sistemas, considerando os processos de aquisição, operação e descarte.

Tabela 6.1 - Exemplo de Mapeamento de Política de Sustentabilidade de TIC em Políticas de Sustentabilidade de Sistema

Nível da Política	Processos	Regras
Política de Sustentabilidade de TIC		Todos os processos relacionados à TIC devem estar focados em Sustentabilidade.
Políticas de Sustentabilidade de Sistema	Aquisição	Só participam de editais ou RFPs (<i>Request for Proposals</i>) para aquisição de equipamentos de informática e telecomunicação os fornecedores de sistemas computacionais “verdes”.
	Operação	A instalação e operação de equipamentos de informática e telecomunicação devem estar baseadas em práticas sustentáveis de uso racional de recursos.
	Descarte	Os bens de informática e telecomunicação devem ter um fim sustentável, seja por meio do reuso, seja por meio de reciclagem.

Pode-se dizer, então, que os Níveis de Políticas servem para ligar aspectos estratégicos dos negócios a aspectos táticos e operacionais da organização.

Contudo, em cada nível, as Políticas entendidas como um conjunto de regras aplicam-se a subconjuntos de objetos, que são denominados **‘domínios da política’**. (STRASSNER, 2004). Um objeto pode pertencer a uma ou mais políticas.

A Figura 6.3 mostra os domínios definidos para os diferentes Níveis de Política de Sustentabilidade de TIC em uma organização.

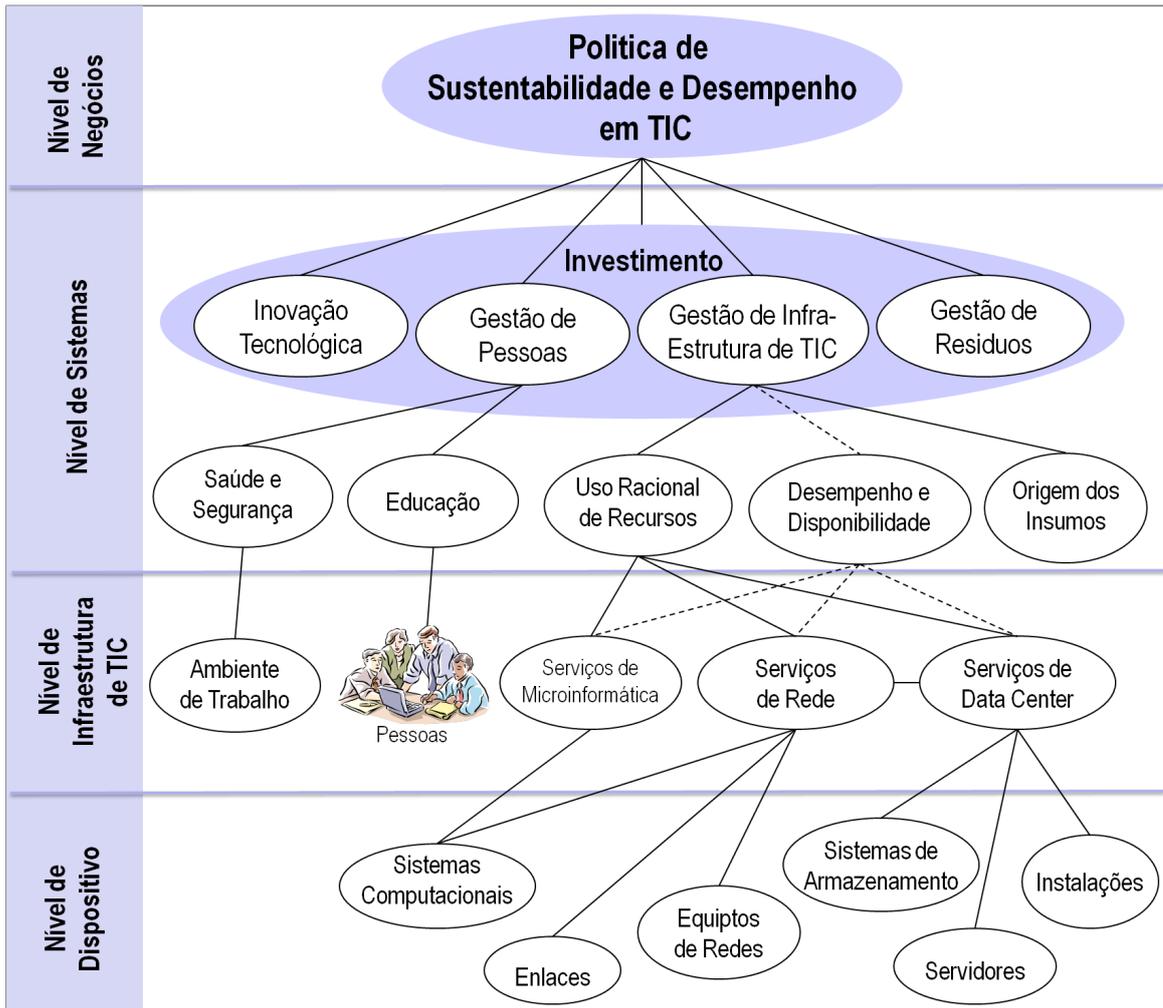


Figura 6.3 – Relação entre os Níveis de Política de Sustentabilidade de TIC de uma Organização

Pelo exemplo ilustrado por meio da Tabela 6.1, pode-se verificar que uma política em nível de negócio gerou três políticas no nível de sistema. De fato, uma política de um dado nível (n) pode gerar uma ou mais políticas no nível inferior (n-1), conforme mostra a Figura 6.4. Além disso, observa-se que uma regra de negócio pode percorrer todos os níveis de abstração e políticas para ser implementada.

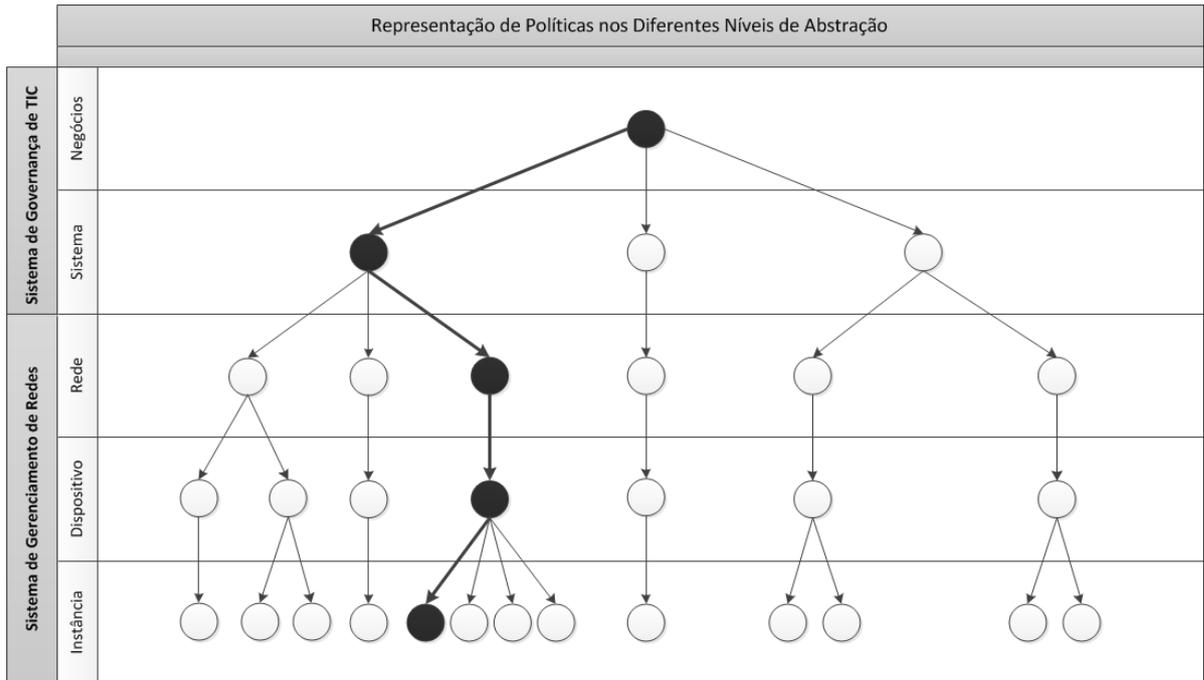


Figura 6.4 - Relação entre Políticas de diferentes Níveis

A Figura 6.5 mostra a relação entre os dados dos diferentes níveis de Políticas e o Repositório de Políticas de Sustentabilidade de TIC.

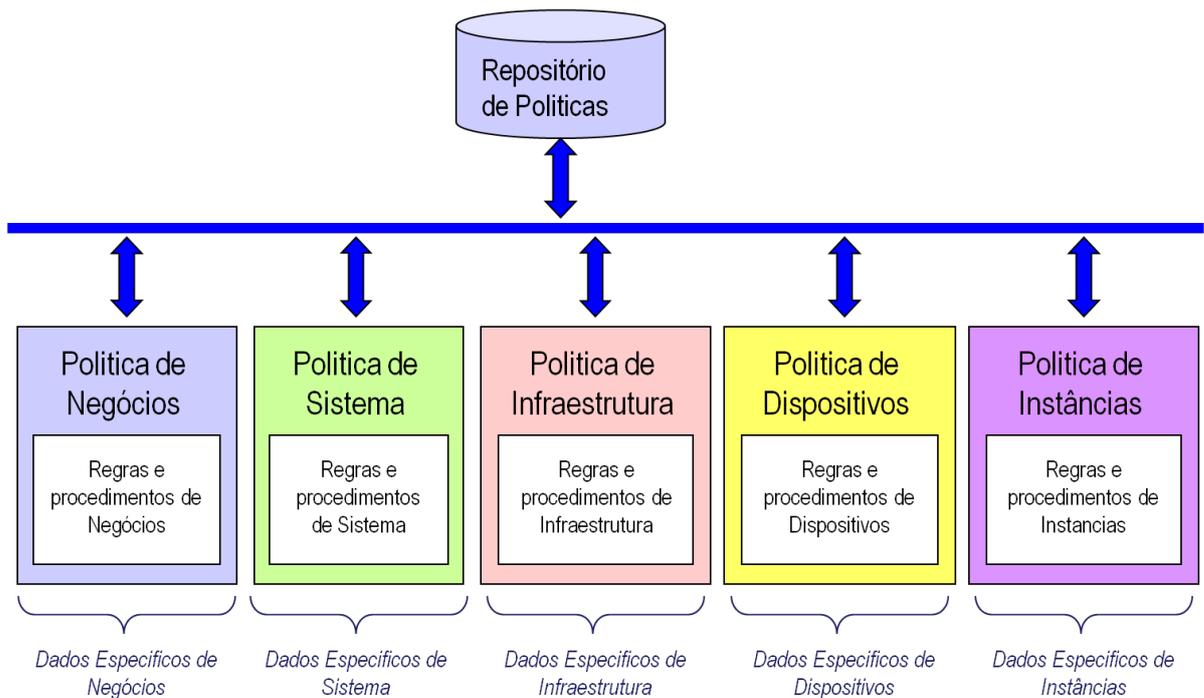


Figura 6.5 - Repositório de Políticas de Sustentabilidade de TIC

Nas próximas seções estão descritos os domínios para cada nível de Política de Sustentabilidade de TIC.

6.2.2 Domínios de Política de Sustentabilidade de Sistemas

Considerando que o objetivo principal é promover a gestão da Tecnologia da Informação e Comunicação sob a ótica de Sustentabilidade, identificam-se então os seguintes Domínios de Políticas de Sistema:

- **Investimentos:** Tendo em vista que, na grande maioria das organizações, a adoção de práticas sustentáveis requer mudanças de processos, mudanças tecnológicas e, sobretudo, mudanças culturais, é de fundamental importância que tais organizações tenham uma Política de Investimentos que viabilize essas mudanças. Esta Política engloba o investimento em **Gestão de Pessoas** como fator fundamental para alavancar mudanças culturais; **Gestão de Infraestrutura de TIC** para viabilizar a eficiência no uso de recursos, sejam eles energia elétrica, combustível, bens de informática, dentre outros, e a reengenharia de processos nas premissas de sustentabilidade; **Inovação Tecnológica** para fomentar o desenvolvimento de soluções e tecnologias alinhadas com os princípios de práticas sustentáveis e que tragam vantagens competitivas para a organização; e **Gestão de Resíduos**, permitindo o reaproveitamento e destinação sustentável dos resíduos, com ênfase nos resíduos de informática e telecomunicações.

Naturalmente, toda organização tem uma Política de Investimento mais ampla, envolvendo outros componentes que não apenas aqueles relacionados à Sustentabilidade e que não são objeto deste trabalho.

A Figura 6.6 mostra os elementos do **Domínio de Política de Investimentos** voltada à Sustentabilidade.



Figura 6.6 – Elementos do Domínio de Política de Investimentos

- **Gestão de Pessoas:** As políticas de Gestão de Pessoas com foco em Sustentabilidade consideram o exercício de práticas sustentáveis como o fator de desempenho nas diferentes fases da vida do funcionário na organização, seja como critério relevante nos processos de seleção e contratação, seja no plano de ascensão de carreira com concessão de benefícios atrelada a tais práticas. Além disso, inclui ações referentes à Saúde, Segurança e Educação, sendo que algumas modalidades de ações de Educação estendem-se a fornecedores, usuários e/ou clientes e pessoas da comunidade local.

A Figura 6.7 mostra os elementos que compõem o **Domínio de Gestão de Pessoas**.

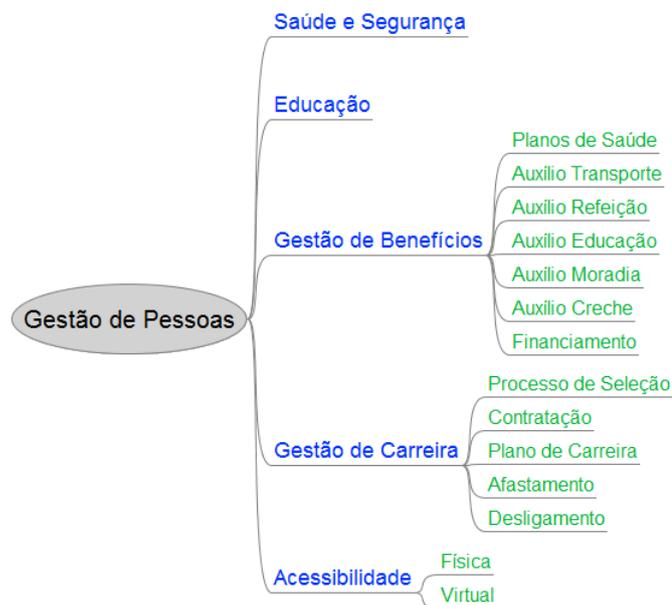


Figura 6.7 – Elementos do Domínio de Política de Gestão de Pessoas

- **Educação no Trabalho:** As políticas de Educação têm, como principal objetivo, o desenvolvimento de competências para o aprimoramento do próprio negócio da organização e formação de pessoas, com foco em Sustentabilidades. Além disso, deve promover o alinhamento e melhor relacionamento com seus fornecedores, usuários/clientes e comunidade local.

Tais políticas envolvem, portanto, todos os participantes (stakeholders) relacionados à organização, incluindo os funcionários, fornecedores, usuários e/ou clientes e comunidade local. Dentro do escopo deste trabalho, as atividades de

educação incluem as áreas corporativa, específica de TIC (Tecnologia da Informação e Comunicação) e sustentabilidade, sendo esta última tratada no contexto geral e aplicada à realidade da organização e, especificamente, à TIC.

Essas atividades de educação englobam desde campanhas educacionais visando, por exemplo, a disseminação do uso de coleta seletiva ou a economia de energia elétrica desligando-se monitores quando os computadores não estiverem em uso, a realização e participação de eventos temáticos internos e externos até a oferta de treinamentos voltados para o desenvolvimento de competências sejam elas nas áreas de administração e gestão, serviços gerais, TIC e sustentabilidade.

A Figura 6.8 mostra os elementos que compõem o **Domínio de Política de Educação no Trabalho**.

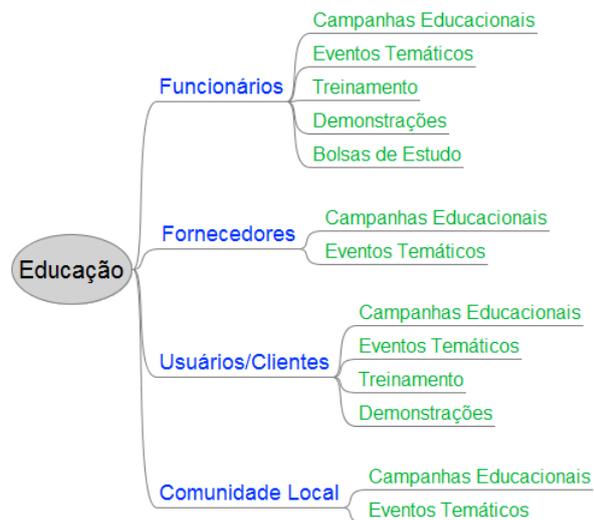


Figura 6.8 – Elementos do Domínio de Política de Educação no Trabalho

- **Saúde e Segurança no Trabalho:** As políticas de Saúde e Segurança no Trabalho têm como objetivo garantir que a organização opere dentro das leis e normas municipais, estaduais e federais vigentes no que diz respeito às condições do local de trabalho e proteção ao funcionário. Tais políticas podem incluir a realização de campanhas educacionais, eventos temáticos e treinamentos nas áreas de saúde preventiva e segurança no trabalho oferecidos aos funcionários, além de práticas preventivas e o constante acompanhamento de índices de doenças ocupacionais,

incidentes do trabalho e da adesão e obediência às legislações pertinentes nessas áreas.

A Figura 6.9 mostra os elementos que compõem o **Domínio de Política de Saúde Preventiva e Segurança no Trabalho**.



Figura 6.9 – Elementos do Domínio de Política de Saúde e Segurança no Trabalho

- **Infraestrutura de TIC:** As políticas de Infraestrutura de TIC visam garantir a aquisição de bens permanentes e de consumo preferencialmente sustentáveis assim como o uso racional desses bens, evitando-se desperdícios e promovendo a eficiência de seu manuseio.

A Figura 6.10 mostra os elementos que compõem o **Domínio de Política de Infraestrutura de TIC**.

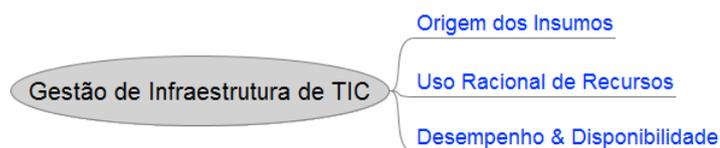


Figura 6.10 – Elementos do Domínio de Política de Infraestrutura de TIC

- **Origem dos Insumos:** Partindo do pressuposto que se deseja ter uma organização “Sustentável” sob os aspectos econômico, social, ambiental e cultural, é de suma importância que se passe a fazer uso de equipamentos de TIC e bens de consumo ditos “verdes”, “reciclados”, recicláveis” e/ou “biodegradáveis”. Isto significa que fornecedores alinhados com políticas de sustentabilidade e que proveem este tipo

de produto devem ter prioridade sobre fornecedores com menor comprometimento com políticas de sustentabilidade e que não trabalham com esse tipo de linhas de produtos.

O alinhamento com políticas de sustentabilidade não implica exclusivamente no fornecimento de produtos “verdes”, reciclados, recicláveis ou biodegradáveis. Implica, também, na gestão de sua empresa de modo sustentável segundo as ordens econômicas, sociais, ambientais e culturais. Isto significa que um fornecedor pode oferecer um produto “verde”, i.é, isento de substâncias tóxicas, mas na sua linha de produção a água poluída pelos processos fabris não é tratada, e os funcionários trabalham em ambiente imerso em elementos poluentes, nocivos à sua saúde.

Um bom balizador para avaliar o comprometimento de um fornecedor com políticas de sustentabilidade é sua adesão ao GRI (*GLOBAL REPORT INITIATIVES*, 2012). Outras opções são a norma ISO 14.001 (2005) voltada para Gestão Ambiental e padrões específicos para cada setor da indústria (SEIFFERT, 2011).

Além dos fornecedores e dos produtos em si, devem ser consideradas as embalagens, que podem ser confeccionadas em materiais reciclados, ser recicláveis ou biodegradáveis.

A Figura 6.11 mostra os elementos que compõem o **Domínio de Política de Origem dos Insumos**, abrangendo os fornecedores, produtos e embalagens.

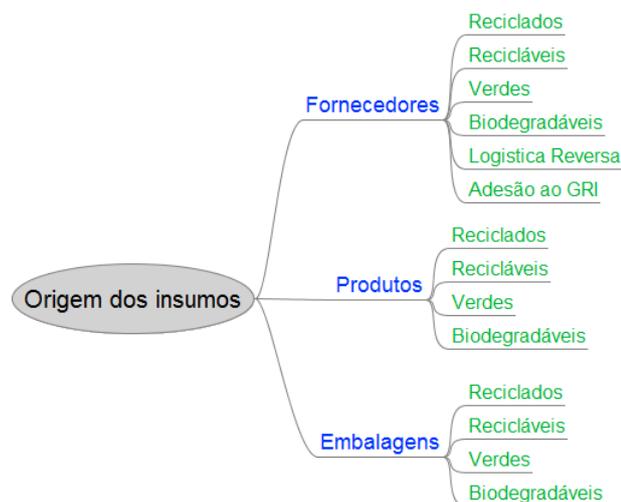


Figura 6.11 - Elementos do Domínio de Política de Origem dos Insumos

- **Uso Racional de Recursos:** As políticas que visam o uso racional de recursos, tipicamente, permeiam toda a empresa. Como exemplo, pode-se mencionar o uso racional de energia elétrica, que abrange desde a instalação de sensores de presença para acionar o sistema de iluminação, a configuração de computadores no modo de economia de energia quando não usados, até a adoção de soluções de virtualização de servidores em DataCenters. Isto significa que, quando uma organização define como uma de suas metas atingir, por exemplo, 10% de economia de energia elétrica por ano, isto tem reflexo em vários setores da organização. Tais setores, no caso do exemplo acima, incluem: a infraestrutura predial com a substituição de interruptores de luz elétrica normais por interruptores acionados por sensores de presença até a infraestrutura de TIC no que tange tanto à configuração de computadores de mesa como também dos servidores do DataCenter.

Além das medidas referentes ao uso racional de recursos, a organização deve ter práticas que evitem a perda de quaisquer tipos de bens, seja por acidente, por armazenamento ou manuseio inadequado. Neste caso, esta política deve estabelecer objetivos de anular as ocorrências de perdas.

A Figura 6.12 traz uma árvore de interdependência aplicada ao uso racional dos recursos dentro de uma empresa, incluindo: água, combustível, energia elétrica e bens de modo geral. Esta árvore deve ser empregada, por exemplo, para estabelecer como a política de uso racional de um recurso em nível de negócio depende ou reflete na aplicação desta mesma política em diferentes unidades de negócio, setores ou atividades dessa mesma organização.

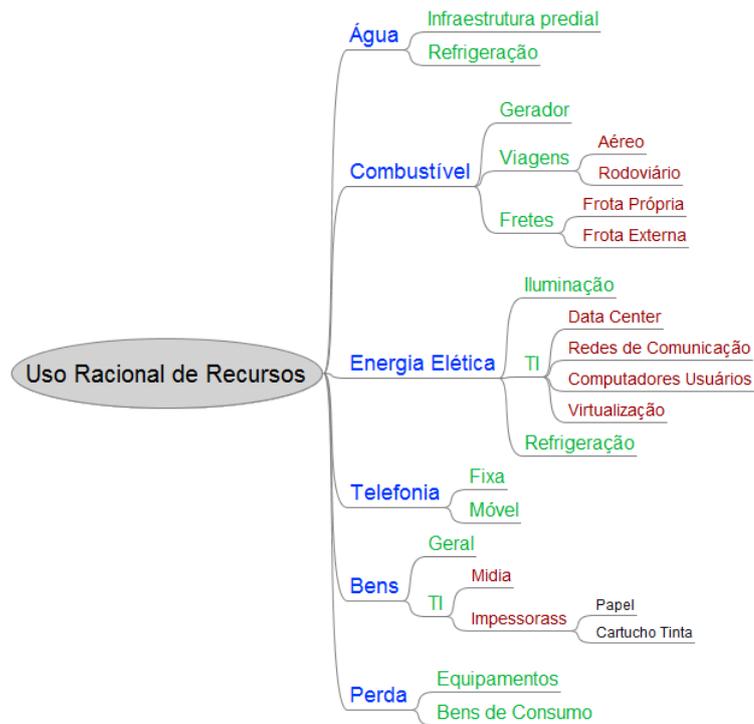


Figura 6.12 – Elementos do Domínio de Política de Uso Racional de Recursos

- **Inovação Tecnológica:** Esta política visa promover o desenvolvimento de soluções tecnológicas ou tecnologias que tenham como resultado o uso mais eficiente de recursos da organização, sejam eles naturais ou manufaturados. Como exemplo pode-se citar o desenvolvimento de ferramentas de trabalho colaborativo, que facilitam o trabalho colaborativo entre profissionais residentes em locais geograficamente distribuídos, reduzindo os deslocamentos de pessoas para participarem de reuniões presenciais.

A Figura 6.13 mostra os diferentes elementos do **Domínio de Política de Inovação Tecnológica**.



Figura 6.13 - Elementos do Domínio de Política de Inovação Tecnológica

- **Gestão de Resíduos:** A política referente à **Gestão de Resíduos** tem como objetivo regulamentar os procedimentos de tratamento de resíduos, sejam eles gasosos, líquidos e sólidos, além de permitir uma avaliação de como tais procedimentos têm evoluído em termos de abrangência e eficácia. Merece destaque a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) que regulamenta a responsabilidade compartilhada em relação aos resíduos sólidos descartados como sendo do fabricante, do usuário e até da revenda.

Nesse contexto, são considerados como resíduos sólidos os bens de consumo de propósito geral e bens de informática e telecomunicações, equipamentos eletroeletrônicos e embalagens. O objetivo é maximizar o volume de resíduos que podem ser reaproveitados ou reciclados, em detrimento daqueles que devem ser descartados.

A Figura 6.14 mostra os elementos que compõem o **Domínio de Política de Gestão de Resíduos**.

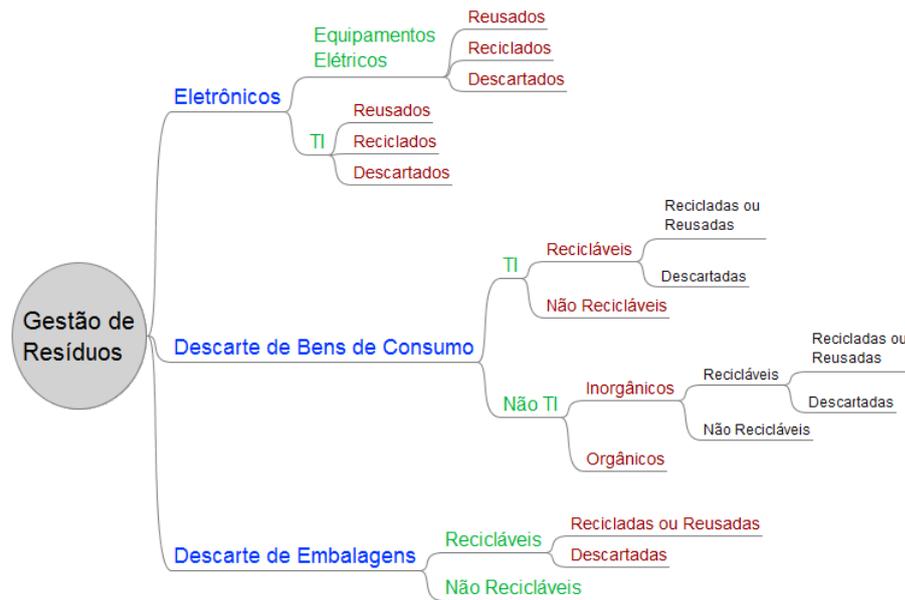


Figura 6.14 – Elementos do Domínio de Política de Gestão de Resíduos

As políticas associadas a cada um desses domínios afetam diferentes atividades de suporte e/ou primárias do modelo de cadeia de valor de Porter (PORTER, 2008), conforme explicado no capítulo 7.

Tais Domínios de Políticas podem estar organizados de modo hierárquico. Neste caso, as regras aplicadas ao domínio de nível superior nesta hierarquia são herdadas pelo domínio de nível inferior. Ou ainda, um Domínio de Política pode estar contido em outro Domínio ou pode haver sobreposição parcial entre os elementos de uma ou outra política sem que haja uma relação de hierarquia dos diferentes Domínios de Política.

Dentro do escopo deste trabalho, pode-se observar que existem sobreposições entre alguns Domínios de Política. Como exemplos podem-se citar os domínios: “Saúde e Segurança no Trabalho”, “Marketing & Venda” e “Serviços de Pós-Venda”, que têm sobreposição ao domínio “Educação”. De modo análogo, o domínio “Investimento” tem influência direta sobre o domínio “Educação”, pois as ações em relação à Educação ficam limitadas ou restritas em função da política de investimento adotada.

A Figura 6.15 mostra os diferentes Domínios de Política de Sustentabilidade em nível de Sistema e sua inserção no escopo dos Pilares de Sustentabilidade, a saber: econômico, social, ambiental e cultural.

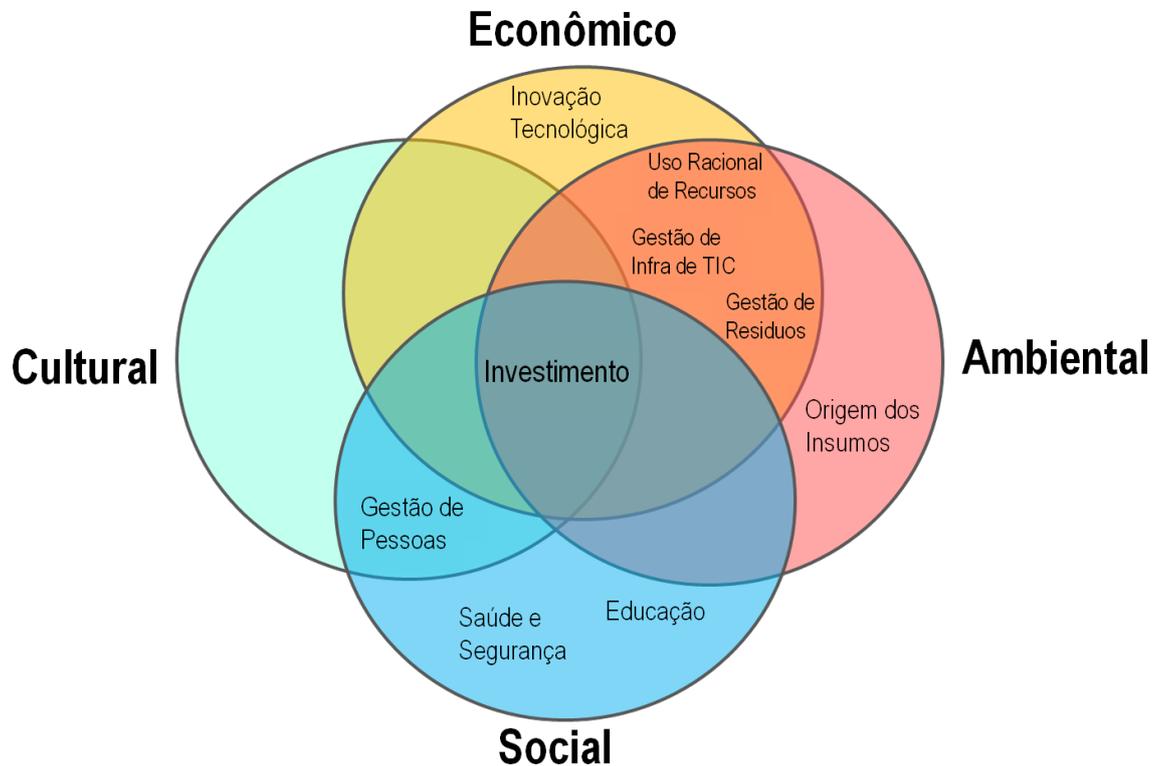


Figura 6.15 – Domínios de Políticas de Sustentabilidade de Sistema e Pilares de Sustentabilidade

Além desses domínios específicos para a área de Sustentabilidade, na Figura 6.3 identifica-se outro domínio, o de Desempenho e Disponibilidade. Em última análise, quando se fala em Política de Uso Racional de Recursos, em uma situação extrema, se desligarmos todos os equipamentos, sejam do DataCenter, das Redes ou os próprios Computadores Pessoais, tem-se uma situação de máxima eficiência energética; no entanto, como consequência, tem-se no outro extremo “zero” de disponibilidade e de desempenho para a infraestrutura de TIC. Pode-se afirmar que qualquer ação no sentido de se obter máxima eficiência dos recursos de TIC precisa ser avaliada concomitantemente ao impacto no desempenho e disponibilidade na infraestrutura de TIC como um todo. (AMARAL, 2012)

6.2.3 Domínios de Política de Sustentabilidade de Infraestrutura de TIC

No nível de infraestrutura de TIC, podem-se identificar os seguintes domínios principais de Política de Sustentabilidade em TIC:

- **Serviços de DataCenter:** Esta política depende da classificação do DataCenter e, também, das modalidades de serviços oferecidos. As normas ANSI/TIA-942 classificam os DataCenters em quatro níveis (ou Tiers), que possuem diferentes níveis de redundância, disponibilidade e segurança. Certamente, um DataCenter Tier 1 apresenta requisitos de operação com, por exemplo, disponibilidade de 99.671% menos rígidos que um DataCenter Tier 4, com, por exemplo, disponibilidade de 99.995%. (TELECOMMUNICATIONS INDUSTRY ASSOCIATION, 2010). Este domínio herda regras dos Domínios de **Uso Racional de Recursos, de Desempenho e Disponibilidade**.
- **Serviços de Redes de Comunicação:** Da mesma forma que o domínio apresentado anteriormente, este domínio herda regras tanto do Domínio de **Uso Racional de Recursos** como de **Desempenho e Disponibilidade**. Como exemplo pode-se citar a situação em que se coloca um equipamento de rede em estado **de hibernação** (estado sleep) devido à baixa demanda de tráfego; se ocorre um aumento de tráfego repentino o estado desse equipamento deve passar a **ativo**. O tempo de comutação do estado **de hibernação** para o estado **ativo**, e vice-versa, pode comprometer o desempenho da rede e torná-la indisponível por um determinado período. Isto significa que o fato de colocar um equipamento em estado de hibernação para economizar energia (Política de **Uso Racional de Recursos**) pode comprometer o desempenho e disponibilidade da rede (Política de **Desempenho e Disponibilidade**).

A Política de **Serviços de Redes** é exercida por Sistemas de Gerenciamento de Redes – que recebem informações referentes aos parâmetros de operação de rede – e monitora e controla as redes e os seus equipamentos de modo a atingir os valores alvo de operação (por exemplo, taxa máxima de perda de pacotes) estabelecidos pela política.

- **Serviços de Microinformática:** Esta política define regras para uso e operação de computadores alocados a usuários finais ou a grupos de usuários finais. Como exemplo de política, pode-se citar a obrigatoriedade de colocar o computador no modo de economia de energia, quando não usado.

Nas próximas seções, serão detalhados os Domínios de Política de Sustentabilidade voltados para Serviços de Rede, DataCenter e Microinformática.

6.2.3.1 Domínios de Política de Sustentabilidade de Serviços de Rede

Como Domínios de Política de Sustentabilidade dentro do escopo de Serviços Redes de Comunicação devem ser considerados (STRASSNER, 2004):

- **Serviços do Usuário Final:** Esta política abrange os serviços visíveis ao usuário. Como exemplos, podem-se citar o suporte a VPN (*Virtual Private Network*), Encrytação de Pacotes e Alocação de Circuito com capacidade de transmissão garantida por período limitado. A alocação de circuitos não é um serviço de rede comum e aparece mais em redes experimentais, como são os casos das redes CANARIE (Canadá), Internet2 (EUA) e Redes-H da RNP (Brasil) (RNP, 2011). Contudo, ainda emerge como tendência. No caso de oferta desse tipo de serviço, há sobreposição entre este domínio e o Domínio de **Política para Serviços de Alocação de Recursos**.
- **Serviços de Alocação de Recursos:** incluem políticas referentes a serviços e funcionalidades que habilitam aplicações e serviços do próprio usuário. Englobam outros subdomínios de políticas referentes a:
 - **QoS (*Quality of Service*):** Esta política depende dos contratos de serviços estabelecidos com os usuários e clientes dos serviços de rede, que podem ser unidades de negócio dentro da mesma organização ou outras organizações. Tais contratos estabelecem SLA (*Service Level Agreements*) em nível de negócio (Política de Nível de Negócio).

Parâmetros ou métricas de QoS podem incluir valores de banda de transmissão garantida, valores máximos para atraso e variação de atraso, valores máximos de perda de pacotes e até disponibilidade dos próprios serviços de rede. Aplicações diferentes possuem requisitos de qualidade de serviço diferenciados. No caso do vídeo interativo, além de requisitos de baixo atraso e variação de atraso também presentes no caso de transmissão de voz, tem-se o requisito de banda de transmissão larga. Como exemplo, pode-se citar a banda de transmissão de uma videoconferência empregando-se padrão Full HDV (*High Definition Video*) que é de 1,5 Gbps para vídeo com compressão, ou entre 4 a 6 Gbps para vídeo sem compressão (MARGOLIS, 2011).

- **Eficiência Energética:** Esta política determina regras de operação de equipamentos de rede de modo a maximizar a eficiência energética no uso de tais equipamentos. Como exemplo, pode-se definir que equipamentos com taxa de utilização muito baixa sejam colocados no estado de hibernação, redirecionando-se o seu tráfego para outras rotas. Este tipo de política pode vir a comprometer o desempenho e disponibilidade da rede, principalmente, em situações de pico de tráfego, quando tais equipamentos deverão ser colocados no estado ativo. O que quer dizer que esta política deve atuar de modo conjunto com a política de QoS. Essa questão de eficiência energética e sua relação com desempenho e disponibilidade é discutida em (AMARAL et AL., 2012).
- **Controle de Ciclo de Vida:** Dentro do contexto de Sustentabilidade, o controle do ciclo de vida dos equipamentos de rede e de quaisquer outros sistemas computacionais é de suma importância, tendo em vista que um ciclo de vida abreviado tem como consequência maior volume de descarte de resíduos eletroeletrônicos. Esta política determina regras e procedimentos de operação que visam aumentar o ciclo de vida dos equipamentos.

Estes Domínios de Política aplicam-se no âmbito de:

- **Redes:** Constituem-se de uma ou mais sub-redes interconectadas. Tais redes podem ser: redes de longa distância (WAN – *Wide Area Network*), metropolitanas (MAN – *Metropolitan Area Network*), locais (LAN – *Local Area Network*). Como exemplo, pode-se citar o caso da rede backbone de um prédio, que interconecta várias redes locais existentes nos andares desse prédio.
- **Sub-redes:** Uma sub-rede constitui-se de vários sistemas computacionais e equipamentos de rede conectados. As sub-redes são também classificadas em redes de longa distância (WAN), metropolitanas (MAN), locais (LAN) e, por último, as PANs (*Personal Area Networks*).

Na Figura 6.16, são mostrados os elementos do **Domínio da Política de Serviços de Rede**. No contexto deste trabalho será dada ênfase ao **Domínio de Política de Eficiência Energética** e seus impactos no desempenho e disponibilidade dos serviços de rede.

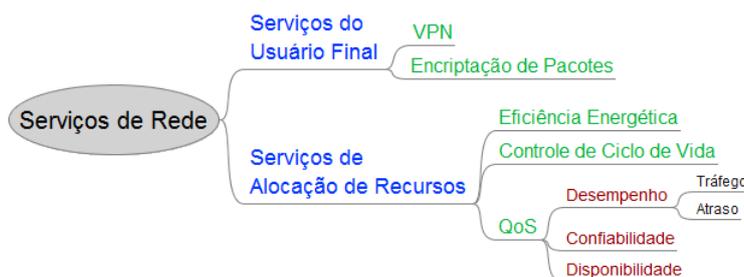


Figura 6.16 - Elementos do Domínio de Política de Serviços de Rede

6.2.3.2 Domínios de Política de Sustentabilidade de Serviços de DataCenter

Similarmente aos Serviços de Rede, como Domínios de Política de Sustentabilidade no escopo de Serviços de DataCenter, devem ser considerados:

- **Serviços do Usuário Final:** Esta política abrange os serviços visíveis ao usuário. Como exemplos, podem-se citar serviços de: hospedagem de servidores (físicos ou virtuais), hospedagem de aplicações, hospedagem de sites, dentre outros.

- **Serviços de Alocação de Recursos:** incluem políticas referentes a serviços e funcionalidades que habilitam aplicações e serviços do próprio usuário. Englobam outros subdomínios de políticas referentes a:
 - **Sistemas de Armazenamento:** Relaciona-se com a política de armazenamento de informações em quaisquer formatos e mídias (dados, voz e vídeo). Este domínio contém outros subdomínios referentes a Eficiência Energética, Qualidade de Serviço e Controle de Ciclo de Vida.
 - **QoS (Quality of Service):** Esta política depende dos contratos de serviços estabelecidos com os usuários e clientes dos serviços de armazenamento no DataCenter, que podem ser unidades de negócio dentro da mesma organização ou outras organizações. Tais contratos estabelecem SLA (*Service Level Agreements*) em nível de negócio (Política de Nível de Negócio). Como exemplo de métrica pode-se citar o AFR (*Annual Failure Rate*), que associa o MBTF (*Mean Time Between Failures*) com o número de horas que o equipamento fica ativo por ano.
 - **Eficiência Energética:** Esta política determina regras de operação de equipamentos de um DataCenter de modo a maximizar a eficiência energética no uso de tais equipamentos. Como exemplo de métrica, pode-se citar a capacidade de armazenamento por watt, taxa de bits transferidos/watt.
 - **Controle de Ciclo de Vida:** Dentro do contexto de Sustentabilidade, o controle do ciclo de vida dos equipamentos de um DataCenter é igualmente de suma importância para reduzir o volume de resíduos eletroeletrônicos descartados. Esta política determina regras e procedimentos de operação que visam aumentar o ciclo de vida dos equipamentos.
 - **Servidores Físicos e Virtuais:** Está relacionada à política de hospedagem de servidores tanto físicos como virtuais. Este domínio também contém outros subdomínios de políticas referentes a Eficiência Energética, Qualidade de Serviço e Controle de Ciclo de Vida,

equivalentes ao descrito para Sistemas de Armazenamento. Como exemplos de métricas podem ser citados: o IOPS, que é definido como o número de operações de I/O (Entrada/Saída) por watt, e o AFR (*Anual Failure Rate*), já mencionado anteriormente.

- **Gestão de Instalações:** Esta política é aplicada à operação e manutenção de recursos gerais para o DataCenter, incluindo alimentação elétrica e refrigeração. Este domínio também contém outros subdomínios de políticas referentes a Eficiência Energética, Qualidade de Serviço e Controle de Ciclo de Vida.

Alguns exemplos de métricas importantes são (SCHUTZ, 2009):

- PUE (*Power Usage Effectiveness*) que é definido pela capacidade total de alimentação do DataCenter segundo o total de alimentação consumida pelos equipamentos de TIC.
 - DCiE (*DataCenter Efficiency*) que é definido como o total de alimentação consumida pelos equipamentos de TIC segundo a capacidade total de alimentação do DataCenter. É igual a $1/PUE$.
- **Conectividade:** A política definida para serviços de conectividade coincide com aquela definida para serviços de rede descritos em seção anterior.

Na Figura 6.17, são mostrados os elementos do **Domínio da Política de Serviços de DataCenter**.

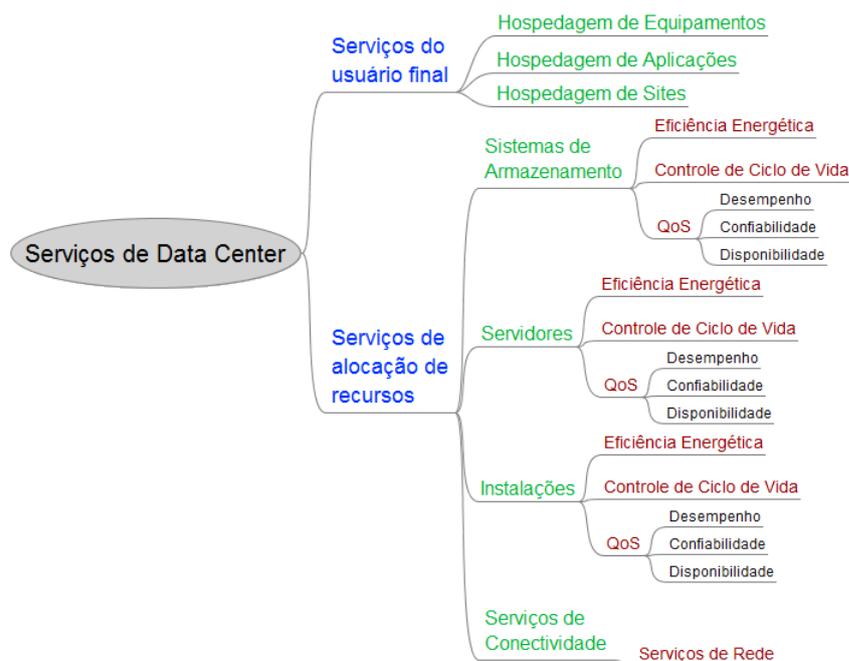


Figura 6.17 - Elementos do Domínio de Política de Serviços de DataCenter

6.2.3.3 Domínios de Política de Sustentabilidade de Serviços de Microinformática

De modo similar aos Serviços de Rede, como Domínios de Política de Sustentabilidade dentro do escopo de Serviços de Microinformática tem-se:

- **Serviços do Usuário Final:** Esta política abrange os serviços visíveis ao usuário. Como exemplos, podem-se citar serviços de: configuração e manutenção de computadores pessoais, incluindo máquinas desktops, notebooks, netbooks e outros; de impressoras, de scanners e outros equipamentos de informática e/ou telecomunicações.
- **Serviços de Alocação de Recursos:** Incluem políticas referentes a serviços e funcionalidades que habilitam aplicações e serviços do próprio usuário. Englobam outros subdomínios de políticas referentes a Eficiência Energética, Qualidade de Serviço e Controle de Ciclo de Vida, muito semelhantes ao apresentado para Políticas de Serviços de Rede e DataCenter.

Na Figura 6.18, são mostrados os elementos do **Domínio da Política de Serviços de Microinformática**.

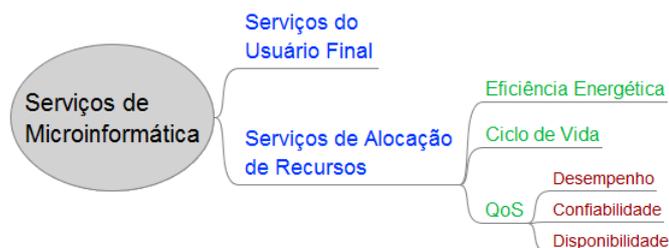


Figura 6.18 - Elementos do Domínio de Política de Serviços de Microinformática

6.2.4 Domínios de Política de Sustentabilidade de Dispositivos de Rede

De modo simplificado, pode-se dizer que a infraestrutura de uma rede de comunicação é composta basicamente de equipamentos de rede, sistemas computacionais e enlaces usados para interconectá-los.

Como Domínios de Política de Sustentabilidade dentro do Escopo de Dispositivo de Redes de Comunicação devem ser considerados (vide Figura 6.19):

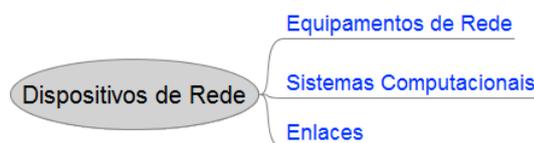


Figura 6.19 - Domínios de Política de Sustentabilidade de Dispositivos de Rede

- **Equipamentos de Redes:** Os equipamentos podem pertencer às redes de *backbone*, redes de distribuição ou redes de acesso. Equipamentos empregados em um ou outro caso têm portes diferentes, i.é, têm capacidades de transmissão e de encaminhamento de pacotes, quadros ou bits diferentes. Tipicamente, o porte dos equipamentos da rede *backbone* é maior, enquanto o de acesso é menor.

Para exercer estas funções, por exemplo, de equipamento de *backbone*, pode-se empregar um roteador ou um switch camada 7 ou 3. Os tipos de equipamentos, como roteador, switches, firewall, dentre outros, são referidos, no contexto deste trabalho, como “papéis” vinculados a um objeto – “equipamento de rede”.

O Domínio de Política de Gerenciamento de Equipamentos de Rede inclui, então, outros subdomínios referentes às Políticas de Equipamentos de Backbone, de Distribuição e Acesso, conforme mostra a Figura 6.20.

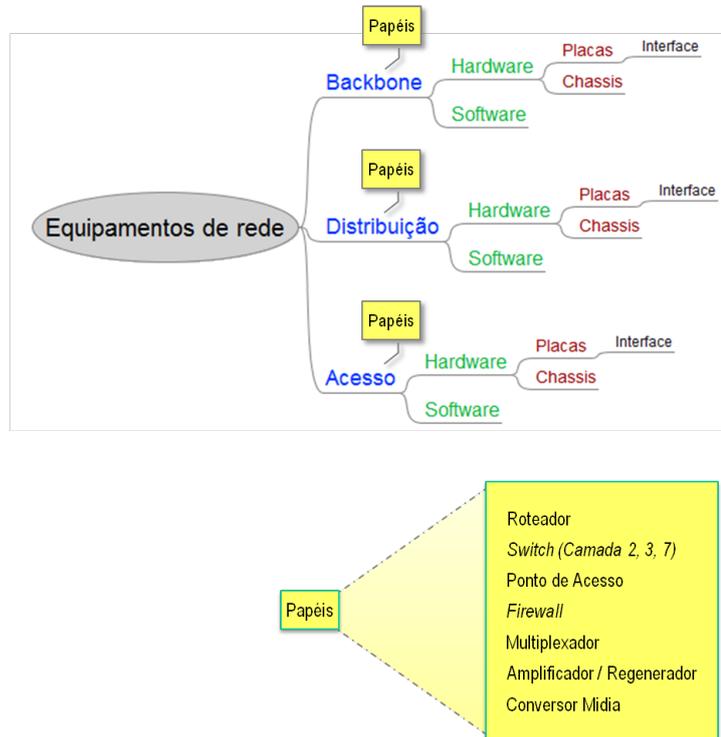


Figura 6.20 – Subdomínios da Política de Equipamentos de Rede

- **Sistemas Computacionais:** Consideram-se todos os sistemas computacionais, que não sejam equipamentos de rede, mas que possuem interfaces de comunicação com algum tipo de rede, seja ela local, metropolitana ou de longa distância. Tal interface pode ser óptica, elétrica ou sem fio. Exemplos de diferentes tipos de sistemas computacionais: servidores, computadores pessoais e impressoras. Tais tipos de sistemas computacionais são identificados como “papéis” associados a um objeto – “sistema computacional” (vide Figura 6.21).

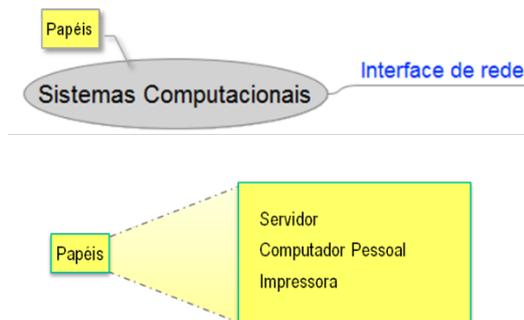


Figura 6.21 – Domínio da Política de Sistemas Computacionais

- **Enlaces de Rede:** Os enlaces são usados para interconectar equipamentos de rede e sistemas computacionais, constituindo-se uma rede. São previstos três tipos de enlaces: óptico, metálico e sem fio. Tais tipos de enlaces são identificados como “papéis” associados um objeto – “enlace” (vide Figura 6.22).

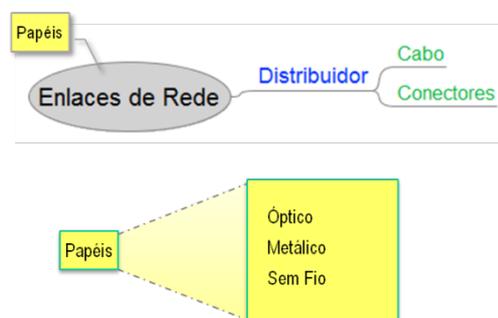


Figura 6.22 – Domínio da Política de Enlaces de Rede

6.3 Considerações Finais

Este capítulo apresentou uma visão geral do Modelo de Gestão de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) e descreveu os Domínios de Políticas de Sustentabilidade para os Níveis de Negócio, Sistema, Infraestrutura de TIC e Dispositivos (aplicado a redes), conforme Figura 6.2.

Nessa mesma figura é mostrado que o Sistema de Governança de TIC é responsável pela aplicação de políticas dos dois primeiros níveis: Negócio e Sistema. O detalhamento dos Níveis de Negócio (Planejamento Estratégico) e de Sistema (Modelo de Governança), bem como dos indicadores de Sustentabilidade e Desempenho envolvidos será apresentado no capítulo 7.

Ainda na Figura 6.2, observa-se que o Sistema de Gerenciamento de Infraestrutura de TIC é responsável pela aplicação das políticas dos três últimos níveis: Infraestrutura de TIC, Dispositivo e Instância. Dentro do escopo deste trabalho, será dada ênfase à área de redes como Infraestrutura de TIC. No capítulo 8, é apresentado o Sistema de Gerenciamento de Redes, responsável pela aplicação de políticas nos níveis de Rede, Dispositivo e Instância, conforme mostra a Figura 6.23.

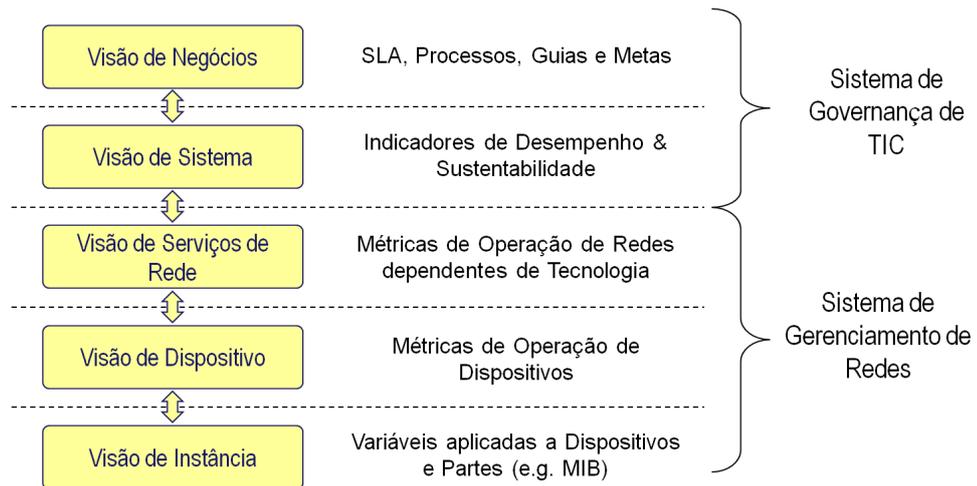


Figura 6.23 – Aplicação de Políticas de Sustentabilidade para Serviços de Redes de uma Organização

7 MODELO DE GESTÃO DE TIC - NÍVEIS DE NEGÓCIO E SISTEMA

Neste capítulo são detalhados os níveis de **Negócio** e **Sistema** do Modelo de Gestão de Tecnologia da Informação e Comunicação proposto no capítulo anterior. Estes níveis contemplam, respectivamente, o **Planejamento Estratégico** e a **Governança de TIC**.

No caso do **Planejamento Estratégico TIC**, é apresentado um modelo geral para o seu desenvolvimento com foco em Sustentabilidade, envolvendo toda a organização. Observa-se que as diretrizes de Sustentabilidade dadas pelos gestores da organização podem estar presentes na missão, nas crenças, mas o mais importante é que estejam inseridas nas suas atividades e processos do dia a dia. Tendo isto como ponto de partida, foram especificadas **metas orientadas à sustentabilidade** para cada uma das **atividades de suporte** e **atividades primárias** da organização, seja ela uma empresa prestadora de serviços de TIC ou seja uma unidade de negócio que presta serviços de TIC para outras unidades de negócio da mesma organização.

A partir das metas de desempenho e sustentabilidade definidas no nível de **Negócio** do modelo proposto, são especificados os **indicadores de sustentabilidade** que irão nortear as ações de Sustentabilidade da **Governança de TIC**. São apresentados um método geral que pode ser empregado na implantação de Governança de TIC e um modelo geral de Governança de TIC, que faz uso de outros modelos e de boas práticas consagradas no mercado.

7.1 Planejamento Estratégico de TIC

O **Planejamento Estratégico de TIC** orientado à Sustentabilidade inicia-se pela especificação dos **Objetivos de Desempenho e Sustentabilidade** e de uma **Política de Sustentabilidade de TIC** desenvolvida para a organização.

Sua elaboração cria uma linha mestra de ação orientada, neste caso, às premissas de Sustentabilidade, que deve guiar todas as ações corporativas e dos diversos segmentos do negócio da instituição. Pode-se dizer que a estratégia é assim criada (HAX, 1996):

- Determina e revela o **propósito da organização** quanto aos seus **objetivos** de médio e longo prazos, **planos de ação**, e prioridades de **alocação de recursos**.
- Cria um padrão de decisões integrado, unificado e coerente.
- Permite desenvolver e nutrir as competências centrais da organização.
- Busca obter uma **vantagem sustentável** para o negócio da instituição, respondendo apropriadamente às **oportunidades e ameaças** do seu ambiente, tendo em vista seus pontos **fracos e fortes**.
- Identifica tarefas gerenciais em níveis corporativo, de negócio e funcional.
- Oferece meios para **investir** seletivamente em **recursos tangíveis e intangíveis**, e desenvolver capacidades que garantam vantagem competitiva sustentável.

No ponto de partida para a elaboração do Planejamento Estratégico de TIC orientado à Sustentabilidade estão os Objetivos de Desempenho e Sustentabilidade e a Política de Sustentabilidade de TIC da organização, além do conhecimento sobre a própria organização e do ambiente onde se insere.

Para tanto, faz-se necessário conhecer:

- Período de validade do Planejamento Estratégico.
- **Áreas geográficas de atuação** que delimitam o mercado em que a organização atua.
- **Áreas de atuação da organização**, definindo-se os produtos e serviços que a organização vai oferecer aos seus clientes, como tais clientes estão segmentados e como tais produtos e serviços serão distribuídos. No caso de TIC, podem ser considerados: infraestrutura de rede local e de longa distância, DataCenter, serviços de videoconferência, serviços de streaming de vídeo e, por último, serviços de manutenção de sistemas computacionais.

A partir daí, realiza-se a conhecida análise SWOT (*Strength, Weakness, Opportunities and Threats*), determinam-se a Missão e Visão da organização, mapeiam-se as suas competências, e, finalmente, formula-se a sua estratégia.

7.1.1 Análise SWOT

No caso da análise SWOT, tem-se:

A. **Identificação das principais ameaças e oportunidades**, considerando-se os fatores de mercado, econômicos, tecnológicos, ambientais, políticos, sociais, culturais, legais e humanos para cada área de atuação da organização.

Como exemplos, podem-se citar:

- **Mercado:** Considera a competitividade na área de atuação da organização. Para análise do mercado específico de um determinado setor da indústria, emprega-se com muita frequência o **Modelo de Cinco Forças de Porter**, que permite analisar as cinco forças: o poder de barganha dos consumidores, o poder de barganha dos fornecedores, a ameaça de entrada de novos competidores no mercado, a ameaça de entrada de produtos substitutos, e o nível de rivalidade da concorrência. Existe uma literatura extensa que apresenta e mostra como este modelo pode ser empregado. O texto básico deste modelo encontra-se em (PORTER, 1980). Exemplos de utilização encontram-se em (PORTER, 1998).

Considerando a globalização da economia, outro modelo de Porter muito interessante é o **Modelo Diamante**, que permite analisar fatores críticos para estabelecimento de uma indústria, considerando uma região ou país. Mais informação pode ser encontrada em (PORTER, 2008).

Como exemplo, pode-se citar o caso de uma empresa cujo objetivo é fornecer computadores para a Comunidade Europeia. Neste caso, valem as regulamentações do ROHS (*Restriction Of Hazardous Substances*), que limitam em 0,1% o volume de substâncias tóxicas na composição de produtos. Isto significa que, se tal empresa quer de fato exportar para a Comunidade Europeia, deverá ajustar e modificar a sua cadeia produtiva para gerar produtos com, no máximo, essa porcentagem de substâncias tóxicas.

- **Econômico:** Engloba fatores econômicos que podem representar uma oportunidade ou ameaça para os negócios da empresa. Como exemplo, pode-se citar a flutuação do dólar. Se a organização depende da importação de equipamentos, e se houver alta de dólar, tais equipamentos podem se tornar muito caros, inviabilizando-se a sua aquisição. Contudo, a alta do dólar favorece negócios que envolvem a exportação de bens nacionais.
- **Tecnológico:** A evolução tecnológica tem ocorrido em um ritmo cada vez mais acelerado, tendo, como consequência, a descontinuidade cada vez mais rápida de linhas de produtos de TIC. Isto implica que adquirir uma solução parcial que possa incorporar gradativamente funcionalidades mais avançadas pode representar grandes riscos, pois se houver descontinuidade de produtos perde-se a solução parcial já adquirida. Isto de fato acontece principalmente em instituições públicas, onde o processo de aquisição de equipamentos e sua implantação podem demorar muito por envolver o uso de editais e outros mecanismos previstos por lei (Lei 8.666, 1993).
- **Político e Governamental:** Considera mudanças de regras de aquisição de bens, descarte de bens ou de contratação de pessoal ditadas pelo governo.
- **Social:** Está relacionado a questões sociais que podem favorecer ou prejudicar a organização. Como exemplo pode-se mencionar a paralisação devido às greves organizadas pelos sindicatos de classe ou a ocorrência de alguma catástrofe natural (e.g., enchente) que atinge a população do local onde a organização atua.
- **Legal:** Refere-se às mudanças da legislação para aquisição de bens e serviços, afetando o processo licitatório.

As Políticas Públicas, em níveis nacional, estadual e municipal, podem ter impacto no negócio da empresa, na forma de oportunidade ou ameaça. Como exemplo, pode-se citar a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), regulamentada em dezembro de 2011, que define o conceito de responsabilidade compartilhada bem como obriga a inclusão dos catadores de materiais recicláveis na logística reversa das empresas (Lei 12.305, 2011).

O conceito de responsabilidade compartilhada estende a responsabilidade pelo descarte sustentável de um bem físico ao fabricante, distribuidor, revenda e usuário final. Nesse contexto, as organizações devem dispor de mecanismos, executados diretamente pela organização ou terceirizados para uma empresa da área, que garantam o tratamento adequado de resíduos sólidos, incluindo os bens de informática e telecomunicações.

De modo complementar, cada estado da federação tem regulamentações próprias referentes ao meio ambiente. No caso do estado de São Paulo, a CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) é responsável pelo licenciamento ambiental para instalação de quaisquer órgãos que tratem, por exemplo, de algum tipo de resíduo. A concessão de tal licenciamento está vinculada a regulamentações da Secretaria do Meio Ambiente (<http://www.cetesb.sp.gov.br/>).

- **Humanos:** Considera, por exemplo, a atratividade do mercado externo para profissionais de TIC, que aumenta no caso de economias aquecidas como aconteceu em 2011 no Brasil.

B. **Identificação dos pontos fracos e fortes da organização**, tomando-se por base a cadeia de valor de Porter (PORTER, 1985). Esta cadeia de valor envolve todas as atividades de uma organização, que podem ser agrupadas em:

- **Atividades de suporte:** envolvem atividades referentes à aquisição de bens e serviços, desenvolvimento tecnológico, gestão de recursos humanos, e administração da infraestrutura da organização.
- **Atividades primárias:** englobam a gestão de logística tanto no que diz respeito a recepção, armazenamento e distribuição de matéria-prima, ou bens acabados para uso próprio ou na prestação de serviços, a operação propriamente dita, a prestação de serviços e as atividades de marketing e venda.

7.1.2 Missão

A partir do conhecimento da própria organização e do mercado onde se insere, passa-se a definir sua missão e a visão de sua evolução em médio e longo prazos. A missão deve capturar duas questões centrais: o escopo do negócio e as competências únicas que determinam as capacidades-chaves da empresa (HAX, 1996). A missão pode ser usada, também, para guiar o desenvolvimento e a implementação da estratégia corporativa de sustentabilidade, envolvendo os diferentes participantes: empregados, acionistas, fornecedores, clientes e outros (EPSTEIN, 2008).

Como exemplo, pode-se citar a missão do Centro de Computação Eletrônica da USP: “Ser referência em prestação sustentável de Serviços de TIC (Tecnologia da Informação) em campus universitário”. (CARVALHO, 2010)

Outros exemplos a serem mencionados:

Dell

“Ser a empresa mais bem sucedida de computadores do mundo oferecendo a melhor experiência para o consumidor nos mercados onde atua.”⁴

IBM

“Na IBM, nós lutamos para ser líderes na invenção, desenvolvimento e produção das mais avançadas tecnologias da indústria, incluindo sistemas de computação, software, sistemas de armazenamento e microeletrônica. Nós traduzimos tecnologias avançadas em valores para nossos clientes por meio de soluções profissionais, serviços e negócios de consultoria no mundo todo.”

Itautec

“Buscar crescimento de valor para os acionistas, melhoria contínua da competitividade, de forma legal e sólida, nos mercados de produtos de alta tecnologia, de informática e de serviços, através da alavancagem de vantagens

⁴ Site www.dell.com, janeiro de 2012.

competitivas e da obtenção de classe mundial nos níveis operacionais, tecnológicos e societários no mercado global.”⁵

Scopus Tecnologia

“Fornecer Serviços e Soluções de Tecnologia da Informação, com qualidade, agilidade, segurança e inovação, orientados às necessidades do cliente, aumentando a participação no mercado e o retorno para a empresa.”⁶

Grupo Gerdau

“Gerar valor para nossos clientes, acionistas, equipes e a sociedade, atuando na indústria do aço de forma sustentável.”⁷

Volkswagem do Brasil

“A Volkswagen do Brasil é uma fabricante de veículos de alto volume orientada para a qualidade, satisfação do cliente, inovação e responsabilidade socioambiental. Concentramos nossos esforços em agregar valor aos acionistas, colaboradores, clientes, concessionários, fornecedores e à sociedade.”⁸

Natura⁹

“RAZÃO de SER

Nossa Razão de Ser é criar e comercializar produtos e serviços que promovam o bem-estar/estar bem.

BEM-ESTAR

é a relação harmoniosa, agradável, do indivíduo consigo mesmo, com seu corpo.

ESTAR BEM

é a relação empática, bem-sucedida, prazerosa, do indivíduo com o outro, com a natureza da qual faz parte, com o todo.”

⁵ Itaotec: <http://www.itaotec.com.br/pt-br/empresa/missao-valores-e-qualidade>, fevereiro de 2012.

⁶ Scopus Tecnologia: http://www.scopus.com.br/missao_visao_valores.asp, janeiro de 2012.

⁷ Gerdau: <http://www.gerdau.com.br/sobre-gerdau/missao-visao-valores.aspx>, janeiro de 2012.

⁸ Volks Brasil – fevereiro de 2012:

http://www.volkswagen.com/br/pt/Volkswagen_do_Brasil/historia_da_volkswagen/Visao_e_Missao.htm

⁹ Natura: ww2.natura.net. Recuperado em janeiro de 2012.

7.1.3 Segmentação do Negócio e Interações Interna e Externa

Faz parte do Planejamento Estratégico definir as unidades de negócio da organização, que correspondem às suas unidades de operação. Esta segmentação em diferentes unidades pode ser efetuada adotando-se critérios que podem incluir o tipo de produto ou serviço oferecido, o mercado a ser atendido ou mesmo a área geográfica de atuação.

A área de TIC pode ser pensada como a própria organização que presta serviços de TIC para o mercado ou como sendo uma diretoria, unidade de negócio, divisão ou seção, que presta serviços de TIC para as demais diretorias, unidades de negócio, divisões ou seções da mesma organização.

No primeiro caso, a organização pode ter várias unidades de negócio, cada uma responsável por uma área operacional de TIC, a saber: infraestrutura de rede, DataCenter, microinformática, sistemas audiovisuais, dentre outros. Neste caso, as unidades de negócio podem ser autônomas entre si ou dependentes da matriz.

No segundo caso, a área de TIC é uma unidade de negócio e presta serviços para a própria organização. Pode ser segmentada em sub-unidades, divisões ou seções com prestação de serviços análogos ao caso anterior.

Em ambos os casos, a empresa pode estar presente em diferentes localidades geográficas, ou como uma filial ou como uma unidade de negócio de uma filial. Tipicamente, uma organização presente em várias localidades possui diferenças não somente tecnológicas como também de adesão a políticas de sustentabilidade, respondendo ou não aos padrões e regulamentações locais.

Como exemplo, pode-se citar o caso de uma organização que deseja expandir suas operações e instalar um novo DataCenter. Seguindo as tendências modernas, este DataCenter será projetado para ser um DataCenter “Verde”, i. é, cuja infraestrutura de refrigeração, eletricidade, iluminação e sistemas de computação foi projetada para ter a máxima eficiência energética e o menor impacto ambiental possível. Do ponto de vista de TIC, esta organização pode optar por tecnologias sustentáveis a serem

empregadas no DataCenter “Verde”, envolvendo virtualização, computação em nuvem e redes ópticas (PONIATOWSKI, 2010).

7.1.4 Filosofia Corporativa

A Filosofia Corporativa deve refletir o relacionamento da organização com seus colaboradores, clientes, fornecedores e comunidade em geral. Deve ser a fonte de inspiração para as atividades do dia a dia, contagiando, motivando e guiando a ética corporativa e seus valores. (HAX, 1996).

A Filosofia Corporativa deve refletir os valores da organização, e o papel da sustentabilidade nas atividades do dia a dia da organização destaca-se entre tais valores.

A partir de todas as informações coletadas e trabalhadas e das definições estabelecidas passa-se, então, à Formulação da Estratégia.

7.1.5 Formulação da Estratégia

A Estratégia corresponde a um conjunto coordenado de planos de ação que devem promover mudanças para que a missão da organização ou unidade de negócio seja concretizada, assim como garantir que as oportunidades e ameaças identificadas no mercado sejam endereçadas, que os pontos fortes da organização sejam reforçados, os seus pontos fracos sejam neutralizados, as suas competências sejam exploradas e novas competências sejam adquiridas.

É formulada em três níveis distintos:

- **Estratégia Corporativa:** trata de decisões tomadas no nível de toda a organização.
- **Estratégia de Negócio:** trata-se da estratégia aplicada a cada unidade de negócio ou divisão.
- **Estratégia Funcional:** consolida as funcionalidades e capacidades necessárias para desenvolver as competências que darão suporte às estratégias corporativas e de

negócios. Envolve as áreas de finanças, recursos humanos, tecnologia, compra, produção e marketing.

A Figura 7.1 mostra a Visão Geral do Método para o Desenvolvimento de Estratégias Corporativas, de Negócios e Funcionais.

Seus planos de ação podem ser de curto (seis a 12 meses), médio (12 a 18 meses) e longo prazos (dois a três anos). Em cada plano devem ser especificados:

- **Responsável:** um líder ou uma unidade de negócio que responderá pelos resultados da execução do respectivo PA (Plano de Ação).
- **Ações:** relação das principais atividades que devem ser realizadas para o cumprimento do referido PA.
- **Áreas envolvidas:** definição das áreas que devem trabalhar no PA.
- **Indicadores de desempenho e sustentabilidade:** discriminação dos indicadores que serão usados para avaliar os resultados produzidos pelo respectivo Plano de Ação, em termos de desempenho propriamente dito ou de sustentabilidade. Por exemplo, no caso de substituição da rede baseada em cabos de par trançado por uma baseada em fibra óptica, pode-se ter como indicadores: capacidade de banda de transmissão, fator de crescimento da capacidade de transmissão, capacidade de número de usuários, consumo de energia elétrica, consumo total de energia elétrica/capacidade de transmissão.
- **Datas de início e término** do Plano de Ação.
- **Recursos necessários:** definição dos recursos orçamentários e dos recursos humanos necessários para a implementação do Plano de Ação corrente dentro do período especificado.
- **Grau de necessidade de implementação:** indicação se há ou não urgência na implementação do referido Plano de Ação.
- **Condições de implementação:** indicação do grau de dificuldade para sua implementação.



Figura 7.1 - Visão Geral do Método para o Desenvolvimento de Estratégias Corporativas, de Negócios e Funcionais [Fonte: (HAX, 1996)]

Cada Plano de Ação deverá ser transformado em um projeto que será acompanhado em nível corporativo, de unidade de negócio ou operacional.

Mais detalhes sobre o método de desenvolvimento de plano podem ser encontrados em (CARVALHO, 2010) (HAX, 1996).

7.2 Incorporação da Sustentabilidade nas Atividades de TIC

Para incorporar a Sustentabilidade ou práticas sustentáveis à área de TIC é necessário que metas econômicas, sociais, ambientais e culturais estejam vinculadas a todos os processos e atividades pertinentes a esta área por meio dos diferentes níveis de Políticas de Sustentabilidade.

Para fins de sistematização na identificação de práticas sustentáveis associadas a todos esses processos e atividades, optou-se por adotar o modelo de **Cadeia de Valor**, originalmente proposto por Michael Porter (PORTER, 1998) e, posteriormente, adaptado para questões de meio ambiente por Marc Epstein (EPSTEIN, 2008) aplicado à área de TIC.

7.2.1 Atividades Primárias e de Suporte

De acordo com Porter (PORTER, 1998), as **atividades de suporte** envolvem:

- **Aquisição de Bens e Serviços (ABS):** Atividades relacionadas à compra de matérias-primas e outros bens, incluindo equipamentos de informática e de telecomunicações além de bens de consumo (por exemplo, toner e papel para impressão, discos, pendrive, dentre outros). Como exemplos de práticas sustentáveis, podem-se citar:
 - a. Priorização de fornecedores de produtos ou serviços que sejam comprometidos com a sustentabilidade, incluindo aspectos econômicos, de meio ambiente, responsabilidade social e preservação cultural.
 - b. Priorização de equipamentos de informática e telecomunicações e quaisquer equipamentos eletroeletrônicos que sejam “verdes”⁴.
 - c. Priorização de bens de consumo reciclados e/ou recicláveis.
 - d. Otimização do número de pedidos de compra no sentido de agrupar pedidos de bens similares para aumentar o poder de barganha sobre o fornecedor, visando redução de custo e diminuição de gastos com transporte.

- **Desenvolvimento Tecnológico (DTE):** Refere-se ao investimento realizado em tecnologia que contribui para a melhoria de produtos ou processos. Em uma planta fabril, pode-se citar como exemplo a automação de linhas de produção. O resultado desta automação será maior produtividade, menor número de peças ou produtos rejeitados, volume menor de resíduos. Na área de TIC, podem-se citar exemplos de práticas sustentáveis:
 - a. **Desenvolvimento de soluções para o uso eficiente de energia elétrica e de refrigeração.** No caso de DataCenters, por exemplo, uma prática adotada é reposicionar racks de equipamentos, de modo a criar corredores de ar quente e frio, possibilitando que haja um fluxo de ar quente independente do fluxo de ar frio. O ar quente sobe até o teto e é refrigerado gerando um fluxo de ar frio que é injetado a partir do piso. Outras variantes desta solução existem e são discutidas em (PONIATOWSKI, 2010) (SCHUTZ, 2009).

- b. **Desenvolvimento de soluções para minimizar o número de impressões.** Existem soluções simples, como o uso de sistemas de controle de impressão, que permitem definir uma cota ou número máximo de impressões permitidas por uma pessoa durante um período, até soluções mais complexas como a substituição de fluxos de papel por fluxos eletrônicos de documentos. ~~(Falta referência)~~.
 - c. **Implementação de ferramentas de suporte para trabalho colaborativo,** conhecida como Trabalho Cooperativo Suportado por Computador (CSCW – *Computer Supported Cooperative Work*). Tais ferramentas permitem a um grupo de pessoas elaborar textos, apresentações e até desenvolver projetos sem a necessidade de estarem presentes no mesmo ambiente físico. Incluem sistemas de áudio-conferências, videoconferências, web-conferências, sistemas de mensagem instantânea, Wikipédia e comunidades virtuais, dentre outros. Do ponto de vista de sustentabilidade, o uso dessas ferramentas, além de inibir naturalmente o uso de papel, contribui de modo significativo na redução de locomoção de pessoas.
- **Gestão de Recursos Humanos (GRH):** Está relacionada com a gestão de recursos humanos (contratação, criação de competências, remuneração, avaliação e alocação de competências). Como exemplos de práticas sustentáveis estão:
 - a. Desenvolvimento de campanhas de conscientização sobre práticas sustentáveis, envolvendo funcionários, fornecedores, clientes e comunidade local. Tais campanhas podem promover, por exemplo, a prática de coleta seletiva, a economia de energia elétrica consumida pelos funcionários incentivando-se o desligamento de computadores quando não estiverem em uso, ou ainda, a utilização de EPI (Equipamentos de Proteção Individual), se necessário.
 - b. Suporte a Educação e Treinamento para o desenvolvimento de competências em sustentabilidade aplicadas às áreas corporativa e de TIC. Os treinamentos poderão sempre ser realizados presencialmente ou online.
 - c. Inclusão de práticas sustentáveis como fator de desempenho dos funcionários.

- **Infraestrutura da Organização (IOG):** Inclui atividades de administração geral, como planejamento, contabilidade, finanças, administração dos ativos, e gestão de relacionamento com parceiros de negócio. Como práticas sustentáveis podem-se identificar:
 - a. Adequação da Infraestrutura Predial para suportar uso racional de recursos. Tais atividades incluem medidas simples como o uso de interruptores de luz acionados por sensores de presença e o uso de torneiras de água acionadas por sensores de proximidade até medidas mais complexas, que exigem a criação de outras infraestruturas, como um sistema de captação de água de chuva destinada a descargas sanitárias, ou um sistema de células fotovoltaicas para captação de energia solar e sua transformação em energia elétrica.
 - b. Adequação da Infraestrutura Predial para viabilizar a acessibilidade.
 - c. Controle da operação e do ciclo de vida de bens de uso comum a fim de evitar o mau uso, e programar manutenção e eventual substituição. Isto inclui, por exemplo, desde a monitoração de válvulas de água para detectar possíveis vazamentos até a operação de eletroeletrônicos não necessariamente vinculados a TIC, como máquinas de café, refrigeradores e fornos domésticos.
 - d. Gestão de práticas para atendimento de regulamentações legais e normas setoriais. Tais práticas podem envolver a gestão de contabilidade, finanças, de contratos com fornecedores e clientes, recursos humanos e quaisquer práticas regulamentadas por leis municipais, estaduais e nacionais além de normas setoriais, visando eliminar gastos com multas e taxas desnecessárias.

Por outro lado, as atividades primárias cuidam de (PORTER, 1998)(EPSTEIN, 2008):

- **Logística Interna ou de Entrada (LGI):** Gestão da logística referente à matéria-prima e aos bens acabados para uso próprio ou na prestação de serviços.

Em empresas ou unidades de negócio prestadoras de serviços de TIC, são adquiridos e recebidos equipamentos de informática e telecomunicações e bens de consumo para uso próprio e na prestação de serviços remotos ou *in loco*. Os equipamentos de informática e telecomunicações, ao serem recebidos, são enumerados, classificados, registrados, patrimoniados e encaminhados para local

onde serão instalados e usados. No caso de bens de consumo, eles também devem ser enumerados, classificados, registrados e armazenados para consumo posterior.

Como práticas sustentáveis podemos considerar:

- a. Otimização de transporte, reduzindo-se o número de viagens.
 - b. Armazenamento adequado dos produtos recebidos.
 - c. Reúso e descarte adequado de resíduos e lixo gerados no desempacotamento de produtos.
- **Operações (OPR):** Referem-se às atividades de transformação de matéria-prima em componentes ou produtos finais ou de uso de produtos acabados para prestação de serviços. Aqui é considerada a operação da infraestrutura de TIC de uma organização.

Tais atividades podem ser executadas dentro da premissa de sustentabilidade, considerando-se:

- a. Uso racional de recursos, que incluem desde os bens de consumo até energia elétrica. Anteriormente, foi exemplificado o caso de eficiência energética e de refrigeração aplicado a DataCenters. No entanto, esta questão de eficiência energética é bastante ampla e pode ser aplicada também às redes de comunicação, aos computadores de mesa, notebooks e a outros dispositivos, atuando-se no seu modo de operação.

Quanto aos bens de consumo, como o uso excessivo de impressora que tem se mostrado recorrente em muitas empresas, pode-se promover mudança de hábitos dos seus usuários, tais como: o uso de impressão dupla-face e o estabelecimento de cotas de impressão. Estas são algumas medidas de racionalização de uso.

- b. Minimização de resíduos e lixo.
- c. Reúso e Descarte adequado de resíduos e lixo.
- d. Melhoria de padrões de saúde e segurança. Em relação a padrões de saúde em ambientes de TIC, existem algumas doenças ocupacionais típicas decorrentes de esforço repetitivo, como LER (Lesão por Esforço Repetitivo), e de má postura. Para resolver tais questões, podem ser tratados os aspectos

ergonômicos das áreas de trabalho bem como incentivar práticas de ginástica laboral.

- **Logística Externa ou de Saída (LGE):** Atividades relacionadas ao recolhimento, armazenamento e distribuição física do produto aos compradores ou aos clientes de serviços de TIC.

Essas atividades incluem empacotamento de bens, descarte de lixo ou resíduos, armazenamento e transporte. Cada uma delas pode ser, ou não, realizada com foco em sustentabilidade, considerando-se:

- a. Uso de embalagens feitas de material reciclado e/ou reciclável.
 - b. Otimização do número de embalagens utilizadas.
 - c. Minimização de resíduos e lixo gerados nas atividades de empacotamento.
 - d. Descarte adequado ou reúso dos resíduos ou lixo gerado.
 - e. Otimização de transporte (número de viagens).
- **Marketing e Venda (MEV):** Referem-se às atividades de divulgação, marketing e venda de produtos e serviços prestados pela organização.
 - a. Promoção e divulgação de ações da organização na área de sustentabilidade, referentes aos pilares econômico, social, ambiental e cultural, vinculadas a produtos e serviços de TIC.
 - b. Demonstrações online de produtos e serviços.
 - c. Relacionamento com usuário e/ou cliente de produtos ou serviços de TIC.
 - d. **Serviços Pós-Venda (SPV):** Estão relacionados às atividades de pós-venda que acrescentam valor ao produto ou serviço oferecido. Como exemplos, podem-se citar serviços de: suporte à operação, manutenção, ao treinamento, retorno de sistemas com defeito ou obsoletos, e descarte de sistemas inservíveis, dentre outros. O acesso e a solicitação desses serviços podem ser efetuados por diferentes canais, incluindo *site*, serviços de *Help Desk*, dentre outros.

A prestação desses serviços de modo sustentável inclui:

- a. Oferta de treinamentos com foco em sustentabilidade, vinculados ou não aos produtos e serviços prestados. Tais treinamentos poderão ser oferecidos na modalidade presencial ou *online*, envolvendo funcionários, fornecedores, usuários/clientes e comunidade local.
- b. Suporte e/ou reconfiguração online de equipamentos para usuários/clientes.
- c. Triagem adequada dos equipamentos retornados, encaminhando-se para reúso aqueles que podem ser reaproveitados ou para reciclagem aqueles já no final de sua vida útil.
- d. Reaproveitamento de peças de equipamentos descartados para manutenção de outros equipamentos.

A Figura 7.2 apresenta a cadeia de valor de Porter (PORTER, 1998) (EPSTEIN, 2008) adaptada para Sustentabilidade em TIC. Nesta figura, “Margem” se refere à diferença entre o valor total e o custo de execução das atividades de valor.

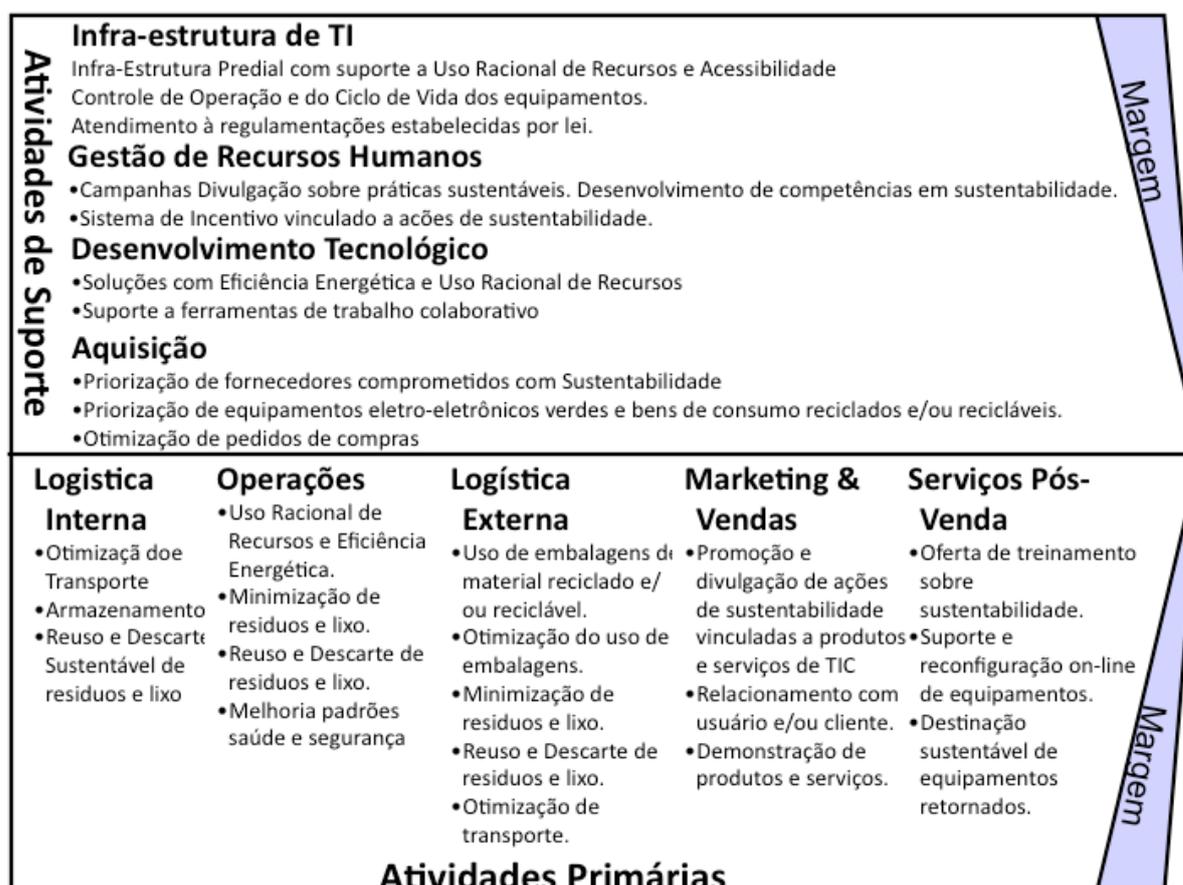


Figura 7.2 – Modelo de Cadeia de Valor aplicado para Estratégias orientadas à Sustentabilidade

7.2.2 Estabelecimento de Indicadores de Sustentabilidade

Cada Plano de Ação definido no Planejamento Estratégico deve ter seu resultado avaliado em termos de desempenho para o Negócio e seu impacto no que concerne à Sustentabilidade, nos âmbitos econômico, social, ambiental e cultural. Os Planos de Ação podem estar agrupados em Atividades de Suporte e Atividades Primárias, conforme modelo de cadeia de valor de Porter adaptado para Sustentabilidade em TIC. (vide Figura 7.2).

7.2.2.1 *Indicadores de Sustentabilidade voltados para as Atividades de Suporte do Modelo de Cadeia de Valor*

Para as **atividades de suporte**, tem-se:

- **Aquisição de Bens e Serviços (ABS):** Os indicadores de sustentabilidade pertinentes a esta atividade visam retratar se a organização prioriza fornecedores comprometidos com sustentabilidade e soluções “verdes”, assim como se tem atuado no sentido de aumentar o seu parque de sistemas computacionais “verdes” relativamente aos “não verdes” e o uso de bens de consumo reciclados e/ou recicláveis, além de reduzir o consumo de bens de informática. Isto pressupõe que a organização tenha um sistema de inventário consistente e que contemple informações sobre sistemas “verdes” e sobre bens reciclados e recicláveis, além de dispor de um sistema consistente e adequado para credenciamento de fornecedores e provedores de serviços. Os indicadores recomendados são:
 - a. Porcentagem de fornecedores de serviços e/ou produtos que tenham comprometimento com sustentabilidade (ABS1). Esses fornecedores podem ser categorizados em: prestadores de serviços, fornecedores de equipamentos de informática e/ou de telecomunicações e fornecedores de bens de consumo.
 - b. Porcentagem de fornecedores que proveem soluções ou produtos “verdes”. (ABS2)
 - c. Porcentagem de fornecedores que proveem soluções de logística reversa (ABS3). Isto significa que no final da vida útil de seu produto, tais fornecedores responsabilizam-se pela coleta, reúso e/ou reciclagem desses produtos já inservíveis para a organização. Quando a Política Nacional de Resíduos Sólidos

(PNRS) estiver, de fato, em vigor, esta questão será uma obrigatoriedade no contexto de resíduos sólidos (Lei 12.305, 2011).

- d. Porcentagem de equipamentos de informática e telecomunicações “verdes” (ABS4). Tal porcentagem pode ser especificada para subgrupos diferentes, voltados para diferentes categorias e portes de equipamentos, a saber: microcomputadores, sistemas de blade-server, clusters, equipamentos de rede, dentre outros.
 - e. Porcentagem de bens de consumo “verdes”, reciclados, recicláveis e/ou biodegradáveis (ABS5). Os principais bens de consumo seriam papel de diferentes tipos e formatos, envelopes, cartuchos para impressoras, discos, DVDs, dentre outros.
 - f. Índice de crescimento anual da porcentagem de equipamentos “verdes” (ABS6).
 - g. Índice de crescimento anual da porcentagem de bens de consumo “verdes”, reciclados, recicláveis e/ou biodegradáveis (ABS7).
 - h. Índice de consumo de equipamentos de informática e telecomunicações (ABS8), como computadores, switches, dentre outros no período de um ano. Este índice pode ser avaliado como a relação do volume ou valor gasto com equipamentos em função do número de funcionários ou receita.
 - i. Índice de consumo de bens de informática (ABS9), como cartucho de tinta, discos e outros no período de um ano. Este índice pode ser avaliado como a relação do volume – ou gasto com bens de informática em função do número de funcionários ou receita.
 - j. Índice de crescimento ou redução do índice de consumo de equipamentos de informática e telecomunicações (ABS10).
 - k. Índice de crescimento ou redução do índice de consumo de bens de informática (ABS11).
- **Desenvolvimento Tecnológico (DTE):** Os indicadores de sustentabilidade nesta atividade contribuem para avaliar se a empresa tem investido em soluções e inovações tecnológicas que promovem a melhoria de produtos e processos no que tange à sustentabilidade, contribuindo, por exemplo, com a redução de gastos em energia elétrica e outros recursos, com a redução do deslocamento de pessoas e

com a adoção de novas fontes alternativas de energia renovável, dentre outros. Os indicadores recomendados são:

- a. Porcentagem da receita alocada para projetos de inovação tecnológica voltada para eficiência energética e uso racional de recursos gerais e de TIC (DTE1).
- b. Porcentagem da receita empregada no desenvolvimento de soluções de eficiência energética para DataCenter (DTE2).
- c. Número de projetos voltados para o desenvolvimento de soluções de eficiência energética para DataCenter (DTE3).
- d. Porcentagem da receita empregada no desenvolvimento de soluções de eficiência energética aplicadas às redes de comunicação (DTE4).
- e. Número de projetos voltados para soluções de eficiência energética aplicadas às redes de comunicação operadas pela organização, sejam elas redes locais, redes metropolitanas ou redes de longa distância (DTE5).
- f. Porcentagem da receita empregada no desenvolvimento de soluções de eficiência energética para computadores de mesa (DTE6).
- g. Número de projetos voltados para soluções de eficiência energética aplicadas a computadores de mesa (DTE7).
- h. Porcentagem da receita empregada no desenvolvimento de soluções de virtualização de recursos computacionais (DTE8).
- i. Número de projetos voltados para soluções de virtualização de computadores e equipamentos de rede (DTE9).
- j. Porcentagem da receita empregada no desenvolvimento de soluções de fluxo de trabalho baseado em documentos eletrônicos (DTE10).
- k. Número de projetos voltados para a substituição do fluxo de trabalho baseado em papel pelo fluxo de trabalho baseado em documentos eletrônicos (DTE11).
- l. Porcentagem da receita empregada no desenvolvimento de ferramentas de trabalho colaborativo (DTE12).
- m. Número de projetos voltados para o desenvolvimento de ferramentas de trabalho colaborativo (DTE13).
- n. Porcentagem das impressoras que são monitoradas por ferramentas de controle de número de impressões (DTE14).

- o. Porcentagem da receita empregada na atualização dos processos administrativos e operacionais visando o aumento de produtividade e redução de gastos de recursos (DTE15).
 - p. Número de projetos voltados para atualização dos processos administrativos e operacionais (DTE16).
 - q. Porcentagem da receita empregada em prospecção tecnológica visando a incorporação de novas tecnologias que tragam um diferencial competitivo para a organização (DTE17).
 - r. Número de projetos de prospecção tecnológica (DTE18).
- **Gestão de Recursos Humanos (GRH):** Neste caso, os indicadores de sustentabilidade serão empregados para avaliar o quanto a organização está investindo no engajamento de seus funcionários e demais parceiros de negócio em ações de sustentabilidade e dando suporte ao treinamento adequado de seus funcionários. Os indicadores recomendados são:
 - a. Porcentagem da receita destinada às atividades de educação de modo geral, abrangendo campanhas educacionais, eventos temáticos e treinamentos presenciais e online, além de bolsas de estudos, oferecidos para todos os participantes da cadeia, sejam funcionários, fornecedores, usuários/clientes e comunidade em geral (GRH1).
 - b. Porcentagem da receita destinada às atividades de educação, abrangendo campanhas educacionais, eventos temáticos e treinamentos presenciais e online, além de bolsas de estudo, com foco em TIC e/ou Sustentabilidade, oferecidos para todos os participantes da cadeia, sejam funcionários, fornecedores, usuários/clientes e comunidade em geral (GRH2).
 - c. Número de campanhas educacionais com ênfase em práticas sustentáveis realizadas no período de um ano (GRH3), envolvendo funcionários e demais participantes, como fornecedores, usuários/clientes e comunidade local. Como exemplo pode-se citar campanha de coleta de resíduos de informática e telecomunicações ou, ainda, campanha de saúde preventiva.
 - d. Número de eventos temáticos internos ou externos nas áreas de TIC e Sustentabilidade, realizados no período de um ano (GRH4). Esses eventos podem ser presenciais ou *online*. Tais tipos de eventos, quando promovidos

pela própria organização, podem ser abertos a funcionários, fornecedores, usuários/clientes e comunidade local. Como exemplos, podem-se citar workshops, exposições e palestras.

- e. Número de horas de treinamentos presenciais e *online* oferecidos por funcionário da área de TIC no período de um ano (GRH5). Este número de horas pode ser contabilizado considerando-se os diferentes níveis de formação dos funcionários, como, por exemplo, nível básico, nível técnico e nível superior, ou o patamar na carreira do funcionário dentro da organização, como, por exemplo, projetista júnior ou sênior, consultor sênior, dentre outros.
- f. Número de horas de treinamentos especializados em TIC, presenciais ou *online*, oferecidos por funcionário da área de TIC no período de um ano (GRH6).
- g. Número de horas de treinamentos presenciais ou *online* para o desenvolvimento de competências em Sustentabilidade aplicadas às áreas corporativa e de TIC, oferecidos por funcionário na área de TIC (GRH7).
- h. Índice de crescimento do número horas de treinamentos presenciais ou *online* geral, voltados à TIC e à Sustentabilidade e oferecidos por funcionário na área de TIC (GRH8).
- i. Número de fornecedores, usuários e/ou clientes e pessoas da comunidade local participantes de eventos temáticos e/ou treinamentos presenciais e *online* oferecidos pela organização (GRH9).
- j. Número de bolsas ou financiamentos concedidos para estudos em níveis básico, médio, superior e de pós-graduação, parciais ou integrais, oferecidos a funcionários da área de TIC (GRH10).
- k. Porcentagem de bolsas ou financiamentos concedidos para estudos em níveis básico, médio, superior e de pós-graduação, parciais ou integrais, oferecidos a funcionários da área de TIC com foco em Sustentabilidade (GRH11).
- l. Inclusão de práticas sustentáveis como: critério de seleção, fator de desempenho dos funcionários e consequente concessão de benefícios (GRH12).
- m. Número de funcionários da área de TIC oriundos da comunidade local (GRH13).
- n. Número de funcionários da área de TIC em posições de chefia, que são oriundos da comunidade local (GRH14).

- **Infraestrutura da Organização (IOG):** Tais indicadores informam se a organização possui práticas de sustentabilidade relacionadas a ativos e bens de uso comum por todas as suas áreas e não apenas na área de TIC, incluindo infraestrutura predial, bens permanentes e de consumo de modo geral. Os indicadores recomendados incluem:
 - a. Gastos totais com energia elétrica (kWh, R\$) mensal e anual (IOG1).
 - b. Índice de consumo energia elétrica (kWh, R\$) mensal e anual por funcionário (IOG2).
 - c. Índice de crescimento e/ou redução de consumo de energia elétrica mensal e anual por funcionário (IOG3).
 - d. Suporte a fontes alternativas de energia renovável, como energia solar (IOG4).
 - e. Porcentagem das salas e áreas de uso comum com interruptores de iluminação e/ou ar condicionado acionados por sensores de presença (IOG5).
 - f. Gastos totais com consumo de água (volume, R\$) mensal e anual (IOG6).
 - g. Índice de consumo de água (volume, R\$) mensal e anual por funcionário (IOG7).
 - h. Índice de crescimento e/ou redução de consumo de água mensal e anual por funcionário (IOG8).
 - i. Suporte a sistemas de captação de água alternativos, como Sistemas de Captação de Água de Chuva (IOG9).
 - j. Porcentagem de válvulas de água ou torneiras acionadas por sensores de proximidade (IOG10).
 - k. Tempo médio de reparo de problemas na instalação elétrica e hidráulica (IOG11).
 - l. Gastos totais com combustível (litros, R\$) mensal e anual (IOG12).
 - m. Índice de consumo de combustível (por exemplo, óleo diesel) (litros, R\$) mensal e anual por funcionário (IOG13).
 - n. Índice de crescimento e/ou redução de consumo de combustível mensal e anual por funcionário (IOG14).
 - o. Volume de lixo reciclado e não reciclado mensal e anual. Este lixo pode ser classificado por tipo de material (IOG15).

- p. Volume de lixo reciclado e não reciclado mensal e anual por funcionário (IOG16).
- q. Índice de crescimento e/ou redução do volume de lixo reciclado e não reciclado mensal e anual por funcionário (IOG17).
- r. Porcentagem das áreas projetadas ou reformadas para adequação à lei da acessibilidade (Lei 10.098, 2000) (IOG18).

7.2.2.2 *Indicadores de Sustentabilidade voltados para as Atividades Primárias do Modelo de Cadeia de Valor*

Para as **atividades primárias**, tem-se:

- **Logística Interna ou de Entrada (LGI):** Os indicadores de sustentabilidade são usados para avaliar se existe otimização de transporte no caso de aquisição de equipamentos de informática e telecomunicações e bens de consumo, se há tratamento adequado das embalagens dos materiais recebidos e se é realizado armazenamento adequado deste mesmo material. Como indicadores de sustentabilidade recomendados tem-se:
 - a. Número de fretes de mercadorias de mesma natureza recebidos por mês (LGI1).
 - b. Número de itens armazenados. Este número pode ser obtido de acordo com a categoria dos itens como, por exemplo: equipamentos eletroeletrônicos, bens e acessórios de informática e material de escritório (LGI2).
 - c. Número de itens estocados que são descartados anualmente por defeito, vencimento ou armazenamento inadequado (LGI3).
 - d. Porcentagem de itens estocados que são descartados anualmente por vencimento ou armazenamento inadequado (LGI4).
 - e. Índice de crescimento ou redução de itens descartados (LGI5).
 - f. Volume de embalagens recicláveis e não recicláveis recebidas mensal e anualmente (LGI6).
 - g. Volume de embalagens recicláveis e não recicláveis recebidas mensal e anualmente por funcionário (LGI7).
 - h. Porcentagem das embalagens recebidas que são reusadas ou podem ser encaminhadas para reciclagem (LGI8).

- i. Porcentagem das embalagens recebidas que são descartadas (LGI9).
 - j. Índice de crescimento e/ou redução da porcentagem das embalagens recebidas que são reusadas ou encaminhadas para reciclagem (LGI10).
- **Operações (OPR):** Os indicadores de sustentabilidade visam avaliar se as soluções de eficiência energética e uso racional de recursos têm efetivamente surtido efeito na redução de gastos, de consumo de energia elétrica, óleo diesel, bens de informática, em viagens e outros. Como indicadores recomendados tem-se:
 - a. Gasto total de energia elétrica com a infraestrutura de TIC (KWh ou R\$) (OPR1).
 - b. Índice de gasto de energia elétrica (kWh ou R\$) no DataCenter por capacidade de processamento e armazenamento instalada e por funcionário (OPR2).
 - c. Índice de gasto de energia elétrica (kWh ou R\$) por capacidade de transmissão instalada (OPR3).
 - d. Índice de gasto de energia elétrica (kWh ou R\$) por computador de mesa (OPR4).
 - e. Índice de redução de consumo de energia elétrica mensal e anual, total e por funcionário, no caso de soluções de eficiência energética e de refrigeração para o DataCenter (OPR5).
 - f. Índice de redução de consumo de energia elétrica mensal e anual, total e por funcionário, no caso de adoção de soluções de eficiência energética para as redes operadas pela organização, sejam elas redes locais, redes metropolitanas ou redes de longa distância (OPR6).
 - g. Índice de redução de consumo de energia elétrica mensal e anual, total e por funcionário, no caso de adoção de soluções de eficiência energética para computadores de mesa, laptops, *netbooks*, dentre outros (OPR7).
 - h. Índice de redução de consumo de energia elétrica mensal e anual, total e por funcionário, no caso de adoção de soluções de virtualização de computadores e equipamentos de rede (OPR8).
 - i. Índice de consumo de óleo diesel (litros ou R\$) por capacidade de gerador e por funcionário (OPR9).

- j. Índice de redução de número de impressões, de consumo de papel e tonner para impressora em função da substituição do fluxo de trabalho baseado em papel pelo fluxo de trabalho baseado em documentos eletrônicos (OPR10).
- k. Porcentagem das impressoras que são monitoradas por ferramentas de controle de número de impressões (OPR11).
- l. Gasto total (R\$) com bens de consumo de informática em geral (OPR12).
- m. Índice de gasto com papel (R\$) por impressora e por funcionário (OPR13).
- n. Índice de gasto em cartuchos de impressoras (R\$) por impressora e por funcionário (OPR14).
- o. Índice de redução de deslocamentos e/ou viagens (R\$, quilometragem) em virtude do uso de ferramentas de trabalho colaborativo (OPR15). Devem ser especificados tipo de transporte, aéreo ou rodoviário, e distâncias envolvidas.
- p. Índice de gasto em viagens (R\$, quilometragem) por funcionário, categorizando-se o tipo de atividade, incluindo reuniões presenciais, treinamento, conferências, dentre outros (OPR16). Devem ser especificados tipo de transporte, aéreo ou rodoviário, e distâncias envolvidas.
- q. Índice de crescimento ou redução dos índices de gastos em TIC com energia elétrica, óleo diesel, bens de informática em geral, papel, cartuchos de impressora, viagens e outros (OPR17).
- r. Volume de resíduos e lixo gerados pela área de TIC mensal e anualmente (OPR16).
- s. Volume de resíduos e lixo gerados pela área de TIC mensal e anualmente que são reusados ou encaminhados para reciclagem (OPR17).
- t. Volume de resíduos e lixo gerados pela área de TIC mensal e anualmente que são descartados (OPR18).
- u. Frequência de práticas preventivas contra doenças ocupacionais (por exemplo, ginástica laboral) promovidas pela própria organização (OPR19).
- v. Número de funcionários da área de TIC licenciados em decorrência de doenças ocupacionais no período de um ano (OPR20).
- w. Segurança do local de trabalho aderente às normas vigentes em níveis municipal, estadual e federal e as normas da CIPA (OPR21).
- x. Índice entre número de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) disponibilizados pela organização e número de funcionários que trabalham no local (OPR22).

- y. Número de incidentes de trabalho ocorridos no período de um ano na área de TIC (OPR23).
- **Logística Externa ou de Saída (LGE):** Neste caso, os indicadores de sustentabilidade são usados para verificar a adoção de práticas sustentáveis no empacotamento de bens a serem encaminhados para outros locais, como tipos de embalagens usadas, resíduos gerados e otimização de transporte. Os indicadores recomendados são:
 - a. Volume de embalagens recicláveis e não recicláveis usadas mensal e anualmente (LGE1).
 - b. Volume de embalagens recicláveis e não recicláveis usadas mensal e anualmente por funcionário (LGE2).
 - c. Volume de resíduos gerados no empacotamento de bens (LGE3).
 - d. Porcentagem dos resíduos gerados no empacotamento de bens que são reusados ou reciclados (LGE4).
 - e. Porcentagem dos resíduos gerados no empacotamento de bens que são descartados (LGE5).
 - f. Índice de crescimento e/ou redução da porcentagem dos resíduos que são reusados ou encaminhadas para reciclagem (LGE6).
 - g. Número de fretes para entrega de mercadorias de mesma natureza usados por mês (LGE7). Pode haver uma reclassificação em fretes interno e externo.
- **Marketing & Vendas (MEV):** Neste caso, os indicadores de sustentabilidade recomendados são:
 - a. Número de eventos temáticos de marketing referentes a tecnologias, produtos e serviços de TIC com foco em sustentabilidade, realizados presencialmente, online ou de modo híbrido no período de um ano. Como exemplos, podem-se citar workshops, exposições e palestras (MVE1).
 - b. Número de eventos temáticos de marketing referentes a tecnologias, produtos e serviços de TIC com foco em sustentabilidade realizados por funcionário, fornecedor e por usuário/cliente no período de um ano (MVE2).

- c. Índice de crescimento do número de eventos temáticos de marketing referentes a tecnologias, produtos e serviços de TIC realizados por funcionário, fornecedor e por usuário/cliente (MVE3).
- d. Porcentagem dos eventos temáticos online em relação ao número total de eventos temáticos de marketing (MVE4).
- e. Índice de crescimento da porcentagem de eventos de marketing online (MVE5).
- f. Número de horas de treinamentos promovidos pela área de marketing sobre tecnologias, produtos e serviços de TIC com foco em sustentabilidade, realizados presencialmente, online ou de modo híbrido no período de um ano (MVE6).
- g. Número de horas de treinamentos promovidos pela área de marketing sobre tecnologias, produtos e serviços de TIC com foco em sustentabilidade realizados por funcionário e por usuário/cliente no período de um ano (MVE7).
- h. Índice de crescimento do número de horas de treinamentos promovidos pela área de marketing sobre tecnologias, produtos e serviços de TIC realizados por funcionário e por usuário/cliente (MVE8).
- i. Porcentagem do número de horas de treinamentos online promovidos pela área de marketing em relação ao número total de horas de treinamentos promovidos por esta mesma área (MVE9).
- j. Índice de crescimento da porcentagem do número de horas de treinamentos online promovidos pela área de marketing (MVE10).
- k. Número de demonstrações sobre tecnologias, produtos e serviços de TIC, realizadas presencialmente, online ou de modo híbrido no período de um ano (MVE11).
- l. Número de demonstrações online sobre tecnologias, produtos e serviços de TIC promovidas pela área de marketing (MVE12).
- m. Porcentagem do número de demonstrações online em relação ao número total de demonstrações promovidas pela área de marketing (MVE13).
- n. Índice de crescimento do número de demonstrações online promovidas pela área de marketing (MVE14).
- o. Porcentagem de usuários/clientes que fazem uso do serviço de logística reversa de equipamentos de TIC oferecido pela organização (MVE15).

- **Serviços de Pós-Venda (SPV):** Este indicador informa como a organização se relaciona com usuários e/ou clientes da organização. Neste caso, os indicadores de sustentabilidade recomendados são:
 - a. Número total de horas de treinamento referentes a produtos e serviços com foco em suporte, aplicados às áreas corporativa e de TIC, e oferecidos para funcionários e usuários/clientes. Este número de horas pode ser classificado em treinamento presencial e online (SPV1).
 - b. Porcentagem do número total de horas de treinamento de suporte online em relação ao número total de horas de treinamento (SPV2).
 - c. Número de chamadas referentes a suporte e/ou reconfiguração online de equipamentos (SPV3).
 - d. Índice de crescimento de chamadas referentes a suporte e/ou reconfiguração online de equipamentos (SPV4).
 - e. Tempo de vida médio de equipamentos eletroeletrônicos da organização (SPV5).
 - f. Índice de crescimento/redução do ciclo de vida de equipamentos eletroeletrônicos da organização (SPV6).
 - g. Porcentagem de equipamentos eletroeletrônicos e mais especificamente de TIC inservíveis na organização, que são encaminhados para reúso em projetos sociais (SPV7).
 - h. Porcentagem de equipamentos eletroeletrônicos e mais especificamente de TIC inservíveis na organização, que são desmontados e encaminhados para reciclagem de componentes (SPV8).
 - i. Porcentagem de equipamentos eletroeletrônicos inservíveis na organização que são descartados (SPV9).
 - j. Índice de crescimento do volume de equipamentos eletroeletrônicos inservíveis na organização, que são encaminhados para reúso em projetos sociais ou reciclagem (SPV10).
 - k. Número de projetos sociais atendidos com equipamentos eletroeletrônicos com possibilidade de reúso (SPV11).

As Tabelas 7.1 a 7.6 classificam os Indicadores de Sustentabilidade segundo os diferentes Pilares de Sustentabilidade, a saber: econômico, ambiental e social.

Tabela 7.1- Indicadores Econômicos para as Atividades de Suporte da Cadeia de Valor

TIPO ATIV	INDICADOR	FONTE DE INFORMAÇÃO
Aquisição e Serviços	<ul style="list-style-type: none"> • Índice de gasto com equipamentos de informática (ABS8). • Índice de gasto com bens de informática por número de funcionários no período de um ano (ABS9). • Evolução dos índices de gasto com equipamentos e bens de informática (ABS10 e ABS11). 	<ul style="list-style-type: none"> • Orçamento gasto com equipamento de TIC e bens de informática.
Desenvolvimento Tecnológico	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentagem da receita alocada para projetos de inovação tecnológica voltada para eficiência energética e uso racional de recursos (DTE1). • Porcentagem da receita e número de projetos voltados para soluções de eficiência energética para DataCenter (DTE2) (DTE3). • Porcentagem da receita e número de projetos voltados para soluções de eficiência energética aplicadas às redes de comunicação (DTE4) (DTE5). • Porcentagem da receita e número de projetos voltados para soluções de eficiência energética para computadores de mesa (DTE6) (DTE7). • Porcentagem da receita e número de projetos voltados para soluções de virtualização de recursos computacionais (DTE8) (DTE9). • Porcentagem da receita e número de projetos voltados para a substituição do fluxo de trabalho baseado em papel por outro, baseado em documentos eletrônicos (DTE10) (DTE11). • Porcentagem da receita e número de projetos voltados para o desenvolvimento de ferramentas de trabalho colaborativo (DTE12) (DTE13). • Porcentagem das impressoras que são monitoradas por ferramentas de controle de número de impressões (DTE14). • Porcentagem da receita e número de projetos voltados para a atualização dos processos administrativos e operacionais (DTE15) (DTE16). • Porcentagem da receita e número de projetos voltados para prospecção tecnológica (DTE17) (DTE18). 	<ul style="list-style-type: none"> • Orçamento alocado para o desenvolvimento de projetos de inovação tecnológica. • Catálogo de projetos de inovação tecnológica ativos.
Recursos Humanos	<ul style="list-style-type: none"> • Número de funcionários da área de TIC que são oriundos da comunidade local (GRH13). • Número de funcionários da área de TIC em posições de chefia, que são oriundos da comunidade local (GRH14) 	<ul style="list-style-type: none"> • Base de informações sobre os funcionários.
Infraestrutura	<ul style="list-style-type: none"> • Gastos totais com energia elétrica (kWh, R\$) mensal e anual (IOG1). • Índice de consumo de energia elétrica (kWh, R\$) mensal e anual por funcionário (IOG2). • Índice de crescimento e/ou redução de consumo de energia elétrica mensal e anual por funcionário (IOG3). • Porcentagem das áreas de uso comum que dispõem de interruptores de luz e/ou ar condicionado acionados por sensores de presença (IOG5). • Gastos totais com consumo de água mensal e anual (litros, R\$) (IOG6). • Índice de consumo de água (litros, R\$) mensal e anual por funcionário (IOG7). • Índice de crescimento e/ou redução de consumo de água mensal e anual por funcionário (IOG8). • Porcentagem de válvulas de água ou torneiras que são acionadas por sensores de proximidade (IOG10). 	<ul style="list-style-type: none"> • Plantas elétrica e hidráulica do(s) prédio(s) atualizadas. • Contas de Luz. • Contas de Água.

Tabela 7.2- Indicadores Econômicos para as Atividades Primárias da Cadeia de Valor

TIPO ATIV	INDICADOR	FONTE DE INFORMAÇÃO
Logística Interna	<ul style="list-style-type: none"> • Número de fretes de mesma natureza recebidos por mês (LGI1). • Número de itens armazenados (LGI2). • Número de itens estocados descartados anualmente por vencimento ou armazenamento inadequado (LGI3). • Porcentagem de itens estocados descartados anualmente por defeito, vencimento ou armazenamento inadequado (LGI4). • Índice de crescimento ou redução de itens descartados (LGI5). 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de controle do almoxarifado.
Operações	<ul style="list-style-type: none"> • Gastos de energia elétrica com infraestrutura de TIC (KWh ou R\$) (OPR1). • Índice de gasto de energia elétrica (kWh ou R\$) no DataCenter por capacidade de processamento e armazenamento instalada e por funcionário (OPR2). • Índice de gasto de energia elétrica (kWh ou R\$) por capacidade de transmissão instalada. (OPR3). • Índice de gasto de energia elétrica (kWh ou R\$) por computador (OPR4). • Índice de redução de consumo de energia elétrica mensal e anual, total e por funcionário, para soluções de eficiência energética e de refrigeração do DataCenter (OPR5). • Índice de redução de consumo de energia elétrica mensal e anual, total e por funcionário, para soluções de eficiência energética para as redes de comunicação e computadores de mesa (OPR6) (OPR7). • Índice de redução de consumo de energia elétrica mensal e anual, total e por funcionário para soluções de virtualização computacional (OPR8). • Índice de consumo de óleo diesel (litros ou R\$) por capacidade de gerador e por funcionário (OPR9). • Índice de redução de número de impressões e bens de consumo pela adoção de fluxo de trabalho de documentos eletrônicos (OPR10). • Gasto total (R\$) com bens de consumo e de informática (OPR12). • Índice de gasto com papel (R\$) por impressora e funcionário (OPR13). • Índice de gasto em cartuchos (R\$) por impressora e funcionário (OPR14). • Índice de redução de deslocamentos e/ou viagens em virtude do uso de ferramentas de trabalho colaborativo (OPR15). • Índice de gasto em viagens (R\$) por funcionário (OPR16). • Índice de crescimento ou redução dos índices de gastos com energia elétrica, óleo diesel, bens de informática em geral, papel, cartuchos de impressora, viagens e outros (OPR17). 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de Gerenciamento de Infraestruturas Predial e de TIC.
Logística Externa	<ul style="list-style-type: none"> • Número de fretes para entrega de mercadorias de mesma natureza usados por mês (LGE7). 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de controle de saída de bens. • Sistema de controle de Frotas.
Marketing e Venda	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentagem de usuários/clientes que fazem uso do serviço de logística reversa de equipamentos de TIC oferecido pela organização (MVE15). 	<ul style="list-style-type: none"> • Inventário de equipamentos para reúso ou reciclagem.

Tabela 7.3– Indicadores Econômicos para as Atividades Primárias da Cadeia de Valor (Cont.)

TIPO ATIV	INDICADOR	FONTE DE INFORMAÇÃO
Serviços Pós-Venda	<ul style="list-style-type: none"> • Número de chamadas referentes a suporte e/ou reconfiguração online de equipamentos (SPV3). • Índice de crescimento de chamadas referentes a suporte e/ou reconfiguração online de equipamentos (SPV4). • Tempo de vida médio de equipamentos eletroeletrônicos da organização (SPV5). • Índice de crescimento/redução do ciclo de vida de equipamentos eletroeletrônicos da organização (SPV6). 	<ul style="list-style-type: none"> • Controle de chamadas registradas no Help Desk. • Inventário de equipamentos.

Tabela 7.4– Indicadores Ambientais para as Atividades de Suporte da Cadeia de Valor

TIPO ATIV	INDICADOR	FONTE DE INFORMAÇÃO
Aquisição e Serviços	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentagem de fornecedores comprometidos com Sustentabilidade (ABS1). • Porcentagem de fornecedores com soluções “verdes” (ABS2). • Porcentagem de fornecedores com soluções de logística reversa (ABS3). • Porcentagem de equipamentos “verdes” (ABS4). • Porcentagem de bens de informática “verdes”, reciclados, recicláveis e/ou biodegradáveis (ABS5). • Crescimento anual de equipamentos “verdes” (ABS6). • Crescimento anual de bens de informática “verdes”, reciclados, recicláveis e/ou biodegradáveis (ABS7). 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de Inventário de Ativos. • Sistema de Credenciamento de Fornecedores.
Infraestrutura	<ul style="list-style-type: none"> • Suporte a fontes alternativas de energia renovável, como energia solar (IOG4). • Suporte a sistemas de captação de água alternativos, como Sistemas de Captação de Água de Chuva (IOG9). • Tempo médio de reparo de problemas na instalação elétrica e hidráulica (IOG11). • Volume de lixo reciclável e não reciclável mensal e anual (IOG15) • Volume de lixo reciclável e não reciclável mensal e anual por funcionário (IOG16). • Índice de crescimento e/ou redução do volume de lixo reciclável e não reciclável mensal e anual por funcionário (IOG17). 	<ul style="list-style-type: none"> • Plantas elétrica e hidráulica do(s) prédio(s) atualizadas. • Controle de chamadas registradas no Help Desk. • Volume de lixo encaminhado para reciclagem.

Tabela 7.5- Indicadores Ambientais para as Atividades Primárias da Cadeia de Valor

TIPO ATIV	INDICADOR	FONTE DE INFORMAÇÃO
Logística Interna	<ul style="list-style-type: none"> • Volume total e por funcionário de embalagens recicláveis e não recicláveis recebidas mensal e anualmente (LGI6) (LGI7). • Porcentagem das embalagens recebidas que são reusadas ou encaminhadas para reciclagem (LGI8). • Porcentagem das embalagens recebidas que são descartadas (LG9). • Índice de crescimento e/ou redução da porcentagem das embalagens recebidas que são reusadas ou encaminhadas para reciclagem (LGI10). 	<ul style="list-style-type: none"> • Volume de material de embalagem obtido e sua destinação.
Operações	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentagem das impressoras monitoradas por ferramentas de controle de número de impressões (OPR11). • Volume de resíduos e lixo gerados pela área de TIC mensal e anualmente (OPR16). • Volume de resíduos e lixo gerados pela área de TIC mensal e anualmente que são reusados e encaminhados para reciclagem (OPR17). • Volume de resíduos e lixo gerados mensal e anualmente que são descartados (OPR18). 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de Controle de Impressoras. • Volume de lixo de TIC encaminhado para reúso ou reciclagem.
Logística Externa	<ul style="list-style-type: none"> • Volume de embalagens recicláveis e não recicláveis usadas mensal e anualmente (LGE1). • Volume de embalagens recicláveis e não recicláveis usadas mensal e anualmente por funcionário (LGE2). • Volume de resíduos gerados no empacotamento de bens (LGE3). • Porcentagem dos resíduos gerados no empacotamento de bens que são reusados e reciclados (LGE4). • Porcentagem dos resíduos gerados no empacotamento de bens que são descartados (LGE5). • Índice de crescimento e/ou redução da porcentagem dos resíduos que são reusadas ou encaminhadas para reciclagem (LGE6). 	<ul style="list-style-type: none"> • Volume de material de embalagem e outros resíduos e sua destinação.
Marketing & Vendas	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentagem dos eventos temáticos online em relação ao número total de eventos temáticos de marketing (MVE4). • Índice de crescimento da porcentagem de eventos de marketing online. (MVE5). • Porcentagem dos treinamentos online em relação ao número total de treinamentos da área de marketing (MVE9). • Índice de crescimento da porcentagem de treinamentos online promovidos pela área de marketing (MVE10). • Número de demonstrações online sobre tecnologias, produtos e serviços de TIC promovidas pela área de marketing (MVE12). • Porcentagem do número de demonstrações online em relação ao número total de demonstrações promovidas pela área de marketing (MVE13). • Índice de crescimento do número de demonstrações online (MVE14). 	<ul style="list-style-type: none"> • Cadastro de eventos, treinamentos e demonstrações da área de marketing.
Serviços Pós-Venda	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentagem de equipamentos eletroeletrônicos inservíveis na organização, que são desmontados e encaminhados para reúso e reciclagem de componentes (SPV7) (SPV8). • Porcentagem de equipamentos eletroeletrônicos inservíveis na organização que são descartados (SPV9). • Índice de crescimento do volume de equipamentos eletroeletrônicos inservíveis na organização, que são encaminhados para reúso em projetos sociais ou reciclagem (SPV10). 	<ul style="list-style-type: none"> • Cadastro de equipamentos para reúso e reciclagem recebidos pela organização.

Tabela 7.6- Indicadores Sociais para as Atividades de Suporte da Cadeia de Valor

TIPO DE ATIV	INDICADOR	FONTE DE INFORMAÇÃO
Recursos Humanos	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentagem da receita destinada às atividades de educação de modo geral (GRH1). • Porcentagem da receita destinada às atividades de educação, com foco em TIC e/ou Sustentabilidade (GRH2). • Número de campanhas educacionais em práticas sustentáveis realizadas no período de um ano (GRH3). • Número de eventos temáticos nas áreas de TIC e Sustentabilidade realizados no período de um ano (GRH4). • Número total de horas de treinamentos presenciais ou online oferecidos por funcionário da área de TIC no período de um ano (GRH5). • Número de horas de treinamento especializado em TIC e com foco em Sustentabilidade, presenciais ou online, oferecidos por funcionário da área de TIC no período de um ano (GRH6) (GRH7). • Índice de crescimento do número horas de treinamentos presenciais ou online geral, voltados à TIC e à Sustentabilidade oferecidos por funcionário na área de TIC (GRH8). • Número de fornecedores, usuários e/ou clientes e pessoas da comunidade local participantes de atividades educacionais, presenciais ou online, oferecidas pela organização (GRH9). • Número de bolsas de estudos oferecidas a funcionários da área de TIC (GRH10). • Porcentagem de bolsas de estudos oferecidas a funcionários da área de TIC com foco em Sustentabilidade (GRH11). • Inclusão de práticas sustentáveis como fator de desempenho dos funcionários (GRH12). 	<ul style="list-style-type: none"> • Cadastro de treinamentos realizados junto ao setor de RH. • Cadastro de concessão de bolsas de estudo junto ao setor de RH. • Pedidos de licença médica registrados no setor de RH.
Infraestrutura	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentagem das áreas projetadas ou reformadas para adequação à lei da acessibilidade (IOG18). 	<ul style="list-style-type: none"> • Plantas de construção civil do(s) prédio(s) atualizadas.

Tabela 7.7– Indicadores Sociais para as Atividades Primárias da Cadeia de Valor

TIPO DE ATIV	INDICADOR	FONTE DE INFORMAÇÃO
Operações	<ul style="list-style-type: none"> • Frequência de práticas preventivas contra doenças ocupacionais (OPR19). • Número de funcionários da área de TIC licenciados devido a doenças ocupacionais no período de um ano (OPR20). • Segurança do local de trabalho aderente às normas vigentes (OPR21). • Índice entre número de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e número de funcionários do local (OPR22). • Número de incidentes de trabalho ocorridos no período de um ano (OPR23). 	<ul style="list-style-type: none"> • Licença de operação obtida por órgão competente. • Pedidos de licença de trabalho junto ao RH.
Marketing & Vendas	<ul style="list-style-type: none"> • Número de eventos temáticos de marketing referentes a tecnologias, produtos e serviços de TIC com foco em sustentabilidade (MVE1). • Número de eventos temáticos de marketing realizados por funcionário, fornecedor e usuário/cliente (MVE2). • Índice de crescimento do número de eventos temáticos de marketing realizados por funcionário, fornecedor e usuário/cliente (MVE3). • Número de horas de treinamentos promovidos pela área de marketing realizados presencialmente, online ou de modo híbrido, no período de um ano (MVE6). • Número de horas de treinamentos promovidos pela área de marketing e realizados por funcionário e por usuário/cliente no período de um ano (MVE7). • Índice de crescimento do número de horas de treinamentos promovidos pela área de marketing e realizados por funcionário e por usuário/cliente (MVE8). • Número de demonstrações sobre tecnologias, produtos e serviços de TIC, realizadas presencialmente, online ou de modo híbrido, no período de um ano. (MVE11). 	<ul style="list-style-type: none"> • Cadastro de eventos, treinamentos e demonstrações da área de marketing.
Serviços Pós-Venda	<ul style="list-style-type: none"> • Número total de horas de treinamento referentes a produtos e serviços com foco em Sustentabilidade (SPV1). • Porcentagem do número total de horas de treinamento online em relação ao número total de horas de treinamento (SPV2). • Porcentagem de equipamentos eletroeletrônicos inservíveis na organização, que são encaminhados para reúso em projetos sociais (SPV7). • Índice de crescimento do volume de equipamentos eletroeletrônicos inservíveis na organização, que são encaminhados para reúso em projetos sociais ou reciclagem (SPV10). • Número de projetos sociais atendidos com equipamentos eletroeletrônicos com possibilidade de reúso (SPV11). 	

7.2.2.3 Indicadores e os Pilares de Sustentabilidade

A Tabela 7.7 resume o número de indicadores de sustentabilidade proposto para a área de TIC de uma empresa organizado por tipo de atividade, suporte ou primária, e pelo pilar de sustentabilidade mais significativo onde se insere.

Tabela 7.8- Visão Geral dos Indicadores Organizados segundo os Pilares de Sustentabilidade

Tipos de Atividades		Econômico	Social	Ambiental	Totais
Atividades de Suporte	Infraestrutura (18)	8	1	6	15
	Gestão de Recursos Humanos (14)	2	12	0	14
	Desenvolvimento Tecnológico (18)	18	0	0	18
	Aquisição e Serviços (11)	4	0	7	11
Atividades Primárias	Logística Interna (10)	5	0	5	10
	Operações (23)	16	5	4	25
	Logística Externa (7)	1	0	6	7
	Marketing & Vendas (15)	1	7	7	15
	Serviços Pós-Venda (11)	4	5	4	13
TOTAIS		59	30	39	128

7.2.2.4 Indicadores de Sustentabilidade organizados segundo os Domínios de Política de Sustentabilidade

Nas próximas seções são apresentados os indicadores organizados segundo os diferentes **Domínios de Política de Sustentabilidade**.

As políticas servem para se governar ou mudar o comportamento de um sistema. No caso deste trabalho, estão em foco as **Políticas de Sustentabilidade** adotadas para governar ou mudar o comportamento da área de **TIC** de uma organização visando atender os requisitos de práticas sustentáveis vinculadas aos quatro pilares: econômico, social, ambiental e cultural.

Os indicadores associados aos diferentes **Domínios de Política** serão empregados para avaliar o quanto uma dada política está sendo aplicada e é eficaz na obtenção dos resultados esperados. Assim, por exemplo, quando uma organização adota uma **Política de Uso Racional de Recursos**, ela tem por meta não somente a redução do

uso de recursos como água, energia elétrica, combustível e outros, como também a redução de custos. Os indicadores, portanto, informam quanto foi economizado de água, energia elétrica, combustível e outros e qual o resultado em termos de custo. Pode-se dizer, então, que a **Política de Uso Racional de Recursos** tem impacto tanto ambiental como econômico.

7.2.2.4.1 Investimentos

Este domínio de política tem como objetivo criar regras e mecanismos para orientar os investimentos que serão realizados em **Gestão de Pessoas, Gestão de Infraestrutura, Inovação Tecnológica e Gestão de Resíduos**, com foco em sustentabilidade.

Este domínio contém, portanto, os domínios referentes a **Gestão de Pessoas, Gestão de Infraestrutura, Inovação Tecnológica e Gestão de Resíduos**, conforme mostra a Tabela 7.8.

Tabela 7.9- Relação entre Domínio de Política de Investimentos, Indicadores e Pilares de Sustentabilidade

Elementos do Domínio de Política de Sustentabilidade	Indicadores de Sustentabilidade	Pilares de Sustentabilidade
Gestão de Pessoas	Vide Domínio "Gestão de Pessoas"	
Gestão de Infraestrutura de TIC	Vide Domínio "Gestão de Infraestrutura de TIC"	
Inovação Tecnológica	Vide Domínio "Inovação Tecnológica"	
Gestão de Resíduos	Vide Domínio "Gestão de Resíduos"	

7.2.2.4.2 Gestão de Pessoas

O Capital Humano é hoje, sobretudo em empresas de prestação de serviços, um dos principais fatores de sucesso dessas empresas. Assim, a existência de uma Política de Gestão de Pessoas adequada e eficaz passa a ser um dos fatores críticos, tanto para manter quanto para captar profissionais qualificados. A Figura 7.3 mostra a abrangência desta política em relação aos processos e recursos de TIC vinculados à Governança de TIC.

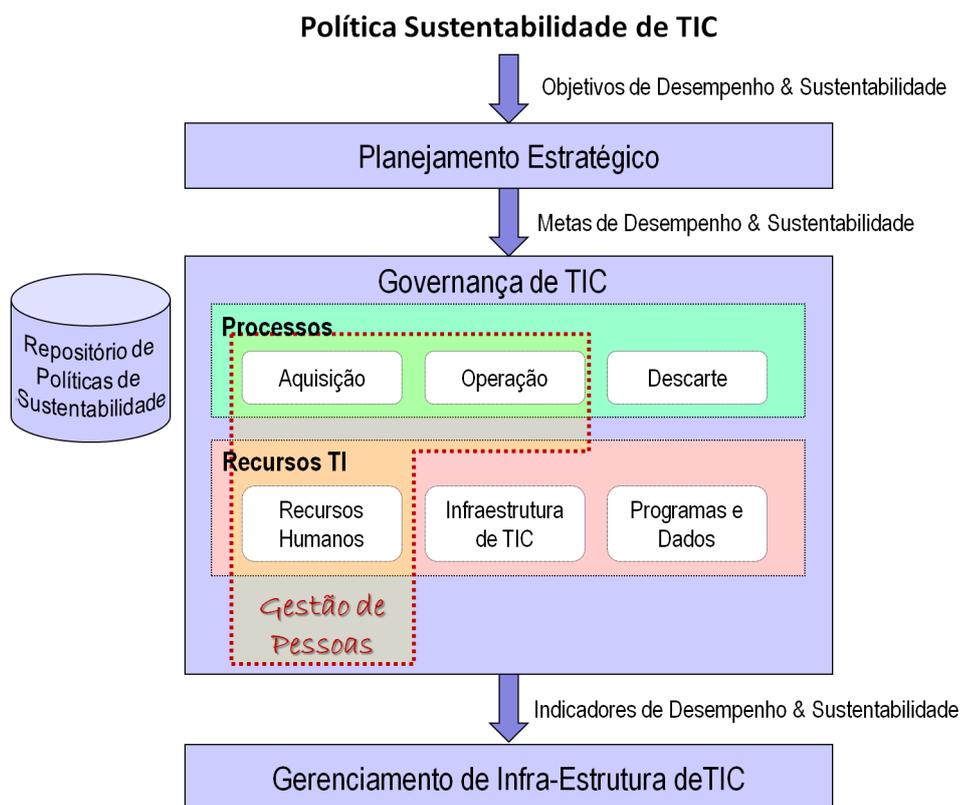


Figura 7.3 – Modelo de Gestão de TIC orientada à Sustentabilidade e o Domínio de Política de Gestão de Pessoas

Este domínio de política tem como objetivo criar regras referentes às atividades de Educação oferecidas para funcionários, fornecedores, usuários/clientes e pessoas da comunidade local; às ações de Saúde Preventiva e Segurança no Trabalho; à Concessão de benefícios, incluindo auxílio-transporte, refeição, creche, dentre outros; e Gestão de Carreiras dos funcionários da organização. A Tabela 7.9 mostra os elementos deste domínio, os indicadores e pilares de sustentabilidade associados.

Tabela 7.10 – Relação entre Domínio de Política de Gestão de Pessoas e Indicadores de Sustentabilidade

Elementos do Domínio de Política de Sustentabilidade		Indicadores de Sustentabilidade	Pilares de Sustentabilidade	
Educação	Vide Domínio “Educação”			
Saúde e Segurança no Trabalho	Vide Domínio “Saúde e Segurança no Trabalho”			
Gestão de Benefícios	Planos de Saúde		N/A GRH12	Social
	Auxílio-transporte		N/A GRH12	Social
	Auxílio-refeição		N/A GRH12	Social
	Auxílio-educação		GRH12	Social
	Auxílio-moradia		N/A GRH12	Social
	Auxílio-creche		N/A GRH12	Social
	Financiamento		GRH12	Social
Gestão de Carreiras	Processo de Seleção	Profissionais de TIC	GRH12	Social
		Administrativo	GRH12	Social
	Contratação		GRH12	Social
	Plano de Carreira	Profissionais de TIC	GRH12	Social
		Administrativo	GRH12	Social
	Afastamento	Férias ou Licença	N/AGRH12	Social
	Desligamento		N/A GRH12	Social

7.2.2.4.3 Educação

Sustentabilidade é um tema ainda pouco incorporado no dia a dia das organizações e mesmo das pessoas. Sendo assim, a conscientização sobre a importância de práticas sustentáveis requer um processo de educação e de mudança de hábitos das pessoas, sejam elas funcionários, fornecedores, usuários e/ou clientes e membros da comunidade local. Este processo requer uma política de educação, não apenas para o desenvolvimento de competências inerentes ao próprio negócio, como também para o desenvolvimento do hábito de práticas sustentáveis.

A política de **Educação** define regras para participação em diferentes tipos de atividades de educação, voltadas a diferentes públicos, incluindo os próprios funcionários da organização, seus fornecedores, seus usuários/clientes e pessoas da comunidade local.

A Tabela 7.10 mostra os elementos do **Domínio “Educação”**, os indicadores e os pilares de sustentabilidade associados.

Tabela 7.11 - Relação entre Domínio de Política de Educação, Indicadores e Pilares de Sustentabilidade

Elementos do Domínio de Política de Sustentabilidade		Indicadores de Sustentabilidade	Pilares de Sustentabilidade	
Perfil de Investimento		GRH1, GRH2	Social	
Funcionários	Campanhas Educacionais	On Site	GRH3	Social
		Eletrônica		
	Eventos Temáticos	Presencial	GRH4, GRH9, MVE1, MVE2, MVE3, MVE4, MVE5	Social
		Online		
	Treinamento	Presencial	GRH5, GRH6, GRH7, MVE6, MVE7, MVE8, MVE9, MVE10, SPV1, SPV2.	Social
		Online		
Demonstrações		MVE11, MVE12, MVE13, MVE14	Social	
Bolsas de Estudos		GRH10, GRH11	Social	
Fornecedores	Campanhas Educacionais	On Site	GRH3	Social
		Online		
	Eventos Temáticos	Presencial	GRH4, GRH9, MVE1, MVE2, MVE3, MVE4, MVE5	Social
		Online		
Usuários/Clientes	Campanhas Educacionais	On Site, Impressa	GRH3	Social
		Online		
	Eventos Temáticos	Presencial	GRH4, GRH9, MVE1, MVE2, MVE3, MVE4, MVE5	Social
		Online		
	Treinamento	Presencial	GRH8, GRH9, MVE6, MVE7, MVE8, MVE9, MVE10, SPV1, SPV2.	Social
		Online		
Demonstração	On Site	MVE11, MVE12, MVE13, MVE14		
	Online			
Comunidade Local	Campanhas Educacionais	Presencial	GRH3	Social, Cultural
		Online		
	Eventos Temáticos	Presencial	GRH4, GR9	Social, Cultural
		Online		

7.2.2.4.4 Saúde e Segurança no Trabalho

A falta de segurança no trabalho pode comprometer não somente a saúde dos funcionários, devido a um número maior de ocorrência de incidentes, como levar a organização a ter gastos com multas e despesas similares. Este é o caso da adequação dos prédios segundo normas de segurança no caso de incêndios. Este Domínio de

Política trata de práticas de segurança de trabalho e saúde preventiva e da eficácia de tais práticas.

A Tabela 7.11 mostra os elementos do **Domínio “Saúde e Segurança no Trabalho”**, os indicadores e os pilares de sustentabilidade associados.

Tabela 7.12- Relação entre Domínio de Política de Saúde e Segurança no Trabalho e Indicadores de Sustentabilidade

Elementos do Domínio de Política de Sustentabilidade		Indicadores de Sustentabilidade	Pilares de Sustentabilidade	
Educação	Saúde Preventiva e Segurança no Trabalho	Campanhas Educacionais	GRH3	Social
		Eventos Temáticos	GRH4	Social
		Eventos CIPA	GRH4	Social
		Treinamento	GRH5	Social
Saúde	Práticas Preventivas	Ginástica Laboral	OPR19	Social
	Doenças	Ocupacionais	OPR20	Social
		Incidentes de Trabalho	OPR23	Social
Segurança no Trabalho	Local de Trabalho	Licenças de Operação	OPR21	Social
		Auditoria CIPA	OPR21	Social
		Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC)	OPR21	Social
	Funcionário	Equipamento de Proteção Individual (EPI)	OPR22	Social

7.2.2.4.5 Gestão de Infraestrutura de TIC

Em relação à Gestão de Infraestrutura de TIC, tendo como foco a Sustentabilidade, dois subdomínios de políticas são particularmente importantes. O primeiro refere-se à Origem de Insumos, ou mais especificamente, dos equipamentos eletroeletrônicos e os bens de informática e telecomunicações, devendo-se priorizar fornecedores de equipamentos considerados “verdes” e equipamentos “verdes”, ou seja: que tenham funcionalidades de economia de energia elétrica e não contenham substâncias tóxicas, e bens de consumo de material reciclado e/ou que sejam recicláveis ou biodegradáveis. O segundo está relacionado ao Uso Racional de Recursos, que inclui desde energia elétrica, combustível até bens de consumo de um modo geral. O objetivo é minimizar o uso de recursos naturais, dar preferência a recursos renováveis e ter, ao final, redução de custos.

A Figura 7.4 mostra a abrangência desta política em relação aos processos e recursos de TIC vinculados à Governança de TIC.

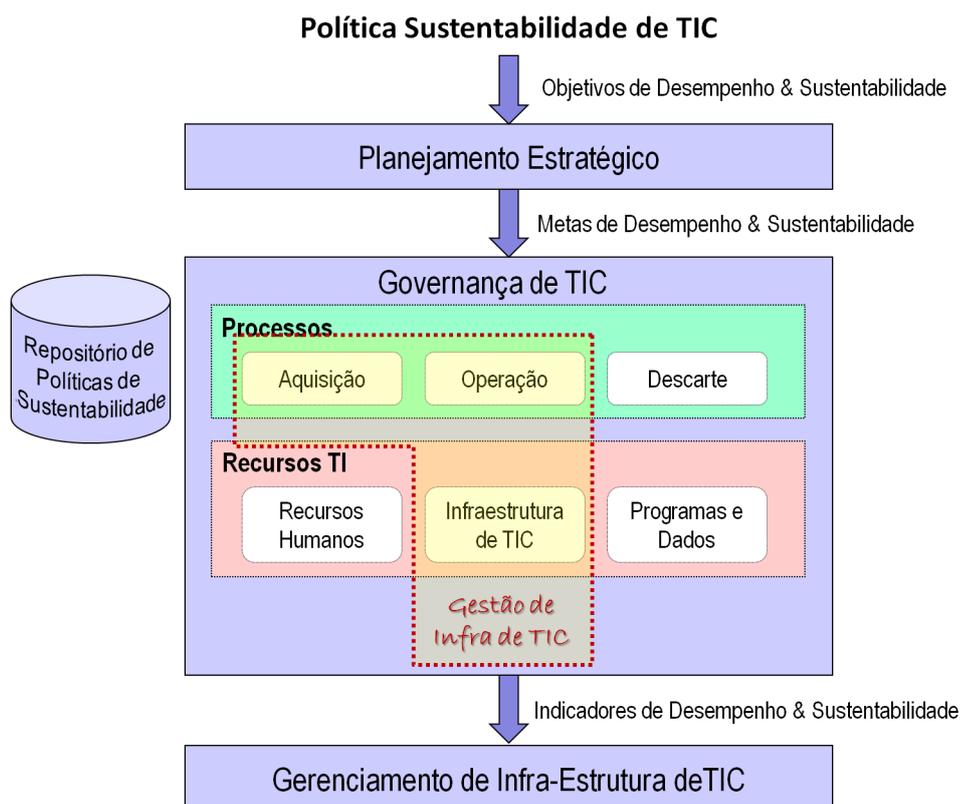


Figura 7.4 – Modelo de Gestão de TIC orientada à Sustentabilidade e o Domínio de Política de Gestão de Infraestrutura

Tais subdomínios estão contidos no **Domínio “Gestão de Infraestrutura de TIC”**, como mostra a Tabela 7.12.

Tabela 7.13 – Relação entre Domínio de Política de Gestão de Infraestrutura de TIC, Indicadores e Pilares de Sustentabilidade

Elementos do Domínio de Política de Sustentabilidade	Indicadores de Sustentabilidade	Pilares de Sustentabilidade
Origem de Insumos	Vide Domínio “Origem de Pessoas”	
Uso Racional de Recursos	Vide Domínio “Uso Racional de Recursos”	

7.2.2.4.6 Origem dos Insumos

Uma das questões mais debatidas em Sustentabilidade é o uso de insumos ou matéria-prima, de fontes renováveis, ou de reciclados que sejam, também, recicláveis e/ou biodegradáveis. Como exemplo, pode-se citar o caso de “computadores verdes”, que são isentos de substâncias tóxicas, como o chumbo, cromo e mercúrio, têm sistema de eficiência energética e foram fabricados segundo processos compatíveis com as normas de gestão ambiental ABNT NBR ISO 14.001 (2005) (SEIFFERT, 2011) e de qualidade ABNT NBR ISO 9001 (2008).

A Tabela 7.13 mostra os elementos do **Domínio “Origem dos Insumos”**, os indicadores e os pilares de sustentabilidade associados.

Tabela 7.14 - Relação entre Domínio de Política de Origem de Insumos, Indicadores e Pilares de Sustentabilidade

Elementos do Domínio de Política de Sustentabilidade		Tipo de Indicador de Sustentabilidade	Pilares de Sustentabilidade
Fornecedor	Sustentabilidade (e.g., adesão ao GRI)	ABS1, ABS2	Todos
	Produtos “verdes”. Reciclados, recicláveis e/ou biodegradáveis.	ABS4, ABS5	Ambiental
	Logística Reversa	ABS3	Ambiental
Produtos	“Verdes”. Reciclados, recicláveis e/ou biodegradáveis.	ABS6, ABS7	Ambiental

7.2.2.4.7 Uso Racional de Recursos

Outro fator de extrema relevância dentro do contexto de Sustentabilidade é o Uso Racional de Recursos, sejam eles recursos naturais, como a água, sejam eles bens manufaturados como papel e bens de consumo de modo geral. Tipicamente, esta política tem como consequência quase imediata a redução de custos.

Contudo, como já dito anteriormente, o objetivo da redução de um dado tipo de recurso pode ter repercussão em diferentes setores de uma organização. Este é o caso de redução de energia elétrica que implica em ações na infraestrutura predial, adquirindo-se, por exemplo, um sistema de iluminação inteligente, acionado a partir de sensores de movimento e presença, até em ações na operação das redes de comunicação (BOLLA et al., 2010).

A Tabela 7.14 mostra os elementos do **Domínio “Uso Racional de Recursos”**, os indicadores e os pilares de sustentabilidade associados.

Tabela 7.15 - Relação entre Domínio de Política de Uso Racional de Recursos, Indicadores e Pilares de Sustentabilidade

Elementos do Domínio de Política de Sustentabilidade		Indicadores de Sustentabilidade	Pilares de Sustentabilidade	
Água	Perfil de Consumo		IGO6, IGO7, IGO8	Econômico
	Fonte Alternativa de Água		IOG9	Ambiental
	Infraestrutura Predial		IOG10, IOG11	Econômico Ambiental
	Refrigeração			
Combustível	Perfil de Uso		IOG12, IOG13, IOG14	Econômico
	Gerador		OPR9, OPR17	Econômico
	Fretes Recebidos e Enviados		LGI1, LGE7	Econômico
	Viagens	Transporte Aéreo	OPR15, OPR16	Econômico
		Transporte Rodoviário	OPR15, OPR16	Econômico
Energia Elétrica	Perfil de Consumo		IOG1, IOG2, IOG3	Econômico
	Fontes Alternativas de Energia Renovável		IOG4	Ambiental
	Iluminação		IOG5	Econômico
	Refrigeração			
	Tecnologia da Informação e Comunicação	Perfil de Consumo	OPR1, OPR17	Econômico
		DataCenter	OPR2, OPR5	Econômico
		Redes de Comunicação	OPR3, OPR6	Econômico
		Computadores de Usuários	OPR4, OPR7	Econômico
		Virtualização de Servidores e Redes	OPR8	Econômico
	Bens	Equipamentos de TIC	Impressoras	OPR10, OPR11, OPR13 OPR14
Bens de Consumo ou Recicláveis		Geral		
		TIC	OPR12, OPR17	Econômico
Perda	Armazenamento Inadequado de Bens de Consumo e/ou Equipamentos		LGI2, LGI3, LGI4, LG5	Econômico

7.2.2.4.8 Inovação Tecnológica

A política de **Inovação Tecnológica** tem como objetivo promover o desenvolvimento de soluções e tecnologias inovadoras e viabilizar a avaliação de seu impacto. Atualmente, existem muitas tecnologias que ajudam a aumentar a produtividade dos funcionários de uma empresa, dentre elas podem-se destacar ferramentas de trabalho colaborativo. Tais ferramentas viabilizam o desenvolvimento conjunto de projetos ou atividades por pessoas que trabalham em locais diferentes e contribuem com a otimização e a redução de viagens e locomoção de funcionários da organização. Outras inovações e ações devem ser também contempladas, como educação a distância, virtualização de computadores e redes, reengenharia de processos, dentre outras.

A Figura 7.5 mostra a abrangência desta política em relação aos processos e recursos de TIC vinculados à Governança de TIC.

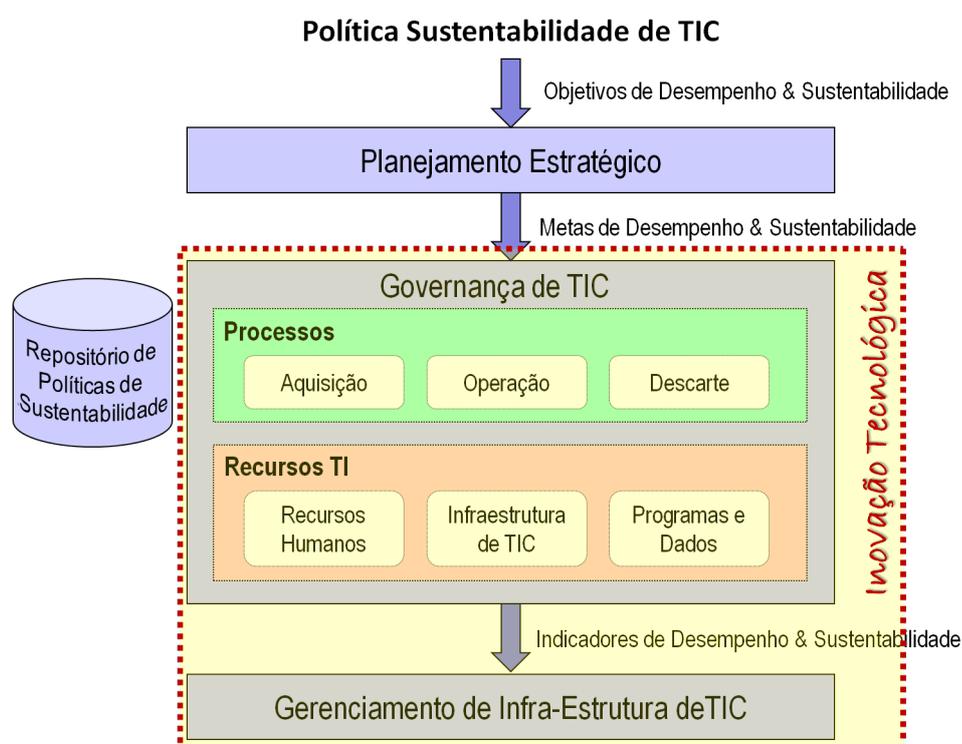


Figura 7.5 – Modelo de Gestão de TIC orientada à Sustentabilidade e o Domínio de Política de Inovação Tecnológica

A Tabela 7.15 mostra os elementos do **Domínio “Inovação Tecnológica”**, os indicadores e os pilares de sustentabilidade associados.

Tabela 7.16 - - Relação entre Domínio de Política de Inovação Tecnológica, Indicadores e Pilares de Sustentabilidade

Elementos do Domínio de Política de Sustentabilidade		Indicadores de Sustentabilidade	Pilares de Sustentabilidade	
Inovação Tecnológica	Perfil de Investimento	DTE1	Econômico	
	Eficiência Energética	DataCenter	DTE2, DET3	Econômico
		Redes de Computadores	DTE4, DET5	Econômico
		Computadores do Usuário Final	DTE6, DTE7	Econômico
	Prospecção Tecnológica	DTE17, DTE18	Econômico	
	Educação a Distancia	GRH8, MVE6	Social	
	Reengenharia de Processos	DTE15, DETE16	Econômico	
	Trabalho Colaborativo	DTE12, DTE13	Econômico	
	Fluxo de Trabalho Eletrônico	DTE10, DTE11	Econômico	
	Virtualização de Recursos	DTE8, DET9	Econômico	
	Uso Racional de Recursos de TIC	DTE14	Econômico	
	Gestão de Resíduos	SPV10, SPV6	Ambiental	
	Comunicação	MVE6, MVE11	Econômico	

7.2.2.4.9 Gestão de Resíduos

A má gestão de resíduos pode implicar em danos para o meio ambiente e desperdício de recursos. Se a opção é feita pela aquisição de bens de consumo biodegradáveis ou não recicláveis, no final da vida útil desses bens coloca-se o problema com seu descarte. Este é o caso das fitas cassetes, que possuem cromo e óxido de ferro, e cuja tecnologia para reciclagem é ainda cara, incorrendo-se ao seu descarte em aterros sanitários.

A Política de Gestão de Resíduos visa criar regras e mecanismos para viabilizar o descarte sustentável de quaisquer tipos de resíduos, sejam eles bens de consumo ou equipamentos, assim como para minimizar o volume de resíduos encaminhados a aterros sanitários.

A Figura 7.6 mostra a abrangência desta política em relação aos processos e recursos de TIC vinculados à Governança de TIC.

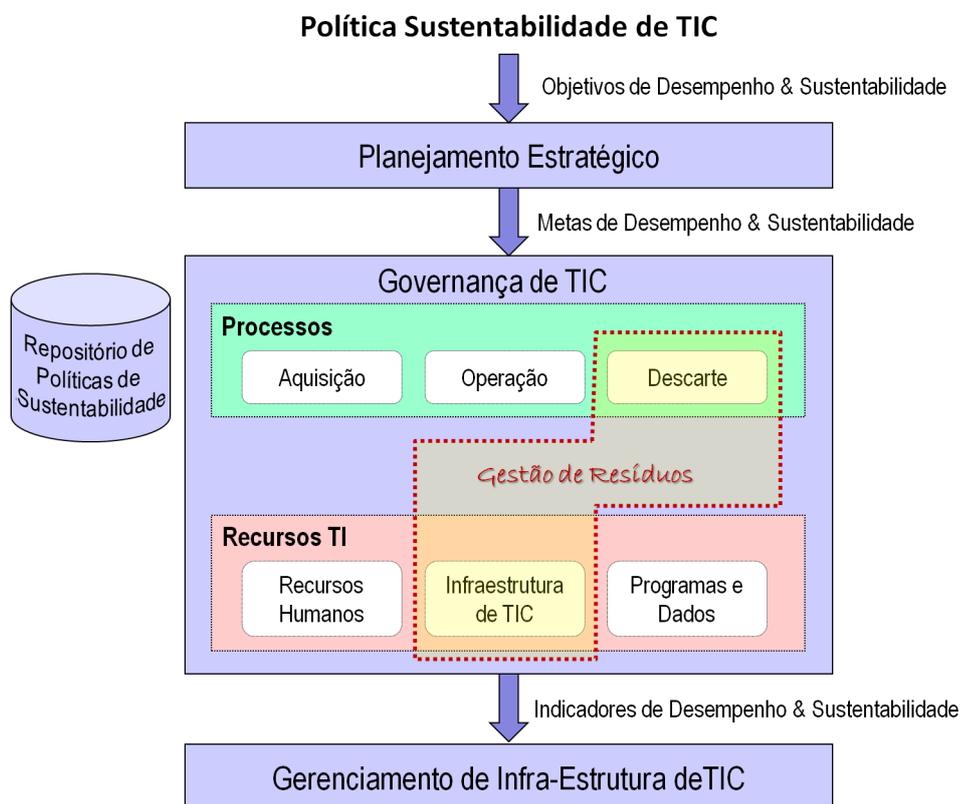


Figura 7.6 – Modelo de Gestão de TIC orientada à Sustentabilidade e o Domínio de Política de Gestão de Resíduos

A Tabela 7.16 mostra os elementos do **Domínio “Gestão de Resíduos”**, os indicadores e os pilares de sustentabilidade associados.

Tabela 7.17– Relação entre Domínio de Política de Gestão de Resíduos, Indicadores e Pilares de Sustentabilidade

Elementos do Domínio de Política de Sustentabilidade		Indicadores de Sustentabilidade	Pilares de Sustentabilidade
Bens de Consumo	Perfil de Descarte	IOG15, IOG16, IOG17	Ambiental
	Não TIC	IOG15, IOG16, IOG17	
	TIC	OPR16, OPR17, OPR18	
Embalagens	Perfil de Descarte	LGI6, LGI7, LGE1, LGE2, LGE3.	Ambiental
	Reusadas ou Recicladas	LGI8, LGI10, LGE4, LGE6.	Ambiental
	Descartadas	LGI9, LGE5	Ambiental
Eletroeletrônicos	Perfil de Descarte	SPV5, SPV6	Ambiental

7.2.2.4.10 Visão Geral dos Domínios de Políticas e Indicadores de Sustentabilidade

A Tabela 7.17 resume o número de indicadores de sustentabilidade proposto para a área de TIC de uma empresa organizado por tipo de atividade, suporte ou primária, e pelo **Domínio de Política de Sustentabilidade**.

Tabela 7.18- Visão Geral dos Indicadores Organizados segundo os Pilares de Sustentabilidade

Tipos de Atividades		Investimento	Origem de Insumos	Uso Racional	Resíduos	Gestão de Pessoas	Educação	Saúde e Segurança
Atividades de Suporte	Infraestrutura (18)			14	6			
	Gestão de Recursos Humanos (14)	12				21	7	4
	Desenvolvimento Tecnológico (18)	18						
	Aquisição e Serviços (11)	4	7					
Atividades Primárias	Logística Interna (10)			6	5			
	Operações (23)			21	3			8
	Logística Externa (7)				6			
	Marketing & Vendas (15)					28		
	Serviços Pós-Venda (11)				12	2		
TOTAIS		34	7	41	32	50	7	12

7.3 Governança de TIC orientada à Sustentabilidade

Como foi mencionado no capítulo 3, existem definições consagradas no mercado referentes à Governança de TIC.

Dentro do contexto deste trabalho, será empregada a definição de Carvalho (CARVALHO, 2010) sobre Governança de TIC:

“Mecanismo de acompanhamento e avaliação da execução do Plano Estratégico de TIC, fundamental para o seu sucesso, viabilizando a realização dos ajustes necessários em resposta ao dinamismo do mercado e da própria organização”. (CARVALHO, 2010)

Considerando que o Planejamento Estratégico deve contemplar ações que visam atender as Políticas de Sustentabilidade em TIC e suas metas, a Governança de TIC pode ser considerada, também, responsável pela aplicação de tais políticas.

Como resultado do Planejamento Estratégico obtêm-se planos de ação especificados para atividades, equipe responsável, prazo de execução, indicadores de desempenho e de sustentabilidade, recursos humanos e investimentos necessários. Tais planos compõem a estratégia. Contudo, em geral não há orçamento para financiar todos os projetos, e chega-se à primeira decisão importante: Qual é o critério de priorização dos planos de ação e/ou projetos? Como será distribuído o orçamento de TIC entre os vários projetos? Como critério básico, pode-se empregar o gráfico de bolhas (vide Figura 7.7) em que se selecionam os Planos de Ação mais necessários e mais fáceis de implementar. Neste gráfico a seguir, cada bolha representa um Plano de Ação sendo que o seu diâmetro é proporcional ao investimento necessário para executá-lo.

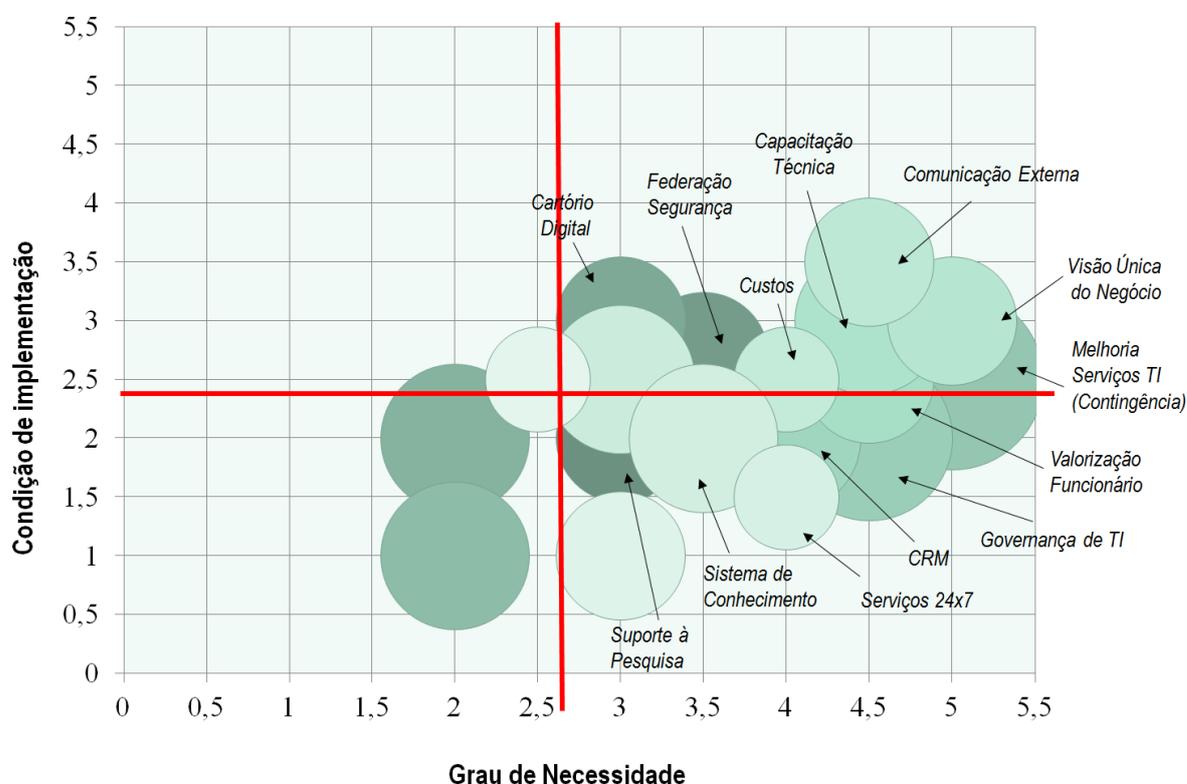


Figura 7.7 – Exemplo de Plano de Ação para um Centro de Informática [Fonte: (Carvalho, 2010)]

Uma vez priorizados e definidos os projetos a serem financiados, monitorar a evolução dos projetos, verificando se as atividades previstas estão sendo executadas dentro do cronograma pré-estabelecido, se os recursos, tanto financeiros como humanos, estão atendendo à expectativa de demanda e resultado, se foi detectado algum problema ou

desafio interessante que merece ser discutido com a direção, e, por último, se os objetivos e metas estão sendo alcançados.

A análise da evolução do plano de ação ou projeto de TIC é tipicamente realizada por meio da avaliação dos indicadores, em termos absolutos e relativos, em função de metas intermediárias e finais a serem alcançadas. A partir desta análise e de eventuais mudanças do mercado e da própria realidade da organização, pode-se abortar um projeto, decidir-se por modificá-lo, reduzir ou aumentar a equipe ou mesmo tomar medidas para acelerá-lo.

É dentro desse contexto que este trabalho trata e aplica o conceito de Governança de TIC.

Assim sendo, o que seria Governança orientada à Sustentabilidade? De modo simplificado, pode-se dizer que é aquela em que decisões, por exemplo, sobre investir nesta ou em outra tecnologia, adotar uma determinada solução ou desenvolver um dado projeto baseiam-se em critérios outros que não apenas os ganhos de mercado, mas também no maior alinhamento com práticas sustentáveis. Muitas vezes ganho econômico e práticas sustentáveis são objetivos casados, como acontece no uso racional de água, energia elétrica, de matéria-prima em geral e assim por diante.

No entanto, práticas sustentáveis só serão realidade em uma organização se estiverem embutidas na missão, nos objetivos ou mesmo nos seus valores, envolvendo todos os níveis da organização, desde o estratégico até o operacional.

7.3.1 Método para Implementação de Governança de TIC

Nas próximas seções será apresentado um método para implementação de Governança de TIC (CLEMENTI, 2006).

7.3.1.1 Fases de Implementação do Modelo de Governança de TIC

A implementação de Governança de TIC é realizada seguindo-se estas fases (vide Figura 7.8):

- Fase 1 – Levantamento de Informação sobre a Empresa

- Fase 2 – Avaliação da Governança de TIC
- Fase 3 – Reprojeto da Governança de TIC
- Fase 4 – Implementação da Nova Governança de TIC
- Fase 5 – Avaliação dos Resultados de Governança de TIC

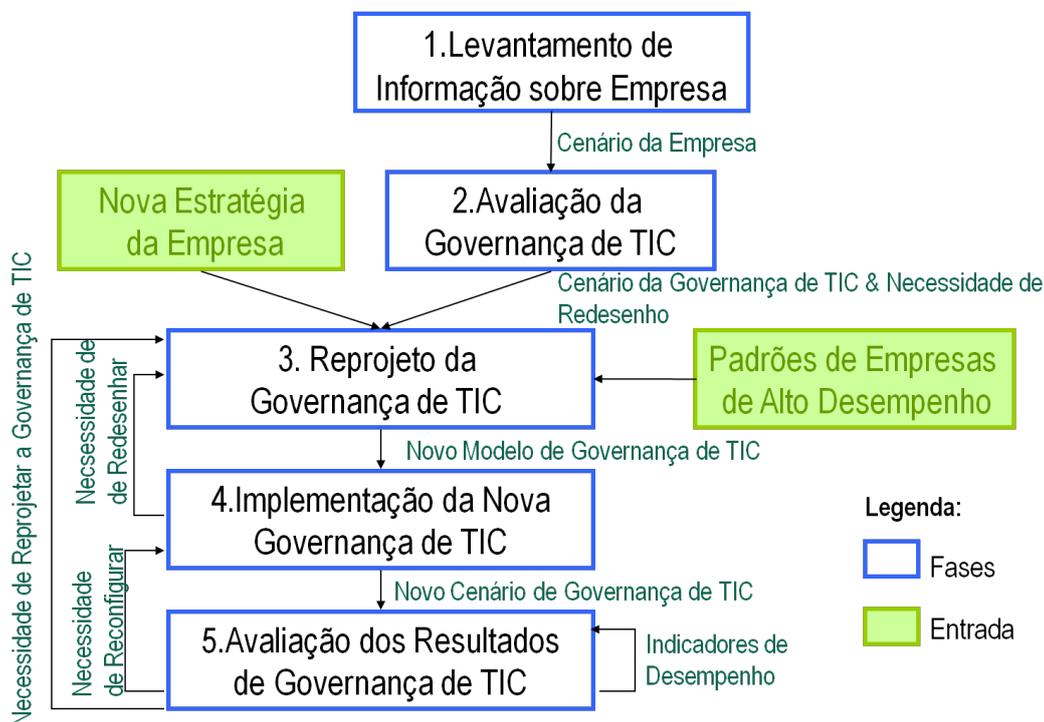


Figura 7.8 – Modelo Geral de Governança de TIC

7.3.1.1.1 Fase 1 - Levantamento de Informação sobre a Empresa

Antes da concepção do novo **Modelo de Governança de TIC** é importante definir e conhecer o cenário da empresa para a qual o modelo será desenvolvido.

Este cenário é descrito por meio das características da indústria onde a empresa se insere, o tamanho da própria empresa, o número de unidades de negócio e a relação existente entre estas unidades (nível de sinergia desejado entre as unidades de negócio) (WEILL, 2006).

Em primeiro lugar, deve ser compreendida qual é a estratégia básica que guia a organização. Como base, podem-se adotar as três disciplinas de valor, descritas em (WEILL, 2006) (TREACY, 1995):

- **Excelência Operacional:** dá ênfase em eficiência e confiabilidade, lidera a indústria em preço e conveniência, minimiza os custos de overhead (i.e, despesas indiretas) e racionaliza a cadeia de suprimentos.
- **Intimidade com o Cliente:** tem como foco cultivar relacionamentos de longo prazo com os clientes, desenvolver serviços para ele, oferecer capacidade de resposta e customização baseada no conhecimento profundo do cliente.
- **Liderança em Produto (ou Serviço):** prioriza a inovação contínua de produtos e serviços, abarcando novas ideias e novas soluções para problemas, com rápida comercialização.

A Tabela 7.18 resume as diferenças entre as três abordagens de valor de disciplina.

Tabela 7.19 – Disciplinas de Valor para os Negócios

	Excelência Operacional	Intimidade com o Cliente	Liderança de produto
Processos de Negócio	<ul style="list-style-type: none"> • Otimização da cadeia de suprimentos. • Eficiência e confiabilidade. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gerenciamento do serviço do cliente. • Flexibilidade e capacidade de resposta às demandas dos clientes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Criação de produto, divulgação e tempo para comercialização. • Inovação constante.
Organização e Habilidades	<ul style="list-style-type: none"> • Autoridade central. • Habilidades críticas no núcleo da organização. 	<ul style="list-style-type: none"> • Poder de decisão próximo ao cliente. • Habilidades críticas nas bordas da organização. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ad-hoc orgânica e celular. • Habilidades críticas espalhadas em estruturas de grupo.
Gerenciamento de Sistemas	<ul style="list-style-type: none"> • Controle, procedimentos operacionais, padrão. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tempo de Vida do cliente (retenção do cliente). • Satisfação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mecanismos de recompensa para capacidade de inovação. • Gestão de Riscos.
TIC	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas integrados com baixo custo das transações. 	<ul style="list-style-type: none"> • Visão única para os dados do cliente. • Ferramentas para identificação de segmentos de cliente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema colaborativo. • Ferramentas de modelagem e simulação.

Adicionalmente, deve ser considerado o modo de operação básico da empresa, se existe ou não sinergia entre as unidades de negócio. A empresa pode operar segundo uma estrutura de administração centralizada (i.e., com grande sinergia entre as unidades de negócio) ou distribuída (i.e., com maior autonomia entre as unidades de

negócio). A Tabela 7.19 compara os dois tipos de estrutura de administração segundo os processos, organização e habilidades, gerenciamento de sistemas e infraestrutura de TIC.

Tabela 7.20 – Características dos Diferentes Tipos de Administração

	Excelência Operacional	Intimidade com o Cliente
Processos de Negócio	<ul style="list-style-type: none"> • Otimização da cadeia de suprimentos. • Eficiência e confiabilidade. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gerenciamento do serviço do cliente. • Flexibilidade e capacidade de resposta às demandas dos clientes.
Organização e Habilidades	<ul style="list-style-type: none"> • Autoridade central. • Habilidades críticas no núcleo da organização. 	<ul style="list-style-type: none"> • Poder de decisão próximo ao cliente. • Habilidades críticas nas bordas da organização.
Gerenciamento de Sistemas	<ul style="list-style-type: none"> • Controle, procedimentos operacionais, padrão. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tempo de Vida do cliente (retenção do cliente). • Satisfação.
TIC	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas integrados com baixo custo das transações. 	<ul style="list-style-type: none"> • Visão única para os dados do cliente. • Ferramentas para identificação de segmentos de cliente.

Outro fator importante está relacionado ao tamanho da empresa (número de unidades de negócio), estabilidade administrativa e metas de desempenho. Dentre as metas de desempenho estão: ROI (*Return On Investments*), ROE (*Return on Equity*), ROA (*Return on Assets*), crescimento da receita, participação no mercado, dentre outros.

Ao final desta fase, obtém-se uma **Descrição do Cenário da Empresa**.

7.3.1.1.2 Avaliação da Governança de TIC existente

Nesta fase, devem ser identificados os tomadores de decisão de TIC e aqueles que dão subsídios para estes tomadores dentro da organização, quais são os mecanismos de Governança de TIC já empregados, como os resultados da Governança são avaliados em termos de métricas financeiras e uso efetivo dos recursos de TIC.

Para tanto, devem ser realizadas as seguintes atividades (vide Figura 7.9):

- Mapear a governança atual da organização na Matriz de Arranjos e no Modelo de Governança do MIT CISR.
 - Auditar os mecanismos já existentes de Governança de TIC (mecanismos de alinhamento do processo de tomada de decisão e de comunicação), como eles são definidos, como são aplicados, seus objetivos, quais são os

comportamentos desejáveis esperados, sua efetividade e como esta efetividade é avaliada.

- Avaliar como as práticas de Governança de TIC estão disseminadas na organização e até que ponto os gerentes e funcionários estão engajados nesta iniciativa.
- Auditar as Métricas de Governança e como elas são monitoradas.
- Auditar os sistemas de incentivo e recompensa, verificando se estão alinhados com os objetivos da organização.
- Avaliar o desempenho da Governança de TIC em termos da importância dos seus resultados, o impacto nos negócios e o que funciona melhor e não funciona na organização. Devem ser avaliados o uso efetivo de TIC no controle de custo, crescimento, uso de ativos e flexibilidade dos negócios.
- Auditar Desempenho Financeiro considerando os objetivos de negócio (por exemplo, ROI, ROA, crescimento do lucro, crescimento da participação no mercado, dentre outros).

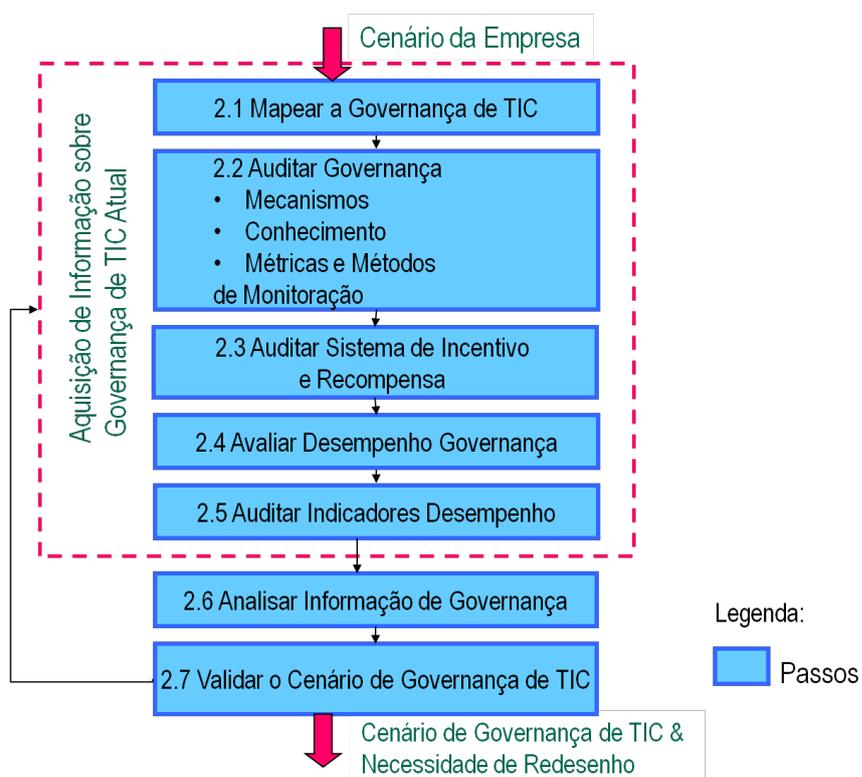


Figura 7.9 – Etapas da Fase 2 de Avaliação de Governança de TIC

As informações coletadas são analisadas identificando-se a estratégia básica da organização, quais os tipos de decisões de TIC tomadas sob a Governança de TIC, quem

são os tomadores de decisão, como as decisões são tomadas e monitoradas, como os objetivos de desempenho têm sido alcançados. Como resultado, obtém-se o **Cenário de Governança de TIC** atual.

O **Cenário de Governança de TIC** atual deve ser apresentado à direção da organização para validação. Devem ser promovidas discussões sobre o estado atual da Governança de TIC em relação a seus resultados positivos, ineficiências e objetivos de melhoria, definindo-se quais os indicadores-chaves de desempenho (KPI - *Key Performance Indicators*) e sustentabilidade (KSI - *Key Sustainability Indicators*) devem ser priorizados.

Como resultado desta fase, obtém-se o **Cenário de Governança de TIC** e identificam-se as necessidades de reprojeto ou reajustes da Governança de TIC.

7.3.1.1.3 Concepção do Novo Modelo de Governança de TIC orientada a Políticas de Sustentabilidade

Tendo por base a análise das fases prévias, a Governança de TIC é revisada considerando-se os tomadores de decisão, a efetividade dos mecanismos de Governança de TIC já empregados e os objetivos de desempenho e sustentabilidade da organização versus métricas e mecanismos de monitoração dessas métricas de Governança de TIC (vide Figura 7.10).

Para tanto, o Modelo de Governança de TIC atual deve ser revisado, considerando-se:

- Redefinição da missão da estratégia da organização, evidenciando os seus objetivos em frase clara e concisa.
- Identificação de novos comportamentos desejáveis em harmonia com a direção estratégica (por exemplo, otimização de processos em harmonia com a estratégia de excelência operacional).
- Revisão dos arranjos de Governança de TIC (tomadores de decisão, contribuintes dos tomadores de decisão, tipos de decisões a serem tomadas) e identificação das ações a serem tomadas para melhorar a harmonização com a estratégia e organização da empresa.

- Revisão dos objetivos de negócio (por exemplo, ROI esperado, lucro esperado), definindo-se os objetivos de negócio de modo mais claro (por exemplo, redução de custos, melhoria do índice de retenção de cliente) para a Governança de TIC. Além disso, deve-se realizar uma análise comparativa com outras organizações que tenham perfis similares no que concerne às iniciativas de Governança de TIC.
- Identificação de eventual necessidade de novos mecanismos de Governança de TIC ou redução dos mecanismos já existentes (mecanismos de Governança bem implementados reforçam e estimulam os comportamentos desejáveis, conduzem a resultados obtidos por meio das métricas de Governança de TIC e sua monitoração).
- Revisão das métricas de Governança de TIC e métodos de monitoração, verificando-se se estão harmonizados com os objetivos de desempenho do negócio.
- Revisão das abordagens de comunicação da Governança de TIC.

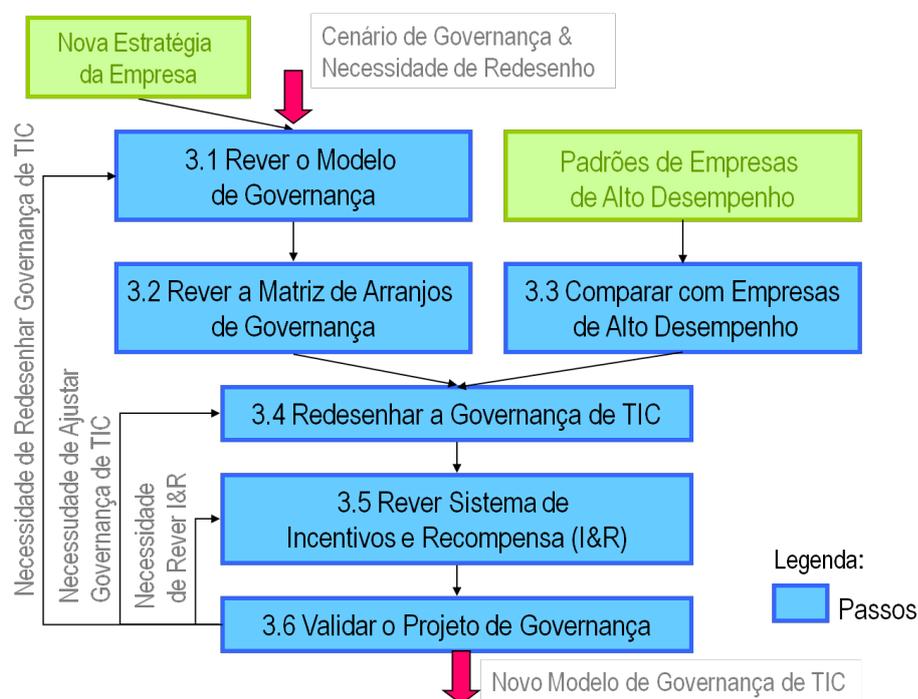


Figura 7.10 - Etapas da Fase 3 de Reprojeto da Governança de TIC

Como resultado obtêm-se o novo Modelo de Governança de TIC e a Matriz de Arranjos associada. Este Modelo deve ser apresentado e discutido com os líderes da organização (e.g., gerentes sêniores) e com o grupo de pessoas responsáveis pela

implementação da Governança de TIC. Como resultado, ainda, pode ser necessário realizar ajustes ou rever o Modelo de Governança proposto.

7.3.1.1.4 Implementação do Novo Modelo de Governança

Nesta fase, o plano de implementação da Governança de TIC é detalhado, executado e continuamente avaliado (vide Figura 7.11).

O plano para implementação da Governança de TIC deve ser detalhado descrevendo-se as atividades de cada etapa de implementação, os recursos necessários e os prazos envolvidos, além dos resultados esperados. Este plano de implementação de Governança de TIC deve ser apresentado e discutido com os líderes da área de TIC e/ou das unidades de negócio. Assim que o plano for aprovado, pode-se dar início à sua execução.

A execução de um plano de implementação de Governança de TIC deve incluir:

- Definição da estrutura organizacional que dará suporte às atividades de Governança de TIC.
- Alocação a essas atividades dos profissionais que atuarão em tempo parcial ou integral.
- Identificação, levantamento de custos e definição das ferramentas a serem usadas nas atividades de monitoração das métricas de Governança de TIC.
- Aquisição das ferramentas especificadas.
- Treinamento das pessoas diretamente envolvidas nas atividades de Governança de TIC.
- Realização de atividades de divulgação das atividades de Governança de TIC com envolvimento de todos os funcionários da organização.

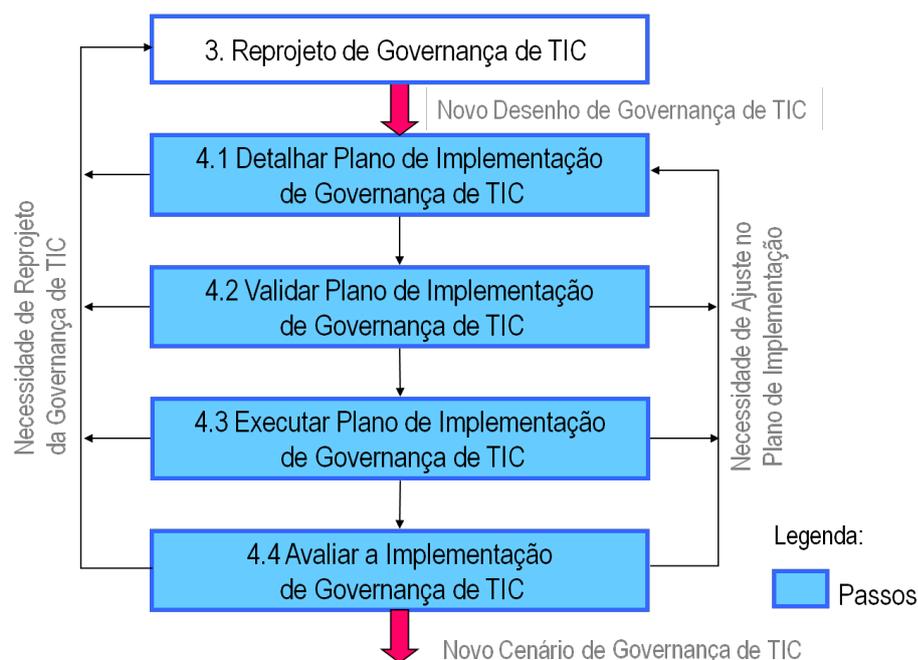


Figura 7.11 - Etapas da Fase 4 de Implementação da Nova Governança de TIC

A execução da implementação de Governança de TIC e seus objetivos devem ser avaliados constantemente, assim como a receptividade dos funcionários mediante as mudanças implantadas. Tipicamente, adotam-se ferramentas de suporte a Governança de TIC, que vão desde o Help Desk até ferramentas de monitoração de métricas que acabam alterando os procedimentos internos, o que em um primeiro instante pode gerar resistência por parte dos funcionários envolvidos.

Ao final desta fase, um novo **Cenário de Governança de TIC** será implementado.

7.3.1.1.5 Avaliação da Implementação de Governança de TIC

Com base nas métricas e indicadores especificados anteriormente, avalia-se a efetividade da Governança de TIC. Se algum problema for detectado, os mecanismos de Governança de TIC bem como os comportamentos desejados devem ser revistos (vide Figura 7.12).

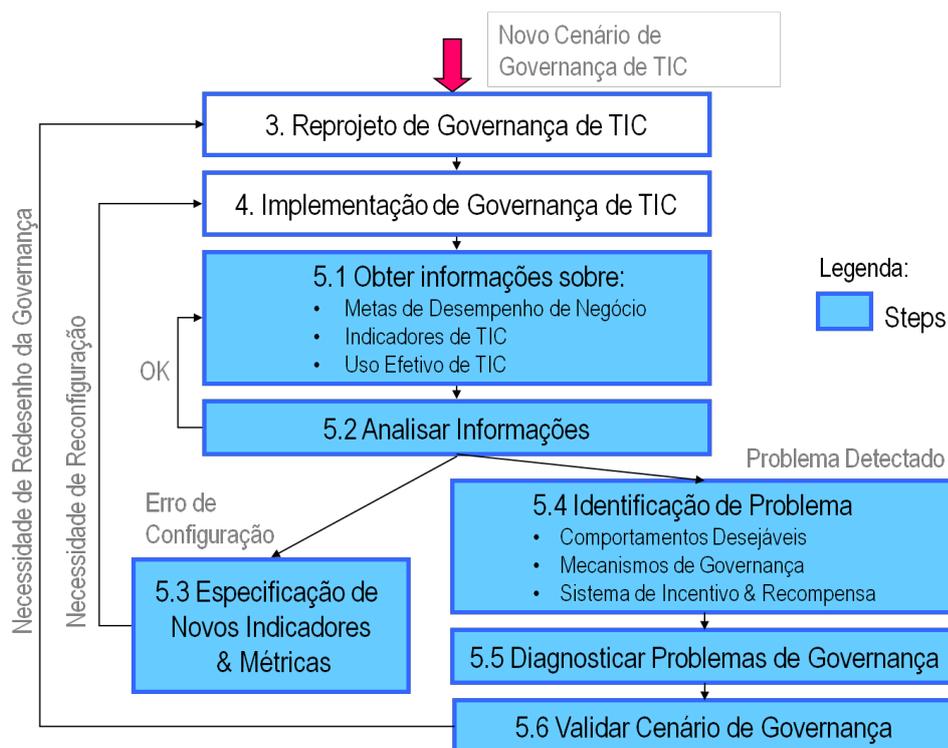


Figura 7.12 - Etapas da Fase 5 de Avaliação dos Resultados da Governança de TIC

Nesta fase, devem ser coletadas informações sobre as metas de desempenho, a perspectiva do cliente em relação à empresa, o desempenho dos funcionários, a capacidade de inovação de produtos e serviços, a necessidade de serem inseridos novos indicadores de desempenho e sustentabilidade, a avaliação sobre a eficiência e confiabilidade de TIC, tendo como referências as métricas de TIC pré-definidas, a avaliação do uso efetivo de TIC em relação ao custo de controle, utilização de ativos, alinhamento dos negócios, dentre outros aspectos importantes para cada tipo de negócio.

Como resultado da análise destas informações, pode-se identificar a necessidade de mudanças referentes às metas de sustentabilidade e desempenho, aos indicadores correspondentes e às métricas. Esta análise deve contemplar, também, problemas referentes aos comportamentos desejáveis de TIC, a eficácia dos mecanismos de TIC, o impacto do sistema de incentivo e recompensas nos objetivos de Governança de TIC.

Esta análise servirá de base para o diagnóstico sobre a Governança de TIC a ser discutida com líderes de TIC e negócio. Como consequência, pode ser necessário implementar ajustes ou mudanças na Governança de TIC.

Na Figura 7.8, pode-se constatar que essas fases não são necessariamente executadas em sequência. A transição de uma fase para outra depende dos resultados obtidos na fase corrente.

7.3.2 Modelos de Governança de TIC

Conforme discutido no capítulo 3, existem inúmeros modelos de Governança de TIC, aliados a Modelos Avaliação de Maturidade, Gestão de Serviços e Gestão de Projetos, que muitas vezes se complementam a fim de proporcionar uma solução mais rica e completa para a Governança de TIC de uma organização.

No contexto deste trabalho, optou-se por empregar o seguinte subconjunto de modelos e ferramentas de suporte para Governança de TIC, segundo mostra a Figura 7.13:

- **MIT CISR:** trata-se de um modelo para Governança de TIC voltado para maximizar o valor de TIC para o negócio. Tem como grande vantagem a simplicidade e possibilidade de incorporação gradativa de práticas e mecanismos de Governança.
- **COBIT:** trata-se de um padrão de mercado orientado a processos com regras claras sobre os procedimentos de auditoria. É muito aceito no Brasil em decorrência de sua adoção pelos bancos com base em regulamentação do Banco Central.
- **ITIL:** é um modelo voltado para gestão de serviços, muito importante para as áreas de suporte e entrega de serviços de TIC.
- **BSC (*Balanced ScoreCard*):** é um modelo bastante usado por permitir visualizar as relações de causa e efeito entre os objetivos estratégicos, concentrando a formulação da estratégia e a sua execução.

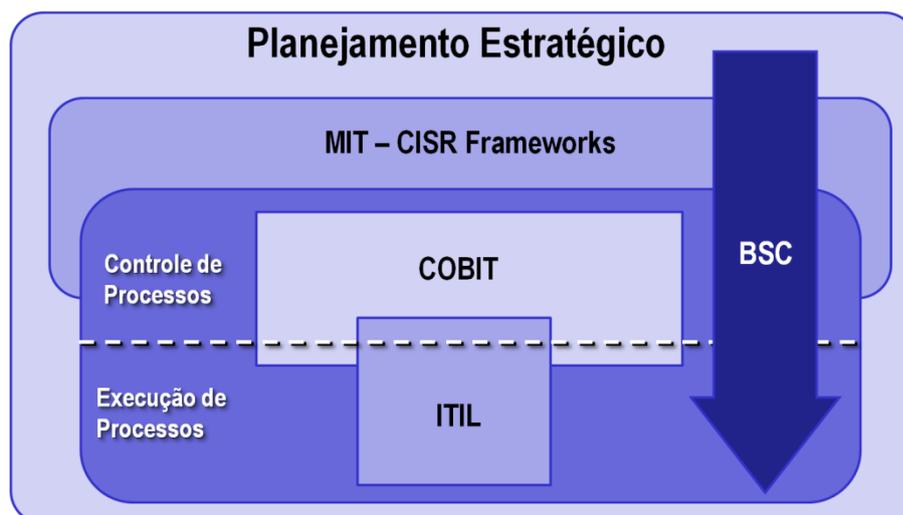


Figura 7.13 – Modelo Geral de Governança de TIC

Segundo a Figura 7.13, o Modelo de Governança de TIC do MIT–CISR é usado, portanto, como modelo básico. Conforme foi mostrado no capítulo 3, este modelo compõe-se de seis elementos: Estratégia e Organização da Empresa; Organização de TIC & Comportamento Desejável; Metas de Desempenho e Sustentabilidade de Negócio; Métricas de TIC & Monitoração; Arranjos de Governança de TIC; e Mecanismos de Governança de TIC.

Os modelos de Governança, COBIT e BSC, e o modelo de Gestão de Serviço, ITIL, são integrados ao modelo do MIT CISR, como um mecanismo (vide capítulo 9). Outro Mecanismo muito importante são os Sistemas de Gerenciamento de Infraestrutura de TIC, incluindo os Sistemas de Gerenciamento de Rede. Tais Sistemas de Gerenciamento atuam de forma direta sobre os equipamentos, incluindo servidores, roteadores, switches, dentre outros, podendo-se reconfigurá-los, ativá-los, desabilitá-los ou colocá-los em estado dormente.

Neste trabalho, será dada mais ênfase ao Sistema de Gerenciamento de Redes, como um Mecanismo de Governança de TIC e como executor de Políticas dos Níveis de Infraestrutura de TIC, Dispositivo e Instância, conforme explicado no capítulo 2.

7.3.3 Considerações Finais

Neste capítulo, foi dada ênfase a métodos e modelos que viabilizam a aplicação de Políticas de Sustentabilidade nos níveis de Negócio e Sistema. Na realidade, o Planejamento Estratégico estabelece metas de Desempenho e Sustentabilidade a serem alcançadas e especifica Planos de Ações a serem executados para este fim.

A partir dessas metas, são especificados Indicadores de Desempenho e Sustentabilidade, cuja evolução deve ser acompanhada pelos mecanismos de Governança, objetivando-se garantir que as metas sejam alcançadas dentro dos prazos estipulados. A Governança de TIC é, portanto, responsável pela execução das Políticas de Sustentabilidade dos níveis de Negócio e Sistema. De maneira similar, os Sistemas de Gerenciamento de Infraestrutura de TIC são responsáveis pela execução das Políticas de Sustentabilidade nos níveis de infraestrutura de TIC, dispositivo e instância. No caso específico de Serviços de Rede, os Sistemas de Gerenciamento de Redes são responsáveis pela execução de Políticas de Sustentabilidade nos níveis de Rede (Infraestrutura de TIC), Dispositivo e Instância, conforme apresentado no capítulo 8.

8 SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE REDES ORIENTADO A POLÍTICAS DE SUSTENTABILIDADE

Este capítulo apresenta um Sistema de Gerenciamento de Redes orientado a Políticas de Sustentabilidade responsável pela aplicação de políticas dos níveis de Rede, Dispositivo e Instância, conforme explicado no capítulo 6. As políticas destes níveis são determinadas a partir das políticas dos níveis superiores, a saber: de Negócio e Sistema.

Na parte inicial deste capítulo é mostrada a arquitetura genérica de Sistemas de Gerenciamento de Redes orientado à Política, e são discutidos os desafios de tradução de políticas descritas para os diferentes níveis, incluindo Rede, Dispositivo e Instância. Na segunda parte é apresentada a proposta da arquitetura de um Sistema de Gerenciamento orientado a Políticas de Sustentabilidade e seu modo de operação, como exemplo real de um sistema desse tipo, cujo protótipo encontra-se em fase de desenvolvimento.

8.1 Política de Sustentabilidade em Nível de Redes

O gerenciamento de redes engloba a configuração, a administração, a manutenção e o provisionamento dos recursos da rede. Uma política orientada à sustentabilidade em nível de redes pode ser vista como um conjunto de regras que controlam o comportamento da rede de acordo com uma diretriz global de gerenciamento de redes orientada à sustentabilidade.

Uma política de gerenciamento traduz-se no nível da rede por meio de uma declaração de ação pré-determinada, que se repete em cada entidade envolvida na rede quando certas circunstâncias são atendidas, refletindo um curso de ação que guia as decisões futuras na rede de acordo com uma política geral de operação (BOROS, 2000) (SAPERIA, 2002). O número das ações possíveis ou necessárias realizadas para cada recurso disponível na rede cresce à medida que os sistemas atuais se tornam cada vez mais complexos e heterogêneos. Historicamente, o uso de políticas de gerenciamento de redes tem sido especialmente associado às seguintes categorias (BOROS, 2000):

1. Políticas de gerenciamento de desempenho.
2. Políticas de controle de acesso e segurança.
3. Políticas de qualidade de serviço.
4. Políticas de administração e configuração.
5. Políticas de gerenciamento de falhas.

Os desafios de uma política de gerenciamento de redes orientada à sustentabilidade envolvem ações relacionadas a diferentes categorias de políticas, incluindo as possíveis interações entre elas. Por exemplo, uma política orientada à sustentabilidade pode ter como objetivo minimizar o consumo de energia pela rede, mantendo-se um determinado nível de qualidade de serviço (QoS – *Quality of Service*). Dessa forma, objetiva-se obter o menor consumo de energia possível para o estado presente da rede ao mesmo tempo em que sejam garantidos valores mínimos aceitáveis para métricas de desempenho e confiabilidade.

8.1.1 Gerenciamento de Redes Baseado em Política

O chamado Gerenciamento de Redes Baseado em Política (PBNM - *Policy-Based Network Management*) tem sido usado como um paradigma de gerenciamento de redes que, ao separar as operações de administração das operações básicas da rede, torna mais fácil o seu gerenciamento. Este vem ganhando importância nas últimas duas décadas à medida que se mostra um mecanismo flexível e robusto de alocação de recursos e serviços na rede, tais como alocação de banda, garantia de qualidade de serviço, controle de acesso e priorização de tráfego.

O *Internet Engineering Task Force* (IETF), em cooperação com o *Distributed Management Task Force* (DMTF) e por meio do *Policy Framework Working Group* (PFWG), definiu o que seria uma abordagem ótima para a arquitetura e o modelo de informação para um Sistema de Gerenciamento de Redes Baseado em Política (RANA, 2009), conforme ilustra a Figura 8.1. Este trabalho fundamenta-se nos componentes propostos nessa arquitetura geral para derivar uma arquitetura para gerenciamento de redes baseado em política orientada à sustentabilidade, que será mostrada na Seção 8.3.

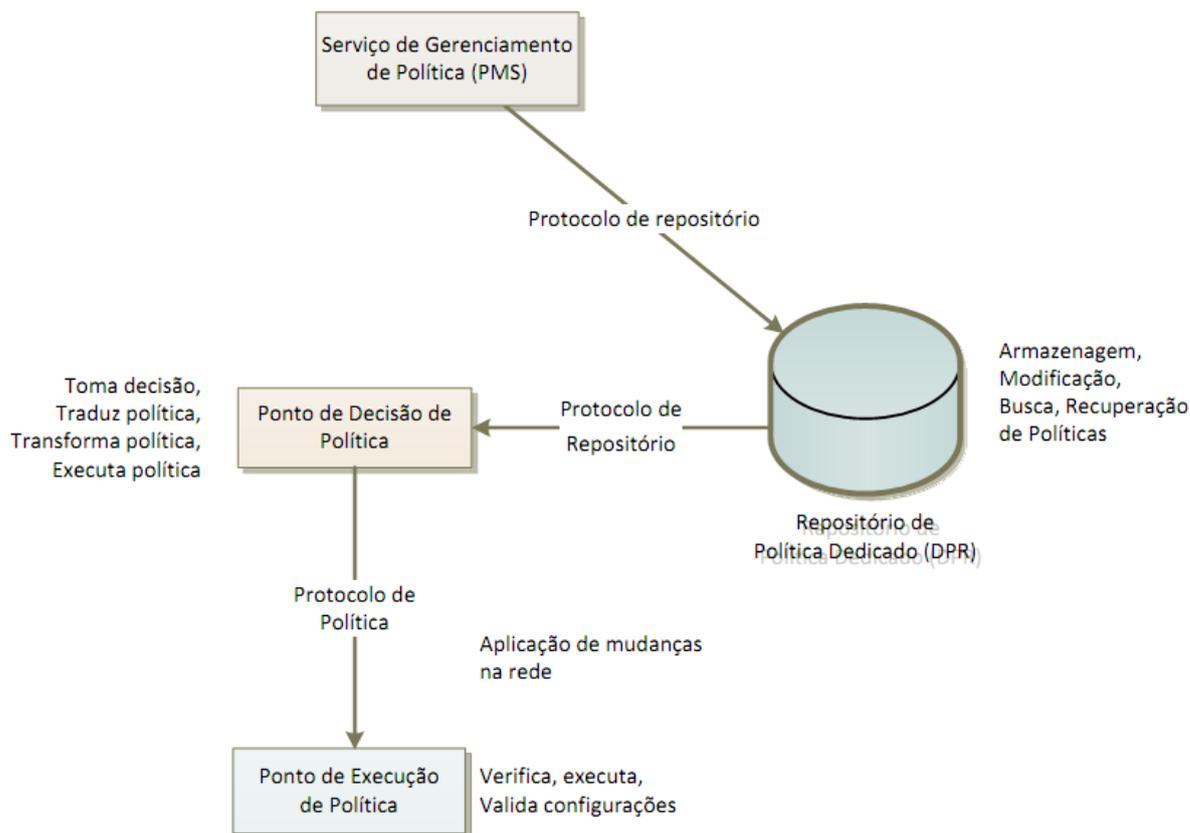


Figura 8.1 - Arquitetura Proposta pelo IETF PFWG para um PBNM

A arquitetura proposta pelo IETF PFWG para um *PBNM* é composta de:

- *Serviço de Gerenciamento de Política (PMS - Policy Management System)*: Fornece uma interface para especificação, edição e administração de políticas para o gerenciamento da rede.
- *Repositório de Política Dedicado (DPR - Dedicated Policy Repository)*: É a base para armazenamento e obtenção de informações, regras e padrões sobre a política.
- *Ponto de Decisão de Política (PDP - Policy Decision Point)*: Também conhecido como Servidor de Política, lida com os eventos, tomando decisões baseadas neles.
- *Ponto de Execução de Política (PEP - Police Enforcement Point)*: Aplica ações para garantir que as políticas baseadas nos conjuntos de regras do tipo “se condição então ação” recebidos do Ponto de Decisão de Política sejam executadas. É o ponto no qual a rede, de fato, é posta nas condições almejadas. Subsequentemente, o PEP pode ser dividido em:

- *Ponto Executor de Política*, que executa efetivamente as ações determinadas; e
- *Ponto Verificador de Política*, que assegura a correta aplicação das ações e checa se os requisitos foram satisfeitos.
- *Protocolos de Comunicação de Política*: são empregados nas operações de leitura ou escrita realizadas sobre o repositório de política (e.g., LDAP – *Lightweight Directory Access Protocol*) e para promover comunicação entre os pontos de decisão e execução de política (e.g., COPS – *Common Open Policy Service* e SNMP – *Simple Network Management Protocol*).

O modelo de operação de uma arquitetura para um *PBNM* consiste na criação, modificação e armazenamento de políticas por meio do Serviço de Gerenciamento de Políticas. Políticas armazenadas são recuperadas pelo Ponto de Decisão de Política e executadas pelo Ponto de Execução de Políticas nos elementos de rede (switches, roteadores).

8.1.2 Regras de Política e Mapeamento em Níveis de Abstração

Uma política de gerenciamento é traduzida em regras no nível de redes. Estas contêm quatro principais componentes: **condição**, **ação**, **prioridade** e **papel**, conforme mostra a Figura 8.2. O **papel** indica o contexto em que a política é relevante; a **prioridade** se refere à importância relativa de uma regra no caso de um conflito de políticas; a **condição** indica o estado para o qual a política deve ser aplicada; e a **ação** descreve o procedimento que deve ser realizado quando a regra é aplicável.

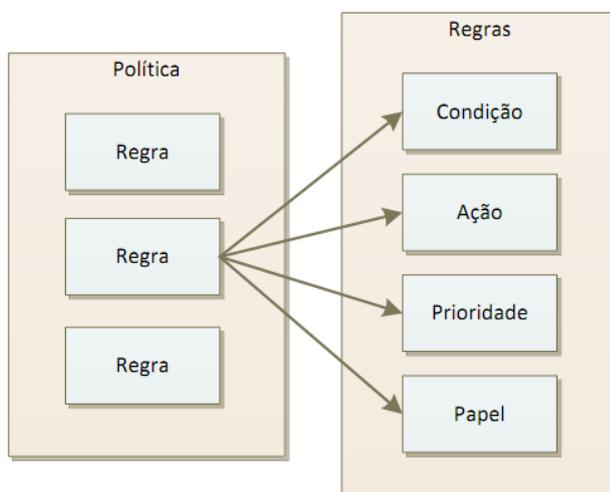


Figura 8.2 - Anatomia de uma política

Conforme discutido no capítulo 2, os níveis de abstração para o gerenciamento de redes refletem os aspectos relevantes para a rede nos correspondentes níveis de política. Neste caso, cada nível de abstração define um escopo de política dentro da rede, como mostra a Figura 8.3.

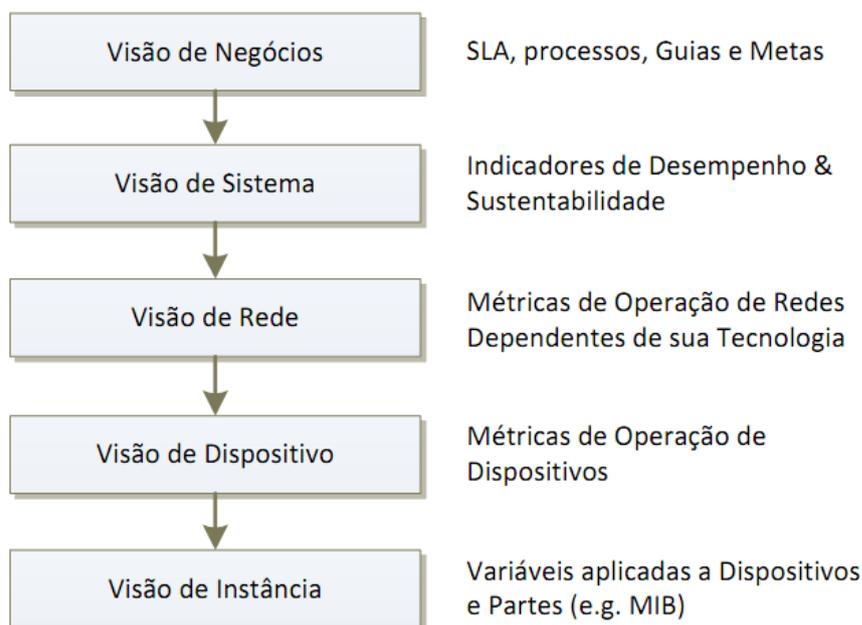


Figura 8.3 - Níveis de Abstração

Uma política de sustentabilidade para o gerenciamento de redes pode ser especificada no nível de negócio por meio de um *Service Level Agreement* (SLA), que determina os aspectos de qualidade de serviço pertinentes à rede e aos níveis mínimos requeridos para cada categoria de serviço especificada. Dessa forma, a especificação da política nesse nível determina, a partir do SLA, requisitos de desempenho como vazão (*throughput*) mínima, atraso máximo, máximo *jitter*, máxima perda de pacote; requisitos de disponibilidade, como máximo *downtime* permitido durante determinado período. O nível de negócio indica ainda uma orientação geral referente, por exemplo, à garantia do mínimo consumo de energia para manutenção dos requisitos descritos na SLA, ou a uma meta específica de máximo consumo de energia com uma especificação de parâmetros aceitáveis de deterioração de qualidade de serviço.

A especificação da política no nível de visão de negócio é traduzida para o nível de visão de rede, onde se emprega uma linguagem estruturada para especificação de

políticas que independe dos detalhes do dispositivo. Enquanto uma linguagem estruturada de especificação de políticas em alto nível não for padronizada, linguagens como o Ponder (LYMBEROPOULOS, 2004), SWRL (W3C, 2004), REVERSE (BONATTI, 2005), dentre outros, são utilizadas na especificação e implementação de políticas no nível de rede. Na próxima seção há uma breve descrição da sintaxe de uma dessas linguagens para fins de ilustração de sua praticidade e complexidade de uso.

8.1.3 Linguagem de Especificação de Política de Gerenciamento

Devido à sua ampla utilização e flexibilidade (RANA, 2009), o Ponder foi escolhido como linguagem de descrição de política no contexto do Sistema de Gerenciamento de Redes orientado a Políticas de Sustentabilidade apresentado neste trabalho.

O Ponder é uma linguagem de especificação de políticas de gerenciamento e segurança para sistemas distribuídos desenvolvida pelo grupo de Políticas em Sistemas Distribuídos, no London Imperial College (LYMBEROPOULOS, 2004). Para fins de especificação, análise e execução de políticas, foi elaborado um conjunto de ferramentas para o Ponder composto por:

1. **Compilador Ponder:** compilador para a linguagem Ponder que consiste de um analisador sintático, um analisador semântico de dois passos, um gerador de código Java para políticas de obrigação e restrição, e um gerador de código XML;
2. **Editor de Política Ponder:** um editor customizável para a linguagem Ponder;
3. **Kit de Gerenciamento Ponder:** kit para suportar o gerenciamento dos módulos do modelo a partir do console geral de gerenciamento.

Nas subseções 8.2.3.2 a 8.2.3.8 são descritas brevemente a notação e sintaxe da linguagem, sendo também apresentados alguns exemplos de como ela pode ser utilizada para descrever as políticas de sustentabilidade em nível de rede (DAMIANOU *et al*, 2001) (DAMIANOU, 2002).

8.1.3.1 Sintaxe

A sintaxe do Ponder é definida segundo a notação EBNF (ISO/IEF 14977:1966). A seguir, algumas das principais convenções desta notação:

- Agrupamentos de itens são especificados entre parênteses “()”;
- Elementos opcionais são especificados entre colchetes “[]”;
- Repetições são especificadas entre chaves “{ }”;
- “|” é o símbolo separador das alternativas em uma regra de gramática;
- “=” é o símbolo de definição; à esquerda do símbolo fica o nome da regra de gramática e, à direita, a definição do nome;
- “;” é o símbolo de terminação com o qual cada regra é terminada;
- “,” é o símbolo de concatenação; diferentes termos da mesma regra são separados por este símbolo;
- As palavras reservadas da linguagem são especificadas em negrito.

8.1.3.2 Convenções Léxicas

Algumas das principais convenções léxicas da linguagem Ponder (DAMIANOU et al, 2001) (DAMIANOU, 2002) são:

- **Identificador:** uma sequência arbitrariamente longa de letras e dígitos, na qual o primeiro caractere deve ser uma letra, diferente de “_”, com diferenciação entre maiúsculas e minúsculas (e.g., ‘Managers’, ‘x_coord’, ‘year_2000’, ‘SATURDAY’);
- **Palavras reservadas:** identificadores reservados para uso como palavras-chaves da linguagem (conforme Figura 8.4);

```
Action auth+ auth- boolean catch constraint deleg+ deleg- do domain event
extends extern grantee group hops import in inst int meta mstruct oblig on
raises refrain rel result role set spec string subject target type user
valid when and bag collection else endif enum false implies not or
sequence then true xo
```

Figura 8.4 - Palavras Reservadas da Linguagem

- **Caminhos:** são definidos de maneira semelhante à notação de sistemas de arquivo Unix, podendo ser relativos ou absolutos, e indicam a localização de um

objeto, a definição de tipo de política ou instância de uma política (e.g., '/dept/sales/salesmen', 'secretaries/', '/.');

- **Operadores:** os caracteres definidos nas Figuras 8.5 e 8.6 correspondem aos operadores da linguagem;

```
@ ! -> || && ^ = <><<= >>= + - * /
```

Figura 8.5 - Caracteres usados como Operadores da Linguagem

```
| .. ( ) { } [ ] . : , ;
```

Figura 8.6 - Caracteres usados como Operadores e Pontuação da Linguagem

- **Literais:** são as constantes suportadas pela gramática. Podem ser dos tipos 'Integer-constant', 'Real-constant', 'String-constant' e 'Boolean-constant' (e.g., 999, 3.14159265385, 10E+12, "administrator", true).

8.1.3.3 Tipos Pré-definidos

A Figura 8.7 mostra os tipos pré-definidos da linguagem (DAMIANOU *et al*, 2001)(DAMIANOU, 2002).

```
int, real, string, Boolean, domain, set, event, action, constraint,
auth+, auth-, oblig, refrain, deleg+, deleg-, group, role, rel,
mstruct, meta
```

Figura 8.7 - Tipos Pré-definidos da Linguagem

8.1.3.4 Tipos de Política

A linguagem Ponder define quatro grupos de políticas básicas: autorização (*authorisation policies*), restrição (*refrain policies*), delegação (*delegation policies*) e obrigação (*obligation policies*). Estas políticas usam sistematicamente três conceitos (DAMIANOU *et al*, 2001) (DAMIANOU, 2002):

- **Subject:** refere-se a um sujeito ou um utilizador, ou seja, a usuários, gerentes ou componentes gerenciadores automatizados, os quais possuem responsabilidade de gerenciamento.

- **Target:** refere-se aos objetos acessados por um **subject** ao invocar um método visível nas interfaces dos **targets**, ou seja, os recursos ou fornecedores de recursos sobre os quais são aplicadas as regras das políticas.
- **Domains:** fornecem meios de agrupar os objetos sobre os quais serão aplicadas as políticas. É possível agrupar os objetos por fronteiras geográficas, tipo de objeto, responsabilidade ou outros fatores que forem convenientes aos administradores.

Na linguagem Ponder, as políticas podem ser visualizadas como classes-bases que formam hierarquias de herança, conforme mostrado na Figura 8.8. Nas próximas seções serão descritas as quatro políticas básicas mostradas nesta figura.

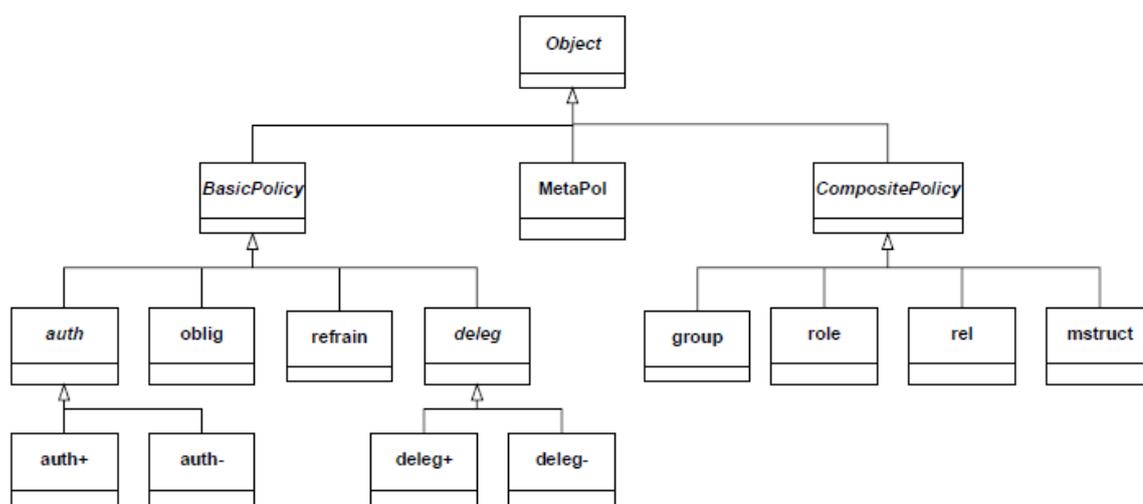


Figura 8.8 - Diagrama Base de Classes do Ponder

8.1.3.5 Políticas de Autorização

As políticas de autorização definem quais atividades um elemento do tipo **subject** está autorizado (ou não) a executar sobre os objetos do tipo **target**. São políticas de controle de acesso para proteger os recursos e serviços contra acessos não autorizados. Existem políticas de autorização positivas que permitem acesso a objetos, bem como há políticas de autorização negativas, que negam acesso a objetos. A Figura 8.9 mostra a sintaxe de uma política de autorização.

```

inst ( auth+ | auth- ) policyName "{"
subject [<type>] domain-Scope-Expression ;
  
```

```
target [<type>] domain-Scope-Expression ;
action action-list ;
[ when constraint-Expression ; ] ""
```

Figura 8.9 - Sintaxe de uma Política de Autorização

O exemplo da Figura 8.10 refere-se à autorização de uma videoconferência. O nome da política é “allocateBandwidth” e está localizada na pasta “/users/administrators/jsmith”. O **subject** da política é o grupo “executive Group”, e a política será aplicada para qualquer membro desse grupo. A ação é habilitar a videoconferência com uma largura de banda de 1Mbps e prioridade 5 entre 14h e 17h para qualquer usuário do grupo “executive Group” que estiver localizado no “site1” ou no “building4”.

```
inst auth+ /users/administrators/jsmith/allocateBandwidth{
  subject /users/groups/executiveGroup;
  target /realms/sites/site1 OR/realms/sites/buildings/building4;
  action enable(videoconference, bandwidth=1M, priority=5) ;
  when time.between(1400,1700); }
```

Figura 8.10 - Exemplo de uma Política de Autorização (STRASSNER, 2004)

8.1.3.6 Políticas de Restrição

As políticas de restrição são usadas para definir um conjunto de ações que os elementos do tipo **subject** não podem executar sobre os objetos do tipo **target**, independentemente desses **subjects** terem sido previamente autorizados a executar essas ações. A Figura 8.11 apresenta a sintaxe de uma política de restrição.

```
inst refrain policyName""
subject [<type>] domain-Scope-Expression ;
target [<type>] domain-Scope-Expression ;
action action-list ;
[when constraint-Expression ; ] ""
```

Figura 8.11 - Sintaxe de uma Política de Restrição

O exemplo ilustrado na Figura 8.12 proíbe que videoconferências sejam habilitadas para qualquer localização em uma segunda-feira.

```
Inst refrain /users/administrators/jsmith/assignBandwidth {
subject /users/groups/executiveGroup;
target /-; //any target
action enable(videoconference) ;
```

```
when time.day(Monday);}
```

Figura 8.12 - Exemplo de uma Política de Restrição (STRASSNER, 2004)

8.1.3.7 Políticas de Delegação

As políticas de delegação são usadas para permitir que um **subject** conceda um conjunto de privilégios a outro **subject**, chamado **grantee**. A Figura 8.13 apresenta a sintaxe de uma política de delegação.

```
inst deleg+ "("associated-auth-policy ")" policyName "{"
grantee [<type>] domain-Scope-Expression ;
[ subject [<type>] domain-Scope-Expression ; ]
[ target [<type>] domain-Scope-Expression ; ]
[ action action-list ; ]
[ when constraint-Expression ; ]
[ valid constraint-Expression ; ]}"
```

Figura 8.13-Sintaxe de uma Política de Delegação

O exemplo da Figura 8.14 está associado à política de autorização da Figura 8.10 e diz que o **subject** da política de autorização "allocateBandwidth" pode delegar o privilégio de habilitar uma videoconferência no domínio "/realms/sites/site1" a **grantees** no domínio "/users/groups/adminGroups/execAssistants". Esta delegação pode ser executada entre 08h e 17h e é válida para as próximas 24 horas.

```
inst Deleg+ (allocateBandwidth) delegateBandwidthAllocation {
  grantee /users/groups/adminGroups/execAssistants;
  target/realms/sites/site1;
  action enable(videoconference, bandwidth=1M, priority=5) ;
  when time.between(0800,1700);
  valid time.duration(24) ; }
```

Figura 8.14 - Exemplo de uma Política de Delegação (STRASSNER, 2004)

8.1.3.8 Políticas de Obrigação

As políticas de obrigação definem um conjunto de ações que um elemento do tipo **subject** deve executar quando um determinado evento ocorrer. Diferentemente das políticas de autorização, que são baseadas nos **subjects**, as políticas de obrigação são baseadas nos **targets**. A Figura 8.15 mostra a sintaxe de uma política de obrigação.

```
inst oblig policyName "{"
on event-specification ;
```

```

subject [<type>] domain-Scope-Expression ;
[ target [<type>] domain-Scope-Expression ; ]
do obligation-action-list ;
[ catch exception-specification ; ]
[ when constraint-Expression ; ] ""

```

Figura 8.15 - Sintaxe de uma Política de Obrigação

O exemplo da Figura 8.16 define que sempre que um evento de requisição de videoconferência for recebido, deve-se reservar largura de banda nos roteadores.

```

Inst Oblig videoConferenceSetUp {
    on request(videoconference, source, bandwidth) ;
    subject /devices/routers/InternetGatewayRouter;
    target /devices/edgeRouters;
do target.reserve(bandwidth) ;}

```

Figura 8.16 - Exemplo de uma Política de Obrigação (STRASSNER, 2004)

Os exemplos mostraram declarações diretas das políticas para cada tipo de política básica usando a palavra reservada *inst*. Caso seja necessário passar parâmetros para as políticas, a linguagem também suporta um modo mais flexível de reuso de funções usando a palavra reservada *type* no lugar da palavra reservada *inst*. Desse modo é possível, por exemplo, passar os parâmetros **subject** e **target** dinamicamente para a política.

8.1.3.9 Linguagem de Descrição de Políticas de Dispositivos de Rede

As linguagens de descrição de políticas proporcionam uma boa abordagem para descrever de forma estruturada a visão de negócio, possibilitando uma forma metódica de organizar as políticas e facilitando a sua compreensão. Contudo, ainda é necessário fazer com que as políticas em Ponder sejam aplicadas em recursos de rede que comumente não suportam essa linguagem. Nesse sentido, as Políticas de Sustentabilidade em Nível de Dispositivo e Instância cumprem a função de interpretar as políticas em Ponder para criar regras que serão aplicadas aos dispositivos.

8.2 Política de Sustentabilidade em Níveis de Dispositivo e Instância

Uma política de sustentabilidade em nível de dispositivo é representada pela tradução da política descrita em uma linguagem de alto nível para uma de baixo nível que seja aplicável ao dispositivo. A abordagem é a tradução de regras escritas em uma linguagem declarativa, como Ponder, para uma linguagem de execução, representada por um conjunto de comandos específicos para o dispositivo. O problema envolve a tradução de políticas abstratas para políticas concretas. Políticas, em um dado nível do contínuo de política, geralmente diferem na sintaxe, mas podem ser relacionadas por meio de uma semântica. Para correlacionar conceitos de duas linguagens de política é necessário um modelo semântico que contenha tanto a semântica para o vocabulário usado nas linguagens de política quanto as definições de como os conceitos estão relacionados. Esse objetivo é alcançado com modelos de informação (como o CIM - *Common Information Model*; SID - *Shared Information/Data Model*; DEN - *Directory Enabled Networks, a versão next generation, DEN-ng*) que definem um mapeamento de conceitos abstratos em conceitos concretos.

O modelo de informação *Directory Enabled Networks next generation* (DEN-ng) é um dos mais abrangentes modelos de informação usados para integrar diferentes linguagens, semânticas e modelos de programação. DEN-ng é uma especificação de um modelo de informação orientado a objetos. Descreve como elementos e entidades se inter-relacionam no ambiente gerenciado (STRASSNER, 2004). A Figura 8.17 ilustra o modelo para uma regra de política usando-se o DEN-ng.

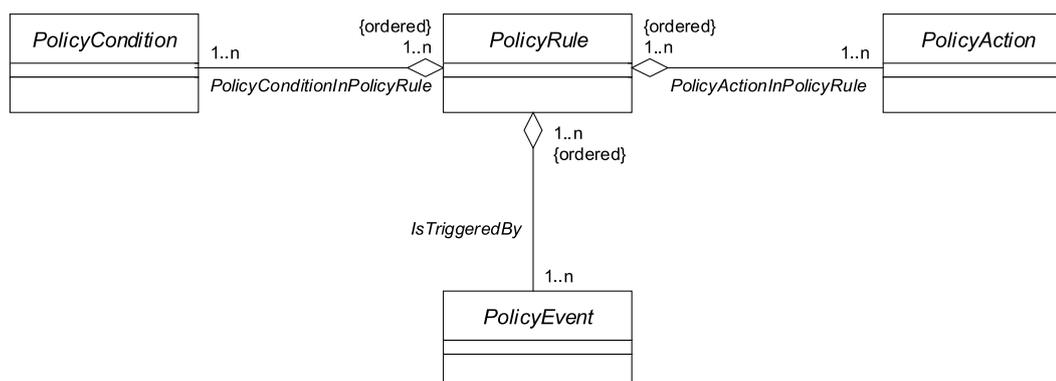


Figura 8.17 - Modelo de Regras de Política do DEN-ng [Fonte: (STRASSNER, 2004)]

Um modelo de informação como o *Directory Enabled Networks* (DEN) e possíveis variações são utilizados para integrar diferentes linguagens, semânticas e modelos de programação. DEN é uma especificação de um modelo de informação orientado a objetos. Descreve como elementos e entidades se inter-relacionam no ambiente gerenciado (STRASSNER, 2004).

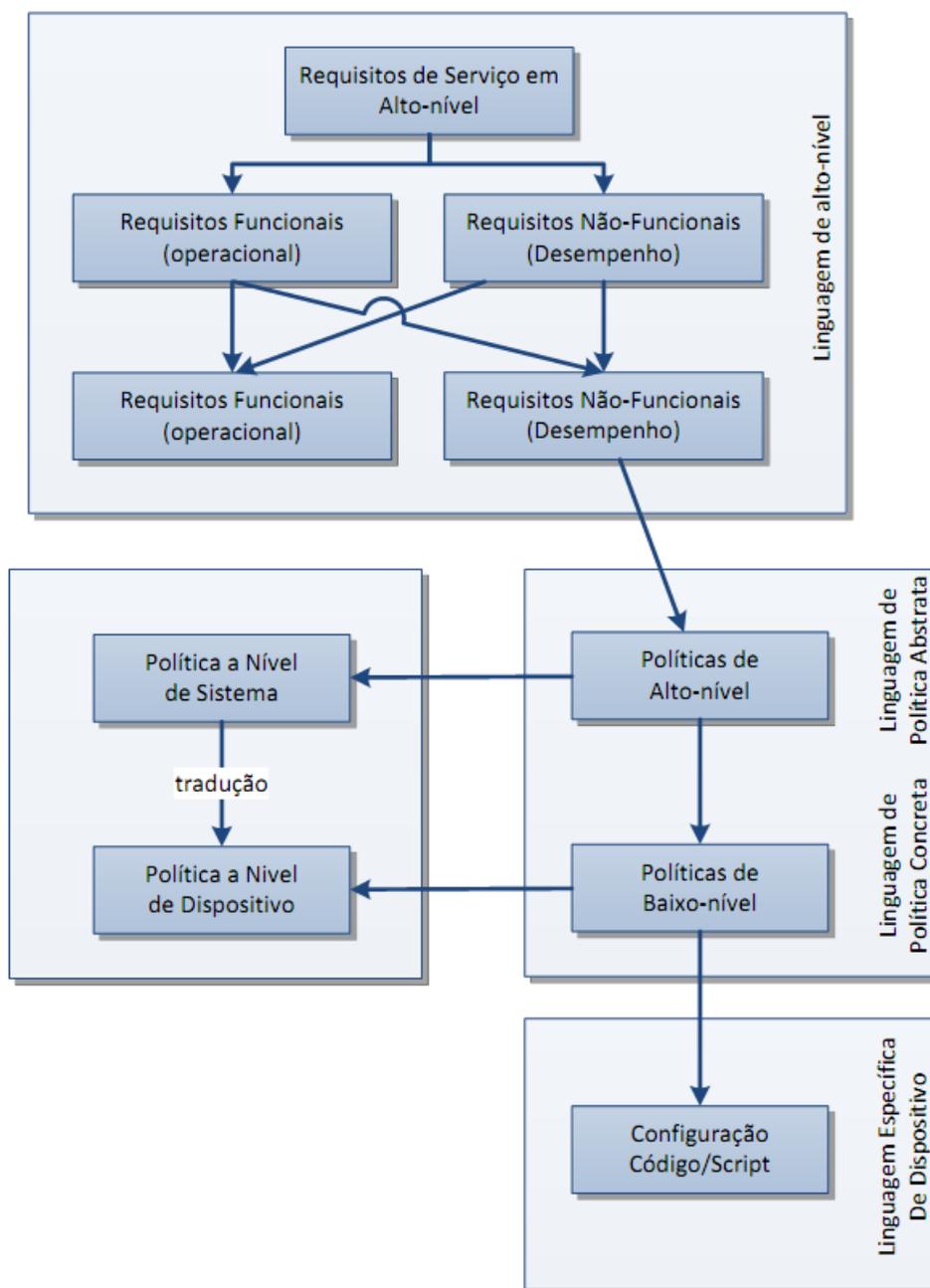


Figura 8.18 - Gerenciamento de Redes baseado em Política [RANA2009]

O problema de tradução de política até o nível de dispositivo é esquematizado na figura 8.18. Requisitos funcionais e não funcionais são definidos em linguagem de alto nível,

incluindo a linguagem natural. Estes são então capturados de forma abstrata em uma linguagem de descrição de política de alto nível. Um esquema de tradução que envolve uma semântica comum é usado na tradução de uma política abstrata para uma política concreta que faça sentido no nível do dispositivo. Esta, por sua vez, resulta em comandos específicos para o dispositivo. A Figura 8.19 ilustra de forma prática um problema de tradução entre uma política abstrata e uma ação concreta no nível do dispositivo. Neste caso, uma ação na política de gerenciamento de alto nível define certa configuração para pares BGP (*Border Gateway Protocol*), que deve ser executada em cada um dos roteadores da rede aí envolvidos.

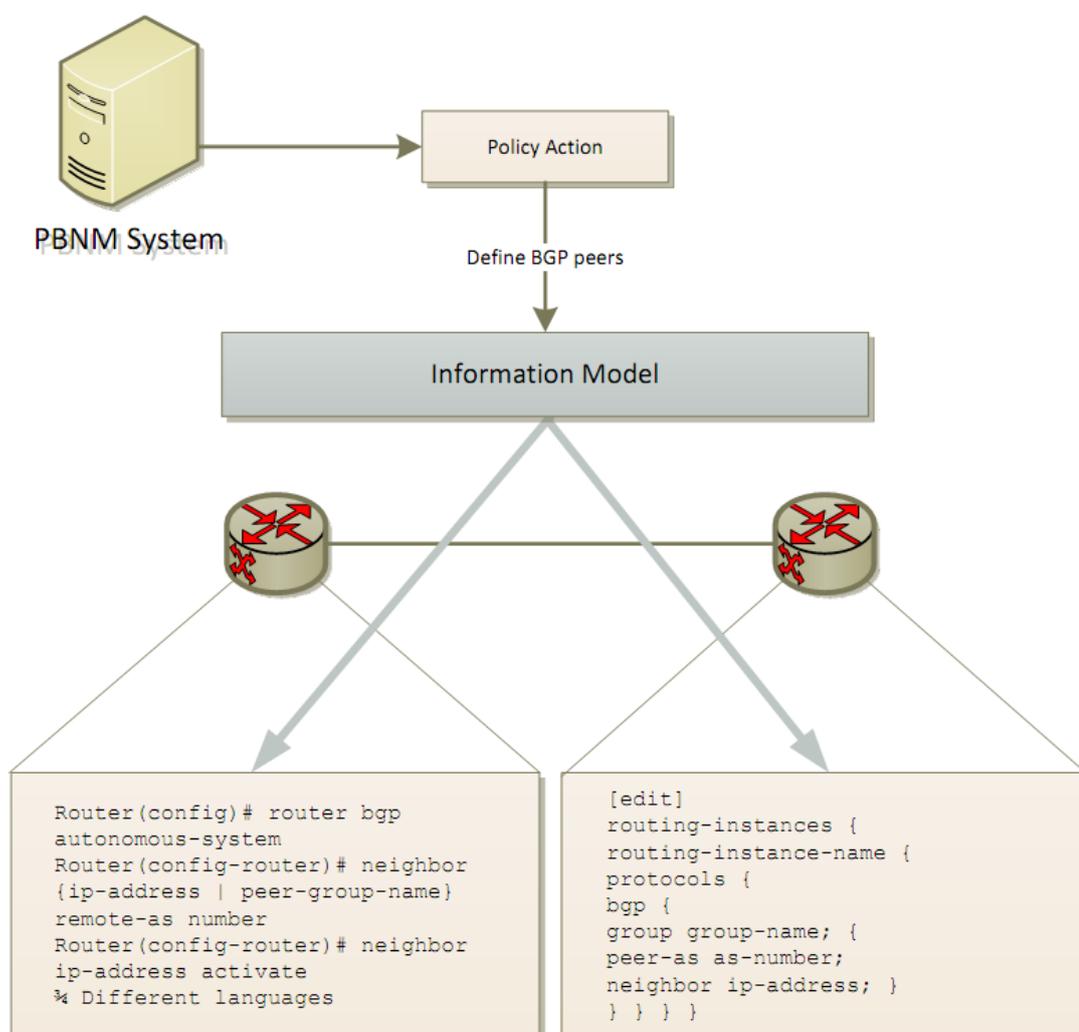


Figura 8.19 - Tradução de Ação de Política em Alto Nível para Ação de Configuração de Dispositivo

O modelo de informação é utilizado para facilitar a tradução de uma regra de negócio, já traduzida numa regra de política, para uma ação personalizada por dispositivo, de forma a configurar a rede.

A distinção entre o nível de dispositivo e instância pode ser melhor entendida pelo seguinte exemplo no contexto de uma política de sustentabilidade visando a economia de energia: no Nível de Dispositivo, determina-se como as regras serão representadas nos dispositivos através de uma abstração que leva em conta as funções comuns para cada dispositivo. Um exemplo seria o uso de SNMP e uma MIB que suporte o ajuste do dispositivo para níveis distintos de consumo de energia. Por exemplo, nesse nível se sabe quais dispositivos podem estar em 'dormir' e quais podem apenas 'hibernar', ou mesmo se algum equipamento é capaz ou não das duas coisas. Essas duas ações, 'dormir' e 'hibernar', são abstrações que consideram capacidades comuns aos dispositivos. O fato de determinado equipamento não dispor do comando 'hibernar' não impossibilita que tal funcionalidade seja implementada. Assim, esse determinado equipamento pode levar a cabo a decisão superior de que ele deve hibernar através da passagem por outros estados distintos. Algum administrador pode querer modelar sua rede de forma que, na incapacidade de propriamente hibernar, um equipamento durma ou entre no 'estado de baixo consumo'. Finalmente, no Nível de Instância, essa entrada em 'estado de baixo consumo', conceito do Nível de Dispositivo, será traduzida para o comando 'acionar estado 7', o que é bem específico para o dispositivo em questão, dependendo até mesmo de versões do sistema operacional do equipamento. Certamente, pode haver casos nos quais uma expressão advinda da abstração do Nível de Dispositivo se traduza em mais de uma expressão de instância e, portanto, em mais de um comando.

8.3 Proposta de Sistema de Gerenciamento de Redes baseado em Política orientada à Sustentabilidade

O modelo para um Sistema de Gerenciamento de Redes orientado a Políticas de Sustentabilidade tem sido indicado como uma das formas para obtenção de redes de comunicação mais eficientes do ponto de vista de consumo energético. Entretanto, a coordenação de funcionalidades que visam a economia de energia, definindo-se os modos de operação para os equipamentos (por exemplo, estado de hibernação, ativo ou desligado) em redes, tem se mostrado desafiadora, uma vez que os protocolos

tradicionais de redes foram implementados considerando-se equipamentos sempre ligados e ativos. Assim, um Sistema de Gerenciamento de Redes orientado a Políticas de Sustentabilidade é inerentemente dinâmico se comparado a soluções tradicionais, aumentando consideravelmente a complexidade das interações em uma rede com elementos dinamicamente comutados entre estados de operação (em hibernação, ativo ou desligado) para adaptar o seu consumo de energia ao nível de utilização do dispositivo.

O objetivo de gerenciamento de redes orientado a Políticas de Sustentabilidade é o gerenciamento no nível de redes de forma a otimizar o uso de recursos, em particular o consumo de energia, reduzindo-se os gastos relacionados a recursos sub-utilizados. Além disso, outra questão importante é se este dinamismo de mudar o estado de operação de um equipamento (dormente, ativo ou desligado) em função de carga na rede tem ou não impacto no seu tempo de vida.

O desafio que surge neste cenário consiste na avaliação dos impactos das ações orientadas à sustentabilidade sobre a qualidade do serviço da rede como um todo, no contexto de uma rede dinamicamente adaptada em função da carga total trafegada, com o intuito de economizar energia e, também, de maximizar o tempo de vida dos próprios equipamentos.

8.3.1 Visão Geral da Arquitetura do Sistema de Gerenciamento

Esta seção apresenta uma proposta de arquitetura para um **Sistema de Gerenciamento de Redes orientado a Políticas de Sustentabilidade**. Baseia-se na arquitetura geral proposta pelo PFWG IETF e seus componentes, já descrita, adicionando-se módulos que permitem uma avaliação concorrente das múltiplas métricas envolvidas na implementação de uma política de sustentabilidade nos níveis de Rede e Dispositivo.

O sistema proposto pode ser utilizado para avaliar métricas de sustentabilidade, como eficiência energética e ciclo de vida em uma rede heterogênea. A Figura 8.20 mostra a arquitetura geral do sistema proposto.

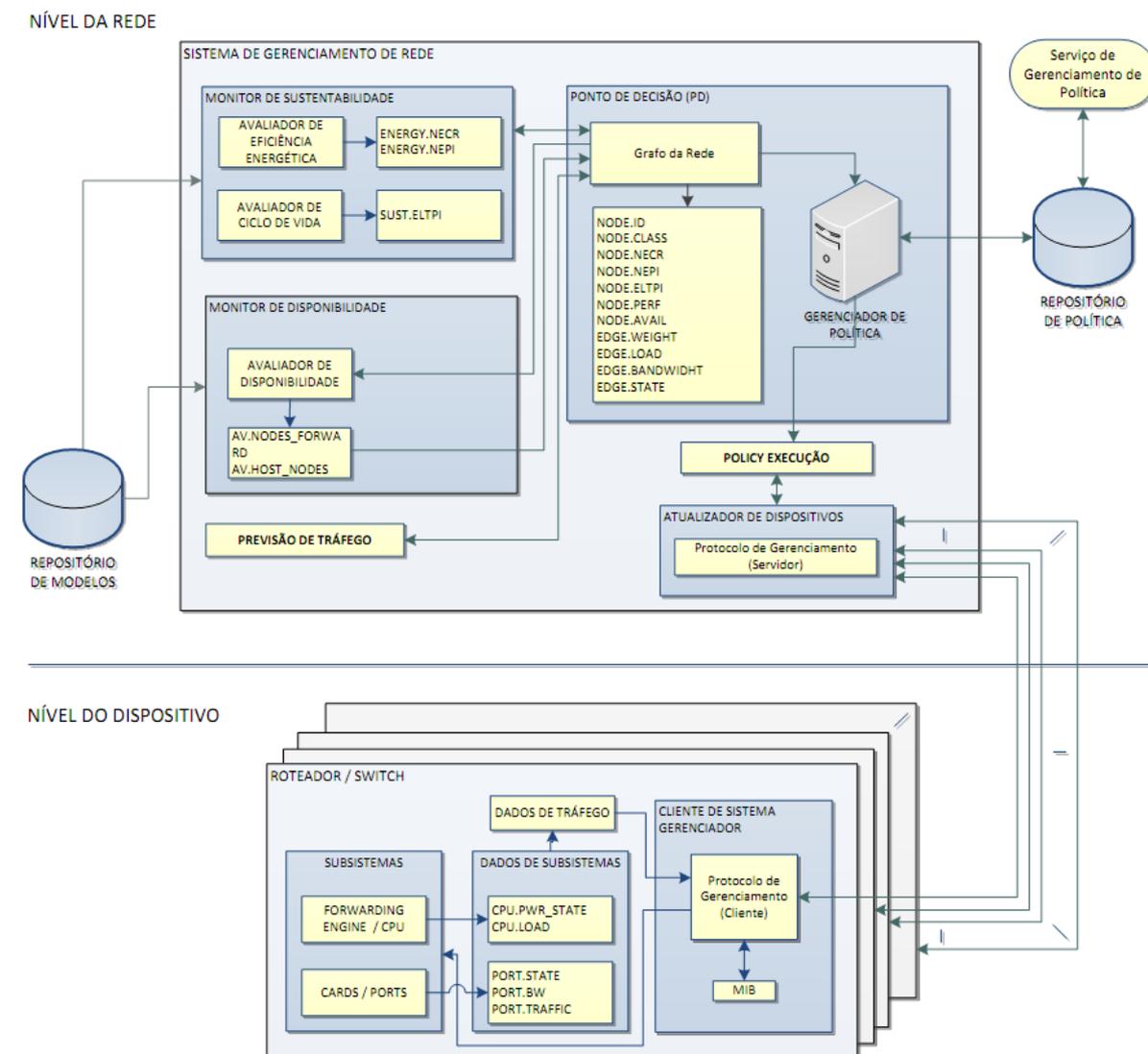


Figura 8.20 - Arquitetura de Gerenciamento de Redes orientado a Políticas de Sustentabilidade

Nível de Redes:

No nível de Redes, o Sistema de Gerenciamento orientado a Políticas de Sustentabilidade é composto dos seguintes módulos:

- **Monitor de Sustentabilidade:** dedicado à avaliação de parâmetros de sustentabilidade, compreendendo um Monitor de Avaliação de Eficiência Energética e um Monitor de Avaliação do Ciclo de Vida.
- **Monitor de Disponibilidade:** realiza o cálculo dinâmico de disponibilidade da rede na medida em que a topologia da rede é dinamicamente ajustada em função da variação de carga de tráfego de seus roteadores e switches, que podem mudar de estado (hibernação, ativo ou desligado).

- Ponto de Decisão (PD): Este módulo decide se determinada política deve ou não ser aplicada, analisando as suas regras, condições e eventos associados. Acessa as políticas ativas descritas em uma linguagem de política de alto nível, como o Ponder, armazenadas no Repositório de Políticas, analisa as medidas de desempenho para cada elemento da rede e decide se as políticas devem ou não ser em aplicadas ao estado atual da rede.
- Atualizador de Dispositivo: coleta dados e aplica mudanças de configuração em cada roteador ou switch responsável, comunicando-se com os dispositivos de rede.
- Ponto de Execução: faz a tradução da ação da política para uma linguagem ou comando de baixo nível para os dispositivos. Essas ações são, então, executadas em cada dispositivo, refletindo a política de alto nível.
- Serviço de Gerenciamento de Políticas: é usado na entrada de políticas no sistema, verificando a sua consistência e armazenando-as num Repositório de Políticas.
- Repositório de Políticas: contém as Políticas de Sustentabilidade e Desempenho aplicadas aos níveis de Rede, Dispositivo e Instância.
- Repositório de Modelos: armazena os modelos para avaliação de métricas de sustentabilidade aplicáveis a diferentes classes de equipamentos de rede.

Nível de Dispositivo:

O objetivo do sistema é gerenciar os roteadores/switches de uma rede, como a instância individual mostrada na Figura 8.20. Na arquitetura é assumido que ao menos a funcionalidade de sleep mode/standby está disponível nos dispositivos de rede gerenciados por esse sistema. Nesse estado, o dispositivo mantém-se energizado, mas não cumpre sua funcionalidade principal de encaminhar dados.

Para que no nível de redes seja possível aplicar uma política de sustentabilidade, decidindo-se por colocar ou não um dispositivo no estado de hibernação (*sleep mode/standby*) é necessário obter informação sobre o volume de tráfego em cada dispositivo. Tal informação pode ser coletada por um protocolo de gerenciamento de redes, como o SNMP discutido no capítulo 2, de acordo com uma Base de Informação de Gerenciamento (MIB - *Management Information Base*) que tenha variáveis relacionadas a consumo de energia.

Nível de Instância:

A informação sobre volume de tráfego de um dispositivo e outras, como o estado de um dispositivo e porta, taxa de transmissão de uma porta, estão disponibilizadas em uma Base de Informação de Gerenciamento (MIB - *Management Information Base*). É assumido que certas características, como estado e taxa de transmissão das portas do roteador/switch, são controláveis por meio do protocolo de gerenciamento de rede, i.e., que nas operações SNMP específicas as diferentes variáveis da MIB estão ajustadas.

A seção seguinte detalha a operação e comunicação entre os módulos da arquitetura proposta.

8.3.2 Modo de Operação do Sistema de Gerenciamento

Nesta seção serão detalhadas a operação dos módulos principais que compõem o Sistema de Gerenciamento de Redes orientado a Políticas de Sustentabilidade e as métricas associadas a esses módulos.

Como foi explicado anteriormente, o sistema é munido de um Ponto de Decisão (PD) como controlador. Este módulo emprega um Grafo da Rede, representando uma estrutura de dados que concentra as métricas avaliadas para cada dispositivo na rede, incluindo sua posição relativa. Neste grafo, cada nó representa um roteador ou switch, e as arestas representam os enlaces usados para conectar esses nós.

A cada nó estão associados os seguintes dados:

- **NODE.ID:** Identificador único de nó;
- **NODE.CLASS:** Identificador de classe do nó, i.e., tipo do dispositivo agrupado por modelo e fabricante para o qual valem as mesmas características relacionadas a sustentabilidade (consumo de energia, ciclo de vida etc);
- **NODE.NECR:** Taxa de consumo energético para o nó;
- **NODE.NEPI:** Índice de proporcionalidade de consumo energético da rede, i.e., como o consumo de energia escala com a carga no dispositivo, e.g., linear, quadrático, exponencial etc;
- **NODE.ELTPI:** Índice de proporcionalidade de tempo de vida esperado, i.e., quanto o tempo de vida se reduz em função da carga no dispositivo ;

- **NODE.PKR:** Taxa de perda de pacotes associada ao caminho mínimo entre o nó e o backbone;
- **NODE.DELAY:** Tempo de atraso, intervalo, entre um pedido do nó e a resposta do backbone;
- **NODE.AVAIL:** Índice de disponibilidade do nó, i.e., razão entre uptime e downtime para um intervalo, ou atraso, arbitrário.

A cada aresta estão associados os seguintes dados:

- **EDGE.WEIGHT:** Fator de ponderação baseado na eficiência energética de cada nó, refletindo o custo de cada enlace de acordo com a política de gerenciamento;
- **EDGE.LOAD:** Volume de tráfego na aresta, i.e., tráfego no link entre dois dispositivos, para um intervalo;
- **EDGE.BANDWIDTH:** Largura de banda do enlace representada pela aresta;
- **EDGE.STATE:** Estado de atividade (ativo/inativo).

Um exemplo de grafo de rede usado pelo **Ponto de Decisão (PD)** é exibido na Figura 8.21. Esse grafo é atualizado pelo **PD**, refletindo uma política de gerenciamento. O **Ponto de Decisão** interage com os seguintes módulos: **Monitor de Sustentabilidade**, **Monitor de Disponibilidade** e **Atualizador de Dispositivo**.

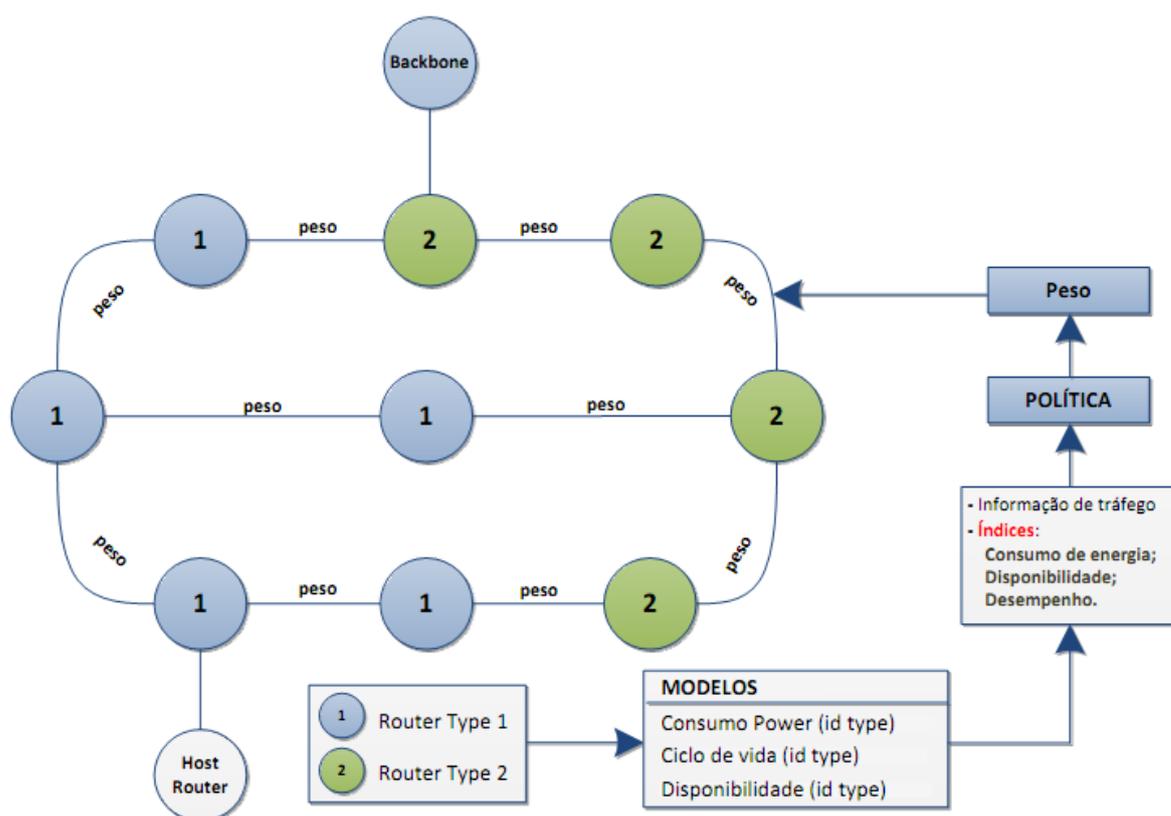


Figura 8.21 - Grafo de Rede utilizado pelo Ponto de Decisão do Sistema de Gerenciamento orientado a Políticas de Sustentabilidade

A rede é periodicamente analisada pelo sistema, seguindo a sequência ilustrada no diagrama de fluxo na Figura 8.22:

- 1) O PD aciona o **Atualizador de Dispositivo**, responsável por coletar dados e aplicar mudanças de configuração em cada roteador ou switch, comunicando-se com estes dispositivos por meio de um protocolo de gerenciamento.
- 2) O PD requisita que o **Atualizador de Dispositivo** colete dados de tráfego e configure os estados dos dispositivos na rede.
- 3) As informações coletadas por meio do módulo **Atualizador de Dispositivos** são utilizadas para atualizar cada aresta do grafo, refletindo a carga e estado de cada enlace. Consultando o cliente de protocolo de gerenciamento em cada dispositivo, o módulo também coleta dados sobre o desempenho dos nós, métrica representada pela taxa de perda de pacotes, e o atraso na comunicação com o backbone. Esses índices são assinalados nos nós.

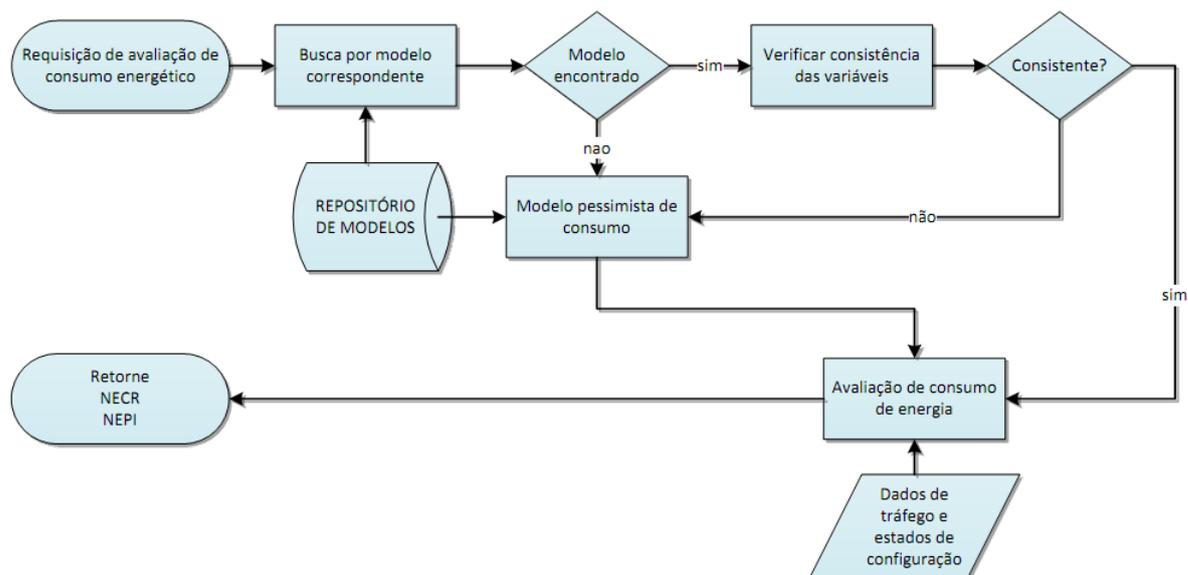


Figura 8.22 - Fluxograma de Passos para Avaliação de Consumo de Energia.

Com o objetivo de avaliar os índices de sustentabilidade, o **PD** aciona o **Monitor de Sustentabilidade** para que este atualize, com tais índices, o grafo de rede. Esse monitor percorre o grafo, invocando os submódulos **Avaliadores de Eficiência Energética** e de **Ciclo de Vida** para cada nó. O **Avaliador de Eficiência Energética** analisa o consumo energético instantâneo para cada nó. A Figura 8.22 mostra os passos executados pelo submódulo supracitado. Cada requisição deve usar informações sobre a classe do nó, de modo que obtenha do **Repositório de Modelos** o Modelo Energético adequado. O **Repositório de Modelos** armazena os modelos para avaliação de métricas de sustentabilidade, como está na Figura 8.23.

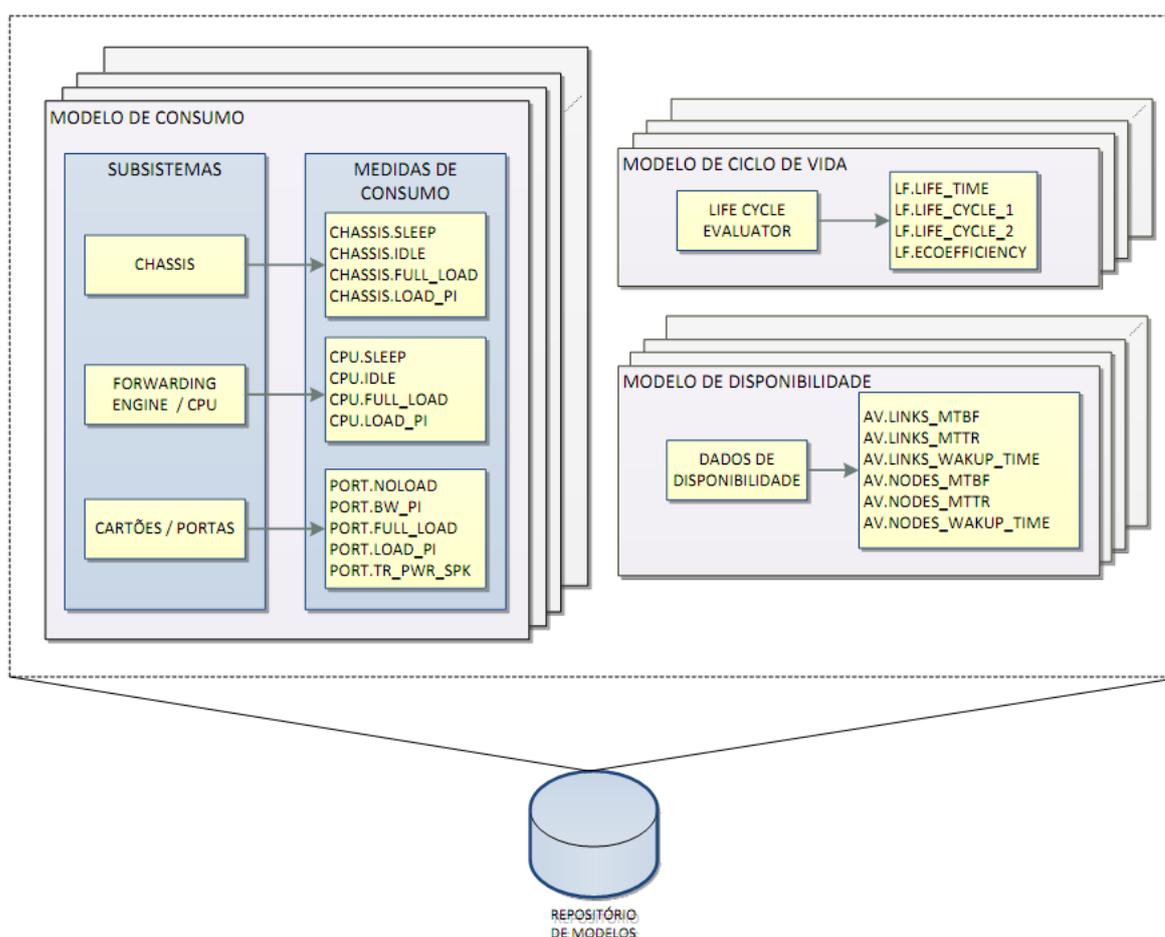


Figura 8.23 - Repositório de Modelos para o Sistema de Gerenciamento de Redes orientado a Políticas de Sustentabilidade

O Modelo Energético é previamente especificado e descreve características relativas ao consumo energético para cada classe de dispositivo. Para cada classe de equipamento são definidos três principais subsistemas: portas, CPU e chassi. O Modelo Energético emprega parâmetros de eficiência energética para cada um desses subsistemas, definidos como se segue:

- **CHASSIS.SLEEP:** Consumo do chassi quando em standby/sleep mode;
- **CHASSIS.IDLE:** Consumo do chassi quando em idle mode, ou seja, quando o componente não está exigindo nenhuma carga;
- **CHASSIS.FULL_LOAD:** Consumo do chassi quando trabalhando em carga máxima;
- **CHASSIS.LOAD_PI:** Índice de proporcionalidade entre um aumento de consumo de energia e um de carga, i.e., como o consumo escala com a carga, e.g., linearmente, exponencialmente, de forma quadrática etc.
- **CPU.SLEEP:** Consumo da CPU quando em standby/sleep mode;

- **CPU.IDLE**: Consumo da CPU quando em idle mode, ou seja, quando o componente está totalmente disponível, mas não está sendo utilizado;
- **CPU.FULL_LOAD**: Consumo do chassi quando trabalhando em carga máxima;
- **CPU.LOAD_PI**: Índice de proporcionalidade entre um aumento de consumo de energia e um de carga, equivalente ao chassis, embora neste caso seja referente à CPU;
- **PORT.NOLOAD**: Consumo de uma porta quando nenhuma carga é exigida;
- **PORT.BW_PI**: Índice de proporcionalidade, para uma porta e para mesma carga, entre aumento de consumo e largura de banda;
- **PORT.FULL_LOAD**: Consumo de uma porta quando trabalhando em carga máxima;
- **PORT.LOAD_PI**: Índice de proporcionalidade entre um aumento de consumo de energia e um de carga, equivalente aos anteriores, mas neste caso será referente à porta;
- **PORT.TR_PWR_SPK**: Pico de consumo associado à transição de uma porta entre diferentes larguras de banda.

O próximo passo é verificar se o **Modelo Energético** correspondente a um dado componente pode ser localizado no **Repositório de Modelos Energéticos**. Se tal modelo não for encontrado, um modelo padrão pessimista é carregado do repositório, usando um limite inferior pré-determinado para as variáveis de consumo energético. Isso equivale a utilizar o modelo de consumo menos eficiente conhecido para a classe do dispositivo, mantendo assim uma estimativa pessimista de consumo de energia. Contrariamente, quando o modelo requerido é encontrado, verifica-se a consistência das variáveis, de modo que, se o valor de algum parâmetro faltar, ele é carregado de um modelo pessimista. A seguir, avalia-se a eficiência energética, processo que usa tanto o **Modelo Energético** quanto informações contidas no grafo para avaliar o consumo de energia. A partir do tráfego de cada aresta associado ao nó, calcula-se a carga tratada por este nó, sendo que esta informação é, também, usada para o cálculo do consumo em cada porta. Se todas as arestas de um nó estiverem no estado *sleep mode/standby*, considera-se que o próprio nó também estará nesse mesmo estado.

O consumo energético total, junto à carga manejada pelo dispositivo, é usado na avaliação do consumo, gerando duas métricas: a taxa de consumo energético (*NECR – Network Energy Consumption Rate*) para o dispositivo, que é a relação watts/bits, e a

métrica de proporcionalidade de consumo energético da rede (*NEPI – Network Energy Proportionality Index*). O *NEPI* mede a proporcionalidade que relaciona um acréscimo no consumo de energia devido ao aumento carga. Este índice é obtido pelo histórico de consumo de cada componente, onde se estabelece um fator de escala, i.e., linear, exponencial, quadrático, etc. O último passo da requisição é a atualização do grafo de rede com os índices calculados.

O **Monitor de Sustentabilidade** também interage com o **Monitor de Avaliação do Ciclo de Vida**, requisitando, a cada nó, uma avaliação sobre o ciclo de vida e seguindo os passos mostrados na Figura 8.24.

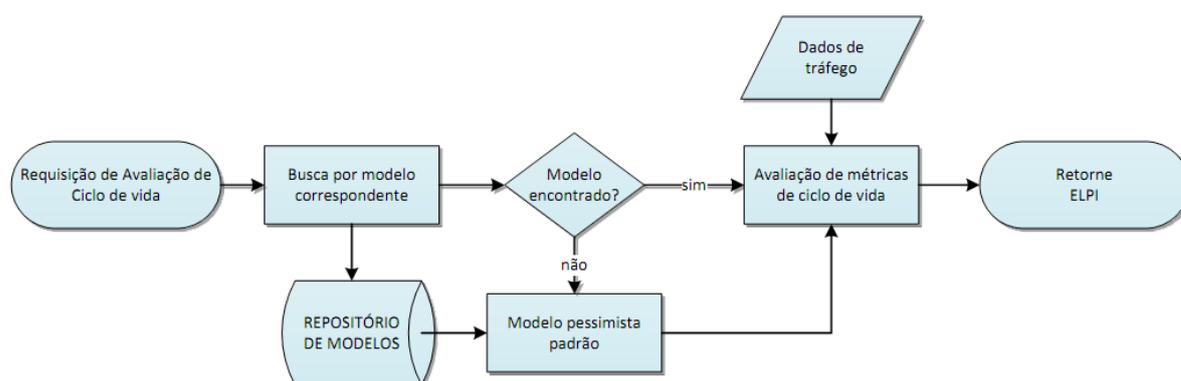


Figura 8.24 - Fluxograma de Passos para Avaliação de Ciclo de Vida

A operação começa com pedido de avaliação de ciclo de vida enviado a determinado componente. Na sequência, carrega-se do repositório de modelos aquele adequado ao componente. Para tanto, utilizam-se informações sobre a classe desse componente. Cada modelo deve incluir um subconjunto das seguintes variáveis:

- **LF.LOAD_PI**: Índice de proporcionalidade de ciclo de vida, que relaciona uma degradação no tempo de vida esperado com um aumento de carga;
- **LF.MD_INDEX**: Índice de descarte de ciclo de vida, que informa sobre qual é a dificuldade para reciclar ou descartar adequadamente o material do qual é feito o componente;
- **LF.REP_COST**: Índice de troca de custo de reposição, que se relaciona com o custo do componente.

O próximo passo é verificar se há, no **Repositório de Modelos**, um modelo de ciclo de vida adequado ao componente. A exemplo do modelo energético, a falta do modelo de componente implica no uso de um modelo pessimista, o qual consiste no uso de valores limítrofes pré-definidos para as variáveis de ciclo de vida. Inversamente, encontrando-se um modelo de ciclo de vida, verifica-se a consistência de suas variáveis. A falta de uma delas também implica no uso de valores limítrofes estabelecidos previamente. As métricas avaliadas estão escritas no nó.

Seguindo a operação do sistema, o módulo **Ponto de Decisão** aciona, então, o **Monitor de Disponibilidade** para que este avalie a métrica de disponibilidade de cada nó do grafo da rede. A operação desse monitor está sumarizada no fluxograma apresentado na Figura 8.25. O Avaliador de Disponibilidade percorre, então, o grafo, consultando o Modelo de Disponibilidade e calculando, primeiro, a disponibilidade de cada nó para encaminhar um pacote de dados e, segundo, a disponibilidade de cada roteador host para entregar os dados ao roteador de *backbone*.

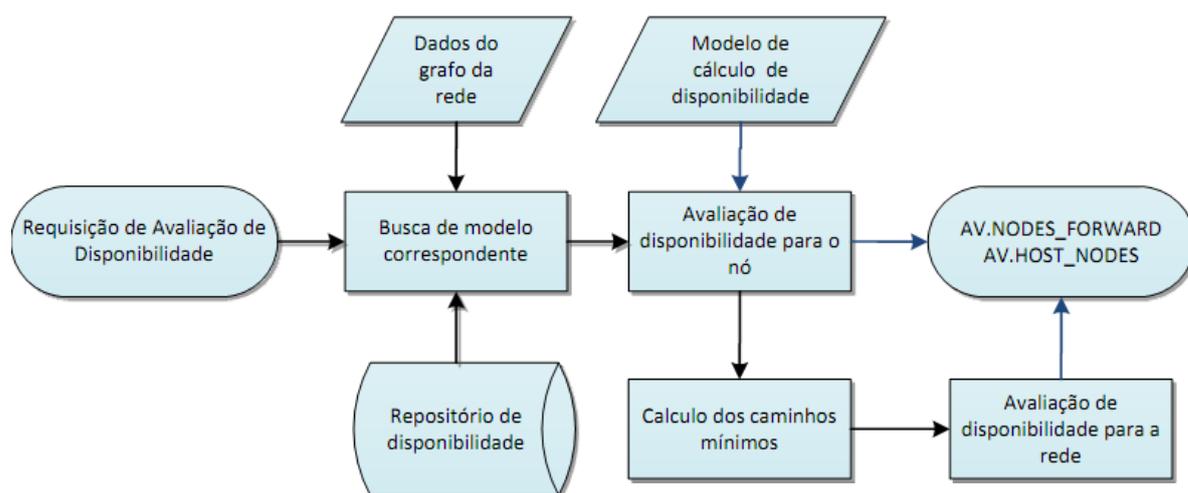


Figura 8.25 - Fluxograma de Passos para Avaliação de Disponibilidade

O Modelo de Disponibilidade é composto pelas informações de cada tipo de roteador ou switch da rede, as quais descrevem os seguintes parâmetros para enlaces:

- **AV.LINKS_MTBF**: Período médio entre falhas;
- **AV.LINKS_MTTR**: Tempo médio até reparar;
- **AV.LINKS_WAKUP_TIME**: Tempo mínimo de *wakeup*.

E os seguintes parâmetros para nós:

- **AV.NODES_MTBF**: Período médio entre falhas;
- **AV.NODES_MTTR**: Tempo médio até reparar;
- **AV.NODES_WAKUP_TIME**: Tempo mínimo de *wakeup*.

O Avaliador de Disponibilidade calcula as métricas de disponibilidade, descritas como se segue:

- **AV.NODES_FORWARD**: Lista da disponibilidade de cada nó que pode encaminhar pacotes de dados aos nós vizinhos;
- **AV.HOST_NODES**: Lista da disponibilidade de cada nó *host* que pode encaminhar pacotes de dados ao roteador de *backbone*.

O Avaliador de Disponibilidade calcula a disponibilidade em dois passos: primeiro, para cada nó e, depois, para cada roteador *host*. No primeiro, usa-se o método da Cadeia de Markov, amplamente utilizado no cálculo tanto para sistemas com arquitetura paralela quanto standby, como se vê na Figura 8.26.

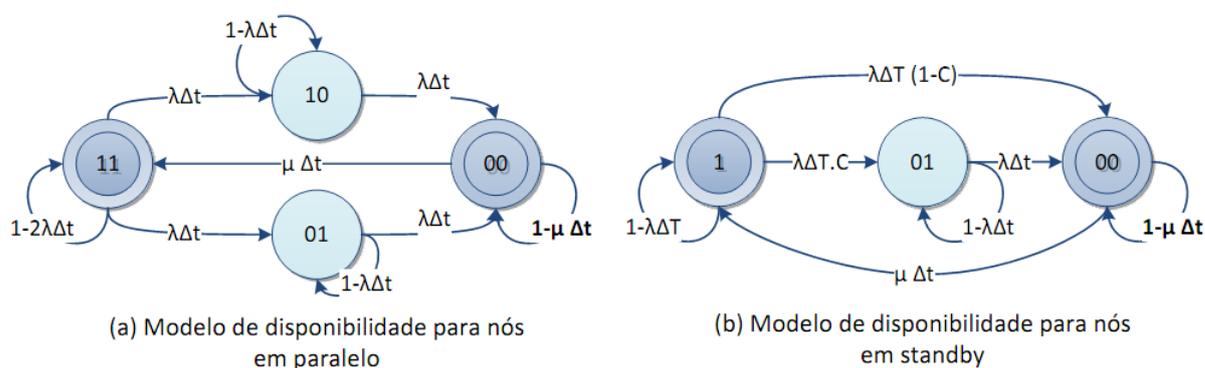


Figura 8.26 - Modelos de Disponibilidade em Paralelo e Standby

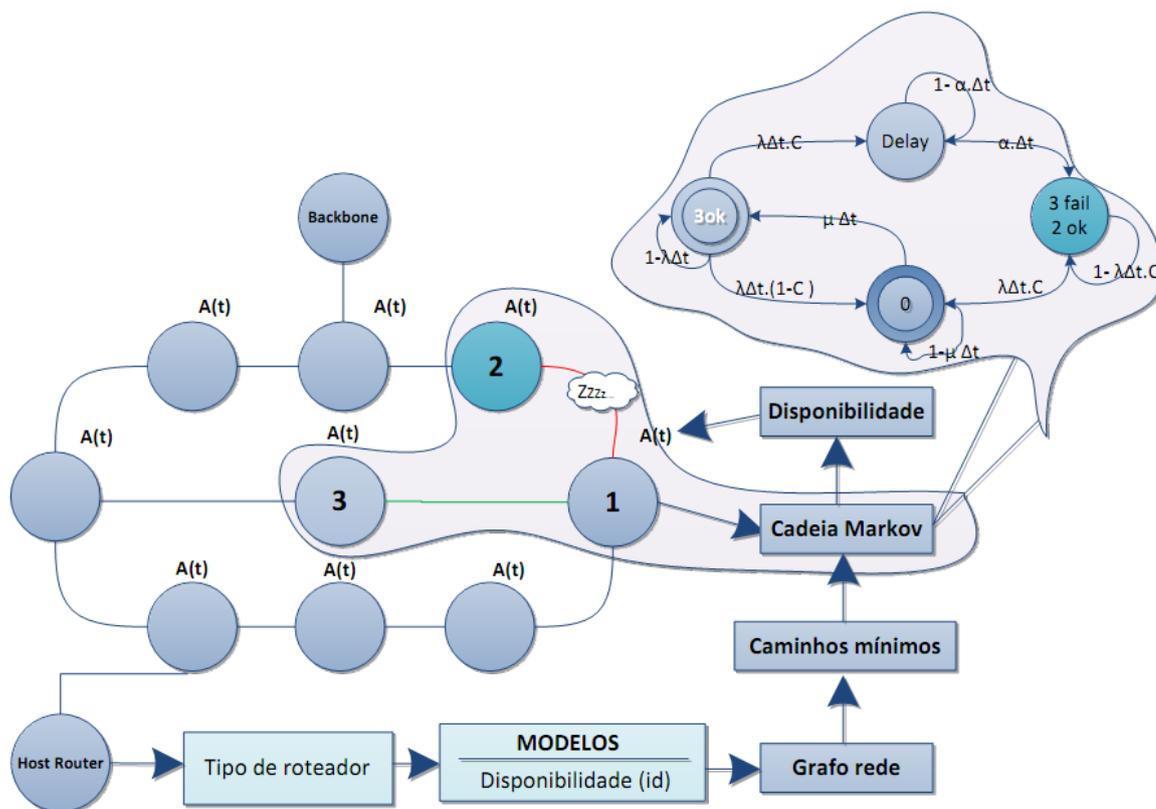


Figura 8.27 - Cálculo da Disponibilidade usando a Cadeia de Markov

Na Figura 8.26, a variável λ representa a taxa de falhas, que consiste em $1/\text{MTBF}$ (*Mean Time Between Failures*), μ a taxa de reparo, consistindo de $1/\text{MTTR}$ (*Mean Time to Repair*), e a variável C , que é a probabilidade de um erro ser identificado, o que no sistema se relaciona com a taxa com a qual o grafo da rede é atualizado, sendo $1/(\text{taxa de atualização})$.

A disponibilidade é primeiramente calculada para cada nó. Em seguida, calcula-se a disponibilidade de um roteador *host* se comunicar com o *backbone*. A avaliação de disponibilidade para um roteador *host* é feita em dois passos: primeiro são calculados todos os caminhos mínimos (equação 1) entre os dois roteadores; no segundo passo faz-se a soma considerando-se a teoria de grafos, i.e., excluindo a interseção entre todos os caminhos mínimos para cada roteador *host* (equação 2), e tendo como resultado a métrica de disponibilidade.

$$Disponibilidade_{(caminhos\ mínimos)} = \prod_{(nós)} Disponibilidade_{(nó)} \quad (1)$$

$$Disponibilidade_{(roteador\ host)} = \sum_{(caminhos\ mínimos)} Disponibilidade_{(caminhos\ mínimos)} \quad (2)$$

Nas expressões, a variável *nó* indica o número de nós que compõem o caminho mínimo e a variável *caminhos mínimos* representa a quantidade de caminhos mínimos entre o roteador *host* e o *backbone*.

Por fim, após o grafo da rede ter sido atualizado com as métricas avaliadas para cada dispositivo, este é então usado no **Ponto de Decisão** para a aplicação da política. Os dados são lidos pelo Gerenciador de Política que aplica a política em alto nível. As ações definidas pela política em alto nível são então passadas ao **Ponto de Execução**, que as traduz para ações concretas que, por sua vez, são transmitidas para os dispositivos via protocolo de gerenciamento, como discutido anteriormente.

8.4 Considerações Finais

Este capítulo mostra a arquitetura genérica de um Sistema de Gerenciamento orientado a Políticas proposta pelo IETF e discute a questão de tradução de políticas descritas em diferentes níveis de abstração. No caso do nível de redes, optou-se pela linguagem Ponder, utilizada nos exemplos descritos de Política de Rede neste capítulo e no capítulo 9. No nível de Dispositivo, as políticas de nível de Rede são traduzidas para comandos SNMP. E, finalmente, no nível de Instância essas políticas são traduzidas em operações sobre variáveis da MIB.

Ainda neste capítulo, como importante estudo de caso apresenta-se a proposta de um Sistema de Gerenciamento de Redes orientado a Políticas de Sustentabilidade que permite que a rede seja gerenciada levando em consideração prioridades alinhadas à política mais geral de sustentabilidade. Tais prioridades incluem a manutenção de níveis de qualidade de serviço negociados com o cliente final. O sistema permite, ainda, que se realize uma contínua avaliação de consumo de energia para fins de chaveamento da própria política ativa e priorização das rotas mais eficientes.

Uma implementação para o sistema em questão, utilizando a linguagem Ponder, o protocolo de gerenciamento SNMP e o mecanismo de engenharia de tráfego baseado em túneis MPLS (*Multiprocol Label Switching*), está em desenvolvimento e será

discutida no próximo capítulo, como exemplo ilustrativo. Além disso, o problema de tradução de uma política mais geral de gerenciamento, em regras escritas em linguagem de alto nível e passando por uma linguagem de baixo, também será focalizado.

9 ESTUDO DE CASO PARA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM TIC

Para fins de exemplificar como pode ser aplicado o Modelo de Gestão de Tecnologia da Informação e Comunicação orientada a Políticas de Sustentabilidade, será usado como estudo de caso o Centro de Informática e Telecomunicações (CIT) de uma universidade, que funciona de modo semelhante ao CCE (Centro de Computação Eletrônica) da Universidade de São Paulo, cuja operação é descrita detalhadamente em (CARVALHO 2010).

9.1 *Visão Geral sobre Unidade de Negócio de TIC*

O Centro de Informática e Telecomunicações, que será usado como o nosso estudo de caso, é uma unidade de negócio que responde pelos serviços de infraestrutura de TIC de uma universidade pública instalada em 10 campi no total.¹⁰

Segundo o anuário estatístico de 2011 da universidade, seus principais números são (USP 2011):

- Alunos Matriculados: 88.962
- Docentes: 5.865
- Funcionários Técnico-Administrativos: 16.187
- Funcionários de TIC: ≈750
- Informática:
 - Microcomputadores: 41.938
 - Impressoras: 16.417

9.1.1 **Missão do Centro de Informática e Telecomunicações**

Primeiramente, foi desenvolvida a chamada “Missão Estendida”, que se relaciona com todas as ideias principais a serem incorporadas pela versão final da missão:

¹⁰ São ao todo 10 campi, um principal e três menores na cidade de São Paulo e outros seis em cidades do interior do estado de São Paulo (Ribeirão Preto, São Carlos, Piracicaba, Pirassununga, Bauru e Lorena), sendo que o campus de São Paulo responde por 60% das operações de TIC.

- Administrar eficientemente os recursos de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) de uso comum a todas as unidades de negócio da universidade, sejam elas unidades administrativas ou unidades de ensino.
- Prestar serviços de TIC com qualidade e agilidade à sua comunidade de usuários e clientes.
- Oferecer suporte à elaboração de diretrizes de TIC para a universidade como um todo.
- Ser referência em excelência operacional nos âmbitos nacional e internacional.

Em termos gerais, os serviços prestados pelo CIT compreendem o atendimento a todas as unidades de negócio da universidade no que diz respeito a: manutenção de equipamentos de microinformática, hospedagem de servidores de dados em *Internet DataCenter*, provimento de redes de dados intracampus e intercampi bem como de acesso à Internet, projetos de redes locais, serviços de telecomunicações, suporte à produção audiovisual para finalidades didáticas, de pesquisa, cultura e extensão, suporte à aquisição de bens de informática e prospecção de novas tecnologias na área de TIC. Esta prestação de serviços deve ser feita com excelência, isto é, com agilidade e qualidade. Esta excelência é a base para o CIT se tornar referência na sua área de atuação, o campus universitário.

A partir da Missão Estendida construiu-se a Missão do CIT: **“Ser referência em prestação de serviços sustentáveis de Tecnologia da Informação em campus universitário”**. O termo “com Sustentabilidade” foi incorporado posteriormente, pois o CIT como um todo foi se envolvendo, cada vez mais, em iniciativas de Sustentabilidade como TIC Verde, editais sustentáveis, tratamento sustentável de lixo eletrônico, DataCenter Verde, dentre outras.

9.1.2 Segmentação dos Negócios

O CIT possui cinco departamentos, e cada um corresponde a uma unidade de negócio. Quando foi desenvolvido o Plano Estratégico Corporativo, não se identificou a necessidade de alterar essa estrutura de departamentos.

Os Departamentos são os seguintes:

- **Administração & Finanças (UNAF)** – presta serviços para todos os demais departamentos do CIT, no que diz respeito às diferentes sub-áreas de finanças e contabilidade, compras, tesouraria e patrimônio. Além disso, controla a entrada e saída de documentos oficiais do CIT e é responsável pela gestão de serviços terceirizados, como de limpeza e vigia, e os serviços de organização de eventos. Também administra as seguintes seções: Recursos Humanos, Transporte e Manutenção Predial, o que inclui acompanhamento de obras civis e instalação de parte elétrica.
- **Apoio Tecnológico (UNAT)** – é o departamento que está mais próximo da comunidade de usuários do CIT pelo fato de incorporar os serviços de Help Desk. A equipe do Help Desk responde às chamadas técnicas de 1º Nível e encaminha as de 2º nível para a área técnica correspondente. Essas chamadas incluem manutenção de microcomputador e impressora, problema na rede local ou de telefonia, dentre outros. Além do Help Desk, este departamento possui outras três seções. A primeira delas, chamada Estúdio MultiMeios, produz videoclipes, captura e transmite vídeo em formato streaming e realiza videoconferências. A segunda desenvolve programas aplicativos (por exemplo, sistema de controle de reserva de salas, sistema de controle de frota, sistema de abertura de chamados técnicos via web) para atender às necessidades internas específicas do centro. E, por último, tem-se a seção de Comunicação, cuja principal meta é melhorar tanto a comunicação interna do centro como a externa a ele.
- **Manutenção de Equipamentos de MicroInformática (UNEM)** – as principais atividades deste departamento são realizar o reparo e a manutenção de equipamentos eletrônicos, bem como a montagem de microcomputadores. Para agilizar a prestação desses serviços, ele controla um estoque próprio de peças e acessórios eletroeletrônicos. Parte da atividade de manutenção é realizada em laboratórios e parte on-site, dependendo da gravidade do problema e do tipo de peça que eventualmente precisa ser trocada. Além dessas atividades, a equipe do departamento realiza prospecção de novas tecnologias e a especificação de equipamentos de microinformática para os editais públicos de âmbito geral da

universidade. Por último, este departamento conta com uma seção responsável pelo tratamento de lixo eletrônico, denominada CEDIR (Centro de Descarte e Reúso de Resíduos de Informática).

- **Operação de DataCenter (UNDC)** – uma das principais atividades deste departamento é cuidar do IDC (*Internet DataCenter*), onde são hospedadas máquinas e sites de todas as unidades de negócio da universidade, bem como equipamentos da rede *backbone* da universidade, e de sua interconexão com a Internet. Para dar suporte ao IDC, existe um serviço de operação 24 x 7. O número de sistemas hospedados no IDC tem crescido ano a ano e requer contínua gestão de capacidade em termos de energia consumida e ar-condicionado. Além do IDC, é de responsabilidade deste departamento o serviço de e-mail. O número de caixas postais bem como de mensagens recebidas e transmitidas tem crescido constantemente, sobretudo devido à recente oferta de e-mails para todos os alunos da universidade. Por último, o departamento monitora e trata os incidentes de segurança e aplica as políticas de segurança definidas no nível de toda a universidade.
- **Redes de Comunicação (UNRC)** – atua nas áreas de rede de comunicação e telefonia. Na área de redes, desenvolve e executa projetos de redes solicitados pelas diferentes unidades de negócio da universidade. É responsável pela rede *backbone* que interliga os vários campi e pela rede *backbone* do campus principal, desde a concepção do projeto, sua instalação, monitoração e manutenção. Além disso, cuida da interconexão da rede *backbone* da universidade com ISPs (*InternetService Providers*) e com outras redes do estado de São Paulo. Na área de telefonia, atua de modo semelhante, sendo responsável pela instalação e manutenção de centrais e terminais telefônicos.

9.2 Mapeamento entre Diferentes Níveis de Política

Para os Serviços de TIC (Tecnologia da Informação e Comunicação) consideram-se diferentes níveis de política (vide capítulo 2), a saber:

- **Nível de Negócio:** Tomando-se como ponto de partida os objetivos de Desempenho e Sustentabilidade da organização ou da unidade de negócio de TIC de uma

organização e os contratos estabelecidos entre a organização e seus clientes ou entre a unidade de negócio de TIC e outras unidades de negócio da mesma organização, neste nível são estabelecidas metas e guias de desempenho e sustentabilidade, tendo como diretriz básica atender os SLAs (*Service Level Agreements*) definidos em contratos e atuando sobre os processos.

- **Nível de Sistema:** Este nível conhece as Metas de Desempenho e Sustentabilidade e os SLAS que devem ser atendidos nos contratos da organização com organizações clientes ou entre a unidade de negócio de TIC e outras unidades de negócio da mesma organização, estabelecendo Indicadores de Desempenho e Sustentabilidade referentes a processos e procedimentos da organização ou da unidade de negócio de TIC como um todo.
- **Nível de Infraestrutura de TIC:** Conhecendo-se os Indicadores de Desempenho e Sustentabilidade, este nível provê as métricas de operação dos principais sistemas de TIC da organização ou da unidade de negócio de TIC, incluindo Sistemas de Microinformática, Sistemas de Rede e Sistemas de DataCenter. Os valores destas métricas são obtidos pela composição de métricas de operação de dispositivos providas pelo Nível de Dispositivo.
- **Nível de Dispositivo:** Este nível provê os valores de métricas de dispositivos, sejam eles de Microinformática, Redes ou DataCenters.
- **Nível de Instância:** Este nível provê acesso a variáveis internas dos próprios dispositivos, que podem estar armazenadas, por exemplo, em uma MIB (*Management Information Base*).

Cabe notar que uma política de um nível pode ser convertida em uma ou duas políticas de níveis inferiores. Isto ocorre, por exemplo, quando em nível de negócio define-se, dentro do contexto de sustentabilidade, uma Política de Eficiência Energética que tem como meta a redução de consumo de energia elétrica em 30%. Isto provavelmente irá gerar Políticas de Eficiência Energética atreladas à infraestrutura predial, ao DataCenter e às redes de comunicação.

A conversão da política de um nível em uma ou mais políticas do nível imediatamente inferior pode ser realizada manualmente conforme definido por um grupo de pessoas, ou então automaticamente empregando-se uma ferramenta de software para este fim. Esta ferramenta, ao receber uma política, testa a sua aplicabilidade e consistência e se não houver nenhum problema, executa a tradução e conversão desta política. Em cada nível, a política de sustentabilidade é descrita empregando-se uma linguagem que tem um nível de abstração distinto de outros níveis. Para facilitar, suponha-se que no nível de serviços de rede utiliza-se uma linguagem do tipo UML (*Unified Modeling Language*). Esta política será convertida em comandos SNMP (*Simple Network Management Protocol*) no caso dos níveis de redes e dispositivos.

9.2.1 Política de Sustentabilidade em Nível de Negócios

Considerando que a organização usada como estudo de caso tem como missão “**Ser referência em Prestação de Serviços Sustentáveis de Tecnologia da Informação e Comunicação em campus universitário**” e que sua Política de Sustentabilidade foi definida como “**Todos os processos e procedimentos relacionados a TIC devem estar alinhados com preceitos de práticas sustentáveis**”, é importante definir quais são as metas associadas a esta missão e a esta política.

Vale também ressaltar que uma organização ou unidade de negócio voltada para prestação de serviços de TIC, tipicamente, tem como estratégia básica a “excelência operacional”. As empresas com este tipo de estratégia são aquelas que enfatizam a eficiência e a confiabilidade, lideram a indústria em termos de preço e conveniência, minimizam os custos de overhead (i.e, custos indiretos e de despesas) e alinham a cadeia de suprimentos (WEILL 2006).

Segundo a pesquisa desenvolvida pelo MIT-CISR, tais empresas são mais centralizadas, enfatizam o uso eficaz de ativos, e seus procedimentos operacionais e processos são tipicamente padronizados (WEILL 2006).

A partir daí, pode-se inferir como principais metas:

- **Uso racional de insumos.** No caso de uma organização desta natureza, têm-se como principais insumos: energia elétrica, telefonia, combustível devido ao

deslocamento para prestação de serviços de suporte e manutenção on-site, e bens de consumo de informática, incluindo, principalmente, papel, tonner para impressão e mídias para gravação (por exemplo, DVDs, pendrives) (Meta 1).

- **Inexistência de perda de material ou equipamentos** por mau uso, perda de validade (e.g., caso de armazenamento de material sem uso por tempo prolongado) ou perda de prazos de garantia (e.g., encaminhamento de equipamento defeituoso fora do prazo de garantia) (Meta 2).
- **Destinação sustentável de todo o resíduo gerado**, por meio de ações de reúso ou reciclagem (Meta 3).
- **Capacitação da equipe técnica** alinhada com o estado da arte de soluções e tecnologias da área de TIC (Meta 4).
- **Inexistência de acidentes de trabalho e de ocorrência de doenças operacionais** (Meta 5).
- **Melhoria contínua dos serviços prestados com redução do tempo médio de atendimento a chamados e resolução de problemas**, visando o objetivo de tempo máximo igual a 24 horas (Meta 6).
- **Inovação constante dos produtos e serviços prestados** (Meta 7).

9.2.2 Políticas de Sustentabilidade em Nível de Sistema

Para fins de ilustração, são definidas as políticas, metas e indicadores em Nível de Sistema para três das metas em Nível de Negócio, a saber: Uso Racional de Insumos (Meta 1), Destinação Sustentável de Todo o Resíduo Gerado (Meta 3) e Inovação Constante dos Produtos e Serviços Prestados (Meta 7).

9.2.2.1 *Uso Racional de Insumos*

Nesta Seção são apresentadas as Metas, Políticas e Indicadores de Sustentabilidade relacionados à meta de Uso Racional de Insumos.

9.2.2.1.1 Aquisição de Bens de Consumo e Equipamentos de Informática e Telecomunicação

Para o caso de **Aquisição de Bens de Consumo e Equipamentos de Informática e Telecomunicações** foram definidas as seguintes metas, políticas e indicadores.

Metas:

- Aquisição somente de bens de informática que sejam "verdes" (i.e., que seguem os padrões ROHS e/ou EPEAT de produção e possuem sistema de economia de energia), recicláveis ou biodegradáveis.
- Aquisição somente de equipamentos eletroeletrônicos e, especialmente, equipamentos de informática e telecomunicações que sejam "verdes".
- Substituição de todo o parque instalado de informática e telecomunicações por equipamentos "verdes" no prazo de um ano.
- Credenciamento somente de fornecedores que estejam comprometidos com ações de sustentabilidade, o que pode ser comprovado, por exemplo, pela elaboração do GRI.

Política:

Só participam de editais ou RFPs (*Request for Proposals*) para aquisição de equipamentos de informática e telecomunicação os fornecedores alinhados com ações de sustentabilidade. Será dada preferência à aquisição de equipamentos de informática e telecomunicações que sejam "verdes".

Indicadores:

- ABS1- Porcentagem de fornecedores que têm comprometimento com sustentabilidade (GRI).
- ABS2 - Porcentagem de fornecedores que proveem soluções ou produtos "verdes".
- ABS3 - Porcentagem de fornecedores que proveem soluções de logística "verdes".
- ABS4 - Porcentagem de equipamentos de informática e telecomunicações "verdes".
- ABS5 - Porcentagem de bens de consumo "verdes", reciclados, recicláveis e/ou biodegradáveis.
- ABS6 - Índice de crescimento anual da porcentagem de equipamentos "verdes".

- ABS7 - Índice de crescimento anual da porcentagem de bens de consumo “verdes”, reciclados, recicláveis e/ou biodegradáveis.

9.2.2.1.2 Concessão de Viagens Nacionais e Internacionais

Para o caso de **Concessão de Viagens Nacionais e Internacionais** foram definidas as seguintes metas, políticas e indicadores.

Metas:

- Eliminação de viagens para reuniões técnicas entre localidades da organização que possuam equipamentos de videoconferência.
- Aquisição de equipamentos de videoconferência para todas as unidades de negócio remotas em relação à matriz da organização.

Política:

- Concessão de viagens, tanto nacionais como internacionais, somente para participação de eventos, conferências e programas de treinamento.

Indicadores:

- IOG12 – Gastos totais com combustível (litros, R\$) mensal e anual.
- IOG13 – Índice de consumo de combustível (litros, R\$) mensal e anual por funcionário.
- IOG14 - Índice de crescimento de consumo de combustível mensal e anual por funcionário.
- OPR15 – Índice de redução de deslocamentos e/ou viagem devido ao uso de ferramentas de trabalho colaborativo.
- OPR16 - Índice de gasto em viagens (R\$, kilometragem) por funcionário.
- ABX – Porcentagem das Unidades de Negócio Remotas que possuem equipamentos de videoconferência.

9.2.2.1.3 Melhoria da Eficiência Energética da Infraestrutura Predial

Para o caso de **Melhoria da Eficiência Energética da Infraestrutura Predial** foram definidas as seguintes metas, políticas e indicadores.

Indicadores Gerais:

- IOG1 – Gastos totais com energia elétrica (kWh, R\$) mensal e anual.
- IOG2 - Índice de consumo de energia elétrica (kWh, R\$) mensal e anual por funcionário.
- IOG3 - Índice de crescimento de consumo de energia elétrica mensal e anual por funcionário.

Meta:

- Substituição de todos os interruptores de energia elétrica por interruptores acionados por sensores de presença.

Políticas:

- Aquisição e instalação de interruptores acionados por sensores de presença para salas que não são continuamente ocupadas, tais como salas de conferência e de reunião.
- Aquisição e instalação de um sistema automatizado de iluminação, que permita controlar a iluminação através de uma programação de acordo com a hora do dia e/ou ocupação nas salas de uso contínuo.

Indicador:

- IOG5 - Porcentagem das salas e áreas de uso comum que possuem interruptores de iluminação e/ou ar-condicionado acionados por sensores de presença

9.2.2.1.4 Melhoria de Eficiência Energética da Área de Tecnologia da Informação e Comunicação

Para o caso de **Melhoria de Eficiência Energética da Área de Tecnologia da Informação e Comunicação** foram definidas as seguintes metas, políticas e indicadores.

Indicadores Gerais:

- IOG1 – Gastos totais com energia elétrica (kWh, R\$) mensal e anual.
- IOG2 – Índice de consumo de energia elétrica (kWh, R\$) mensal e anual por funcionário.
- IOG3 – Índice de crescimento de consumo de energia elétrica mensal e anual por funcionário.
- OPR1 – Gastos totais de energia elétrica com a infraestrutura de TIC .
- OPR17 – Índice de crescimento dos índices de gastos em TIC com energia elétrica.
- DataCenter.

Metas:

- Redução de 20% no consumo de energia elétrica.
- Consolidação de servidores físicos em servidores virtuais.

Políticas:

- Hospedagem de servidores DataCenter preferencialmente para servidores virtuais (a hospedagem de servidores físicos seria permitida apenas em casos devidamente justificados de impossibilidade de uso de virtualização na aplicação a ser hospedada).
- Conversão de servidores físicos com ociosidade média maior que 70% por período superior a um mês em servidores virtuais e realocação do servidor físico para o conjunto de servidores hospedeiros de virtualização.
- Substituição de servidores físicos com mais de cinco anos por servidores virtuais.
- Aquisição e instalação de PDUs para medição de consumo de energia por servidor não virtualizado.
- Redes de Comunicação.

Metas:

- Redução de 20% no consumo de energia elétrica.

- Substituição de todos os enlaces metálicos de redes metropolitanas (por exemplo, no interior de um campus) por enlaces de fibra óptica.
- Manutenção de equipamentos cativos com taxa de uso superior a 30%.

Políticas:

- Manutenção de equipamentos cativos com taxa de uso superior a 30%.
- Priorização de aquisição de equipamentos com interfaces ópticas em detrimento dos equipamentos de interfaces para cabos metálicos no caso de conexões metropolitanas e de longa distância.
- Desativação de equipamentos de rede com ociosidade maior do que 70%, caso seja possível remanejar o tráfego e manter o nível de qualidade de serviço (QoS).

Indicadores:

- OPR3 – Índice de gasto de energia elétrica (kWh ou R\$) por capacidade de transmissão instalada.
- OPR6 - Índice de redução de consumo de energia elétrica mensal e anual, total e por funcionário, no caso de adoção de soluções de eficiência energética para as redes.
- Porcentagem dos enlaces metropolitanos e de longa distância que são de fibra óptica.
- Computadores Pessoais.

Metas:

- Redução de 20% no consumo de energia elétrica.
- Adoção de uma infraestrutura de virtualização de desktops (VDI – *Virtual Desktop Infrastructure*).

Políticas:

- Preferência pela aquisição de *thin clients* ou terminais móveis (e.g.: *notebooks*) em substituição aos computadores convencionais (do tipo desktop).
- Todo computador ou terminal em desuso deve ser colocado automaticamente no modo de economia de energia.
- Computadores sem uso por mais de dois meses devem ser realocados para outro usuário.

Indicadores:

- OPR4 – Índice de gasto de energia elétrica (kWh ou R\$) por computador pessoal.
- OPR7 - Índice de redução de consumo de energia elétrica mensal e anual, total e por funcionário, no caso de adoção de soluções de eficiência energética para computadores pessoais.

9.2.2.1.5 Consumo de Bens de Informática

Para o caso de **Consumo de Bens de Informática** foram definidas as seguintes metas, políticas e indicadores.

Metas:

- Todas as impressoras devem ser monitoradas de modo a possibilitar o levantamento de estatísticas de uso.
- Redução de consumo de papel, *tonner* e outros bens de informática em 10%.

Política:

- Aquisição e instalação somente de impressoras com interface de rede e possibilidade de monitoração remota.

Indicadores:

- OPR11 - Porcentagem das impressoras que são monitoradas por ferramentas de controle de número de impressões.
- OPR13 - Índice de gasto com papel (R\$) por impressora e por funcionário.
- OPR14 - Índice de gasto em cartuchos de impressoras (R\$) por impressora e por funcionário.
- OPR10 - Índice de redução do número de impressões, de consumo de papel e *tonner* pela adoção de fluxo de trabalho baseado em documentos eletrônicos.
- OPR12 - Gastos totais (R\$) com bens de consumo de informática.
- OPR17 - Índice de crescimento de gastos em TIC com bens de informática em geral, papel, cartuchos de impressora.

A Tabela 9.1 resume os Indicadores de Sustentabilidades referentes à Meta 1 – **Uso Racional de Insumos**.

Tabela 9.1 – Indicadores de Sustentabilidades referentes à Meta 1 - Uso Racional de Insumos

Dominio	Elementos do Domínio de Política de Sustentabilidade		Indicadores de Sustentabilidade
Origem dos Insumos	Fornecedor	Sustentabilidade (e.g., adesão ao GRI)	ABS1- Porcentagem de fornecedores que têm comprometimento com sustentabilidade (GRI) ABS2 - Porcentagem de fornecedores que proveem soluções ou produtos “verdes”
		Produtos “verdes”. Reciclados, recicláveis e/ou biodegradáveis.	ABS4 - Porcentagem de eqptos de informática e telecomunicações que são “verdes” ABS5 - Porcentagem de bens de consumo “verdes”, reciclados, recicláveis e/ou biodegradáveis
	Produtos	“Verdes”. Reciclados, recicláveis e/ou biodegradáveis.	ABS6 - Índice de crescimento anual da porcentagem de equipamentos “verdes” ABS7 - Índice de crescimento anual da porcentagem de bens de consumo “verdes”, reciclados, recicláveis e/ou biodegradáveis
Uso Racional de Recursos	Combustível	Perfil de Uso	IOG12 - Gastos totais com combustível (litros, R\$) mensal e anual IOG13 - Índice de consumo de combustível (litros, R\$) mensal e anual por funcionário IOG14 - Índice de crescimento de consumo de combustível mensal e anual por funcionário
		Viagens Aéreas e Rodoviárias	OPR15 - Índice de redução de deslocamentos e/ou viagem devido ao uso de ferramentas de trabalho colaborativo OPR16 - Índice de gasto em viagens (R\$, quilometragem) por funcionário
	Energia Elétrica	Perfil de Consumo	IOG1 - Gastos totais com energia elétrica (kWh, R\$) mensal e anual IOG2 - Índice de consumo energia elétrica (kWh, R\$) mensal e anual por funcionário IOG3 - Índice de crescimento de consumo de energia elétrica mensal e anual por funcionário
		Iluminação	IOG5 - Porcentagem das salas e áreas de uso comum que possuem interruptores de iluminação e/ou ar-condicionado acionados por sensores de presença

Dominio	Elementos do Domínio de Política de Sustentabilidade		Indicadores de Sustentabilidade	
Uso Racional de Recursos	Energia Elétrica	Tecnologia da Informação e Comunicação	Perfil de Consumo	OPR1 - Gastos totais de energia elétrica com a infraestrutura de TIC OPR17 - Índice de crescimento dos índices de gastos em TIC com energia elétrica, óleo diesel, bens de informática em geral, papel, cartuchos de impressora, viagens e outros
			DataCenter	OPR2 - Índice de gasto de energia elétrica (kWh ou R\$) no DataCenter por capacidade de processamento e armazenamento instalada e por funcionário OPR5 - Índice de redução de consumo de energia elétrica mensal e anual, total e por funcionário, no caso de soluções de eficiência energética e de refrigeração para o DataCenter
			Redes de Comunicação	OPR3 - Índice de gasto de energia elétrica (kWh ou R\$) por capacidade de transmissão instalada

				OPR6 – Índice de redução de consumo de energia elétrica mensal e anual, total e por funcionário, no caso de adoção de soluções de eficiência energética para as redes
			Computadores Pessoais	OPR4 – Índice de gasto de energia elétrica (kWh ou R\$) por computador pessoal OPR7 – Índice de redução de consumo de energia elétrica mensal e anual, total e por funcionário, no caso de adoção de soluções de eficiência energética para computadores pessoais
			Virtualização	OPR8 – Índice de redução de consumo de energia elétrica mensal e anual, total e por funcionário, devido a soluções de virtualização de computadores e rede
	Bens	Equipamentos de TIC	Impressoras	OPR10 – Índice de redução de número de impressões, de consumo de papel e tonner pela adoção de fluxo de trabalho baseado em documentos eletrônicos OPR11 - Porcentagem das impressoras que são monitoradas por ferramentas de controle de número de impressões OPR13 - Índice de gasto com papel (R\$) por impressora e por funcionário OPR14 - Índice de gasto em cartuchos de impressoras (R\$) por impressora e por funcionário
			Bens de Consumo de TIC	OPR12 – Gastos totais (R\$) com bens de consumo de informática

9.2.2.2 Destino Sustentável de Todos os Resíduos Gerados

Nesta Seção são apresentadas as Metas, Políticas e Indicadores de Sustentabilidade relacionados à meta de Destino Sustentável de Todos os Resíduos Gerados.

9.2.2.2.1 Destino Sustentável de Equipamentos Eletroeletrônicos

Para o caso de **Destino Sustentável de Equipamentos Eletroeletrônicos** foram definidas as seguintes metas, políticas e indicadores.

Meta:

- Destinação Sustentável de Todos os Equipamentos Eletroeletrônicos considerados inservíveis para organização, seja por obsolescência ou por mau funcionamento.

Política:

- Todo equipamento considerado inservível para organização deve ser encaminhado para reuso em algum projeto social ou para reciclagem.

Indicadores:

- SPV5 – Tempo de Vida médio de equipamentos eletroeletrônicos da organização.
- SPV6 - Índice de crescimento do ciclo de vida de equipamentos eletroeletrônicos da organização.
- SPV7 – Porcentagem de equipamentos eletroeletrônicos e mais especificamente de TIC inservíveis na organização, que são encaminhados para reuso em projetos sociais.
- SPV8 – Porcentagem de equipamentos eletroeletrônicos e mais especificamente de TIC inservíveis na organização, que são desmontados e encaminhados para reciclagem de componentes.
- SPV9 – Porcentagem de equipamentos eletroeletrônicos inservíveis na organização que são descartados.
- SPV10 – Índice de crescimento do volume de equipamentos eletroeletrônicos inservíveis na organização que são encaminhados para reuso em projetos sociais ou reciclagem.
- SPV11- Número de projetos sociais atendidos com equipamentos eletroeletrônicos com possibilidade de reuso.

9.2.2.2 Destino Sustentável de Resíduos

Para o caso de **Destino Sustentável de Resíduos** foram definidas as seguintes metas, políticas e indicadores.

Metas:

- Destinação sustentável de todos os bens de consumo inservíveis, incluindo os de informática e telecomunicações, e quaisquer tipos de resíduos.
- Eliminar a geração de resíduos não recicláveis.

Política:

- Todo o resíduo gerado deve ser encaminhado para reuso ou reciclagem.

Ações:

- Todos os bens de consumo inservíveis, incluindo os de informática e telecomunicações, e quaisquer tipos de resíduos devem ser descartados no sistema de coleta seletiva.
- Todos os resíduos orgânicos devem ser encaminhados para compostagem.
- Todos os resíduos inorgânicos e recicláveis devem ser triados e encaminhados para reuso ou reciclagem.

Indicadores:

- IOG15 – Volume de lixo reciclado e não reciclado mensal e anual. Este lixo pode ser classificado por tipo de material.
- IOG16 – Volume de lixo reciclado e não reciclado mensal e anual por funcionário.
- IOG17 – Índice de crescimento e/ou redução do volume de lixo reciclado e não reciclado mensal e anual por funcionário.
- OPR18 – Volume de resíduos e lixo gerados pela área de TIC mensal e anualmente.
- OPR19 – Volume de resíduos e lixo gerados pela área de TIC mensal e anualmente por funcionário.
- OPR20- Volume de resíduos e lixo gerados pela área de TIC mensal e anualmente que são descartados.
- LGI6- Volume de embalagens recicláveis e não recicláveis recebidas mensal e anualmente.
- LGI7- Volume de embalagens recicláveis e não recicláveis recebidas mensal e anualmente por funcionário.
- LGI9 - Porcentagem das embalagens recebidas que são descartadas.
- LGE1- Volume de embalagens recicláveis e não recicláveis usadas mensal e anualmente.
- LGE2 - Volume de embalagens recicláveis e não recicláveis usadas mensal e anualmente por funcionário.
- LGE3- Volume de resíduos gerados no empacotamento de bens.
- LGE5 - Porcentagem dos resíduos gerados no empacotamento de bens que são descartados.

A Tabela 9.2 resume os Indicadores de Sustentabilidades referentes à Meta 3 – **Destino Sustentável de Todo o Resíduo Gerado**.

Tabela 9.2 - Indicadores de Sustentabilidades referentes à Meta 3 – Destino Sustentável de Todo o Resíduo Gerado

Domínio de Política	Elementos do Domínio de Política de Sustentabilidade		Indicadores de Sustentabilidade
Gestão de Resíduos	Bens de Consumo	Geral	IOG15 – Volume de lixo reciclado e não reciclado mensal e anual. Este lixo pode ser classificado por tipo de material IOG16 – Volume de lixo reciclado e não reciclado mensal e anual por funcionário IOG17 – Índice de crescimento e/ou redução do volume de lixo reciclado e não reciclado mensal e anual por funcionário
		TIC	OPR18 – Volume de resíduos e lixo gerados pela área de TIC mensal e anualmente OPR19 – Volume de resíduos e lixo gerados pela área de TIC mensal e anualmente OPR20- Volume de resíduos e lixo gerados pela área de TIC mensal e anualmente que são descartados
	Embalagens	Perfil de Descarte	LGI6 – Volume de embalagens recicláveis e não recicláveis recebidas mensal e anualmente LGI7 – Volume de embalagens recicláveis e não recicláveis recebidas mensal e anualmente por funcionário LGE1 – Volume de embalagens recicláveis e não recicláveis usadas mensal e anualmente LGE2 – Volume de embalagens recicláveis e não recicláveis usadas mensal e anualmente por funcionário LGE3 – Volume de resíduos gerados no empacotamento de bens

Tabela 9.3 - Indicadores de Sustentabilidades referentes à Meta 3 – Destino Sustentável de Todo o Resíduo Gerado

Domínio de Política	Elementos do Domínio de Política de Sustentabilidade		Indicadores de Sustentabilidade
Gestão de Resíduos	Embalagens	Reusadas ou Recicladas	LGI8 – Porcentagem das embalagens recebidas que são reusadas ou podem ser encaminhadas para reciclagem LGI10 – Índice de crescimento e/ou redução da porcentagem das embalagens recebidas que são reusadas ou encaminhadas para reciclagem LGE4 – Porcentagem dos resíduos gerados no empacotamento de bens que são reusados e reciclados LGE6 – Índice de crescimento e/ou redução da porcentagem dos resíduos que são reusados ou encaminhadas para reciclagem
		Descartadas	LGI9 – Porcentagem das embalagens recebidas que são descartadas LGE5 – Porcentagem dos resíduos gerados no empacotamento de bens que são descartados
	Eletro-Eletrônicos	Perfil de Descarte	SPV5 – Tempo de Vida médio de equipamentos eletroeletrônicos da organização SPV6 – Índice de crescimento/redução do ciclo de vida de equipamentos eletroeletrônicos da organização
		Reusados	SPV7 – Porcentagem de equipamentos eletroeletrônicos e mais especificamente de TIC inservíveis na organização, que são encaminhados para reúso em projetos sociais SPV10 – Índice de crescimento do volume de equipamentos eletroeletrônicos inservíveis na organização, que são encaminhados para reúso em projetos sociais ou reciclagem. SPV11 - Número de projetos sociais atendidos com equipamentos eletroeletrônicos com possibilidade de reúso
		Reciclados	SPV8 – Porcentagem de equipamentos eletroeletrônicos e mais especificamente de TIC inservíveis na organização, que são desmontados e encaminhados para reciclagem de componentes
		Descartados	SPV9 – Porcentagem de equipamentos eletroeletrônicos inservíveis na organização que são descartados

9.2.2.3 Inovação Constante dos Produtos e Serviços Prestados

Nesta Seção são apresentadas as Metas, Políticas e Indicadores relacionados à meta de Inovação Constante dos Produtos e Serviços Prestados.

9.2.2.3.1 Inovação Tecnológica de Escopo Geral

Para o caso de **Inovação Tecnológica de Escopo Geral** foram definidas as seguintes metas, políticas e indicadores.

Metas:

- Aumentar o número de lançamentos de produtos e serviços inovadores no período de um ano.
- Aumentar o número de patentes desenvolvidas na área de Tecnologia da Informação e Comunicação.

Políticas:

- Alocação de porcentagem fixa da receita em Projetos de Pesquisa & Desenvolvimento.
- Premiação dos funcionários com patentes registradas.

Indicadores:

- DTE17 – Porcentagem da receita empregada em prospecção tecnológica visando a incorporação de novas tecnologias que tragam um diferencial competitivo para a organização.
- DTE18 – Número de projetos de prospecção tecnológica.
- MVE11 – Número de demonstrações sobre tecnologias, produtos e serviços de TIC, realizadas presencialmente, online ou de modo híbrido no período de um ano.

9.2.2.3.2 Inovação Tecnológica com Foco em Sustentabilidade

Para o caso de **Inovação Tecnológica com Foco em Sustentabilidade** foram definidas as seguintes metas, políticas e indicadores.

Metas:

- Alocar uma porcentagem fixa da receita para investimento na área de Pesquisa & Desenvolvimento de novos produtos, serviços e soluções com foco em sustentabilidade.
- Desenvolver patentes na área de Tecnologia aplicada a Sustentabilidade.

Políticas:

- Alocação de porcentagem fixa da receita em Projetos de Pesquisa & Desenvolvimento com foco em Sustentabilidade.
- Premiação dos funcionários com patentes registradas.

Indicadores:

- DTE1 – Porcentagem da receita alocada para projetos de inovação tecnológica voltada para eficiência energética e uso racional de recursos gerais e de TIC.
- DTE2 – Porcentagem da receita empregada no desenvolvimento de soluções de eficiência energética para DataCenter.
- DTE3 – Número de projetos voltados para o desenvolvimento de soluções de eficiência energética para DataCenter.
- DTE4 – Porcentagem da receita empregada no desenvolvimento de soluções de eficiência energética aplicadas às redes de comunicação.
- DTE5 – Número de projetos voltados para soluções de eficiência energética aplicadas às redes de comunicação.
- DTE6 – Porcentagem da receita empregada no desenvolvimento de soluções de eficiência energética para computadores de mesa.
- DTE7 – Número de projetos voltados para soluções de eficiência energética aplicadas a computadores de mesa.
- DTE8 – Porcentagem da receita empregada no desenvolvimento de soluções de virtualização de recursos computacionais.
- DTE9 – Número de projetos voltados para soluções de virtualização de computadores e equipamentos de rede.
- DTE10 – Porcentagem da receita empregada no desenvolvimento de soluções de fluxo de trabalho baseado em documentos eletrônicos.
- DTE11 – Número de projetos voltados para a substituição do fluxo de trabalho baseado em papel pelo fluxo de trabalho baseado em documentos eletrônicos.
- DTE12 – Porcentagem da receita empregada no desenvolvimento de ferramentas de trabalho colaborativo.
- DTE13 – Número de projetos voltados para o desenvolvimento de ferramentas de trabalho colaborativo.
- MVE11 – Número de demonstrações sobre tecnologias, produtos e serviços de TIC, realizadas presencialmente, online ou de modo híbrido no período de um ano.

A Tabela 9.3 resume os indicadores de Sustentabilidade e Desempenho relacionados à Meta 7 - **Inovação Constante dos Produtos e Serviços Prestados**.

Tabela 9.4 - Indicadores de Sustentabilidades referentes à Meta 7 - Inovação Constante dos Produtos e Serviços Prestados

Domínio de Política	Elementos do Domínio de Política de Sustentabilidade		Indicadores de Sustentabilidade
Inovação Tecnológica	Perfil de Investimento		DTE1 – Porcentagem da receita alocada para projetos de inovação tecnológica voltada para eficiência energética e uso racional de recursos gerais e de TIC
	Eficiência Energética	DataCenter	DTE2 – Porcentagem da receita empregada no desenvolvimento de soluções de eficiência energética para DataCenter DTE3 – Número de projetos voltados para o desenvolvimento de soluções de eficiência energética para DataCenter
		Redes de Computadores	DTE4 – Porcentagem da receita empregada no desenvolvimento de soluções de eficiência energética aplicadas às redes de comunicação DTE5 – Número de projetos voltados para soluções de eficiência energética aplicadas às redes de comunicação
		Computadores do Usuário Final	DTE6 – Porcentagem da receita empregada no desenvolvimento de soluções de eficiência energética para computadores de mesa DTE7 – Número de projetos voltados para soluções de eficiência energética aplicadas a computadores de mesa
	Prospecção Tecnológica		DTE17 – Porcentagem da receita empregada em prospecção tecnológica visando a incorporação de novas tecnologias que tragam um diferencial competitivo para a organização DTE18 – Número de projetos de prospecção tecnológica
	Reengenharia de Processos		DTE15 – Porcentagem da receita empregada na atualização dos processos administrativos e operacionais visando o aumento de produtividade e redução de gastos de recursos DTE16 – Número de projetos voltados para atualização dos processos administrativos e operacionais
	Trabalho Colaborativo		DTE12 – Porcentagem da receita empregada no desenvolvimento de ferramentas de trabalho colaborativo DTE13 – Número de projetos voltados para o desenvolvimento de ferramentas de trabalho colaborativo
	Fluxo de Trabalho Eletrônico		DTE10 – Porcentagem da receita empregada no desenvolvimento de soluções de fluxo de trabalho baseado em documentos eletrônicos DTE11 – Número de projetos voltados para a substituição do fluxo de trabalho baseado em papel pelo fluxo de trabalho baseado em documentos eletrônicos
	Virtualização de Recursos		DTE8 – Porcentagem da receita empregada no desenvolvimento de soluções de virtualização de recursos computacionais DTE9 – Número de projetos voltados para soluções de virtualização de computadores e equipamentos de rede
	Comunicação		MVE11 – Número de demonstrações sobre tecnologias, produtos e serviços de TIC realizadas presencialmente, online ou de modo híbrido no período de um ano

9.3 Sistema de Governança de TIC

Tomando por base o método para implementação de Governança de TIC apresentado no capítulo 8, temos cinco fases de trabalho:

- Fase 1 – Levantamento de Informações sobre a Empresa
- Fase 2 – Avaliação da Governança de TIC
- Fase 3 – Reprojeto da Governança de TIC
- Fase 4 – Implementação da Nova Governança de TIC

9.3.1 Levantamento de Informações sobre a Organização

No presente estudo de caso, tem-se o Centro de Informática e Telecomunicações (CIT), que presta serviços de Infraestrutura de TIC (Tecnologia da Informação e Comunicação) para diferentes unidades administrativas e de ensino de uma universidade pública. Como foi mencionado anteriormente, sua missão é: **“Ser referência em prestação de serviços sustentáveis de Tecnologia da Informação e Comunicação em campus universitário”**.

Esta prestação de serviços deve ser realizada com excelência, ou seja, com agilidade e qualidade. Considerando as três disciplinas de valor discutidas no capítulo 7, pode-se dizer que a estratégia básica do CIT é “excelência operacional”. Contudo, para ser referência na área de TIC é, também, importante, embora não essencial, estar alinhado com tecnologias de estado da arte, i.e., com as inovações tecnológicas. Isto permite oferecer serviços diferenciados, com maior qualidade, e facilita o estabelecimento de parcerias internacionais.

Dentro desta linha estratégica básica, deve-se considerar as cinco unidades de negócio: Administração & Finanças (UNAF), Apoio Tecnológico (UNAT), Manutenção de Equipamentos de Microinformática (UNEM), Operação de DataCenter (UNDC) e Rede de Comunicação (UNRC). Estas unidades de negócio têm autonomia na própria administração, na definição de soluções técnicas, na prospecção de novas tecnologias, e na definição dos serviços a serem prestados, mas não têm autonomia na alocação de recursos financeiros de médio e grande portes. Quando se trata de investimentos na aquisição de novos sistemas, tipicamente com inovação tecnológica, ou mesmo para expansão dos sistemas adjacentes, cada unidade de negócio compete por recursos com

outras unidades de negócio. A decisão sobre investimentos envolve a diretoria geral e os diretores de cada unidade de negócio.

O mesmo acontece em relação aos recursos humanos. Caso uma unidade de negócio necessite expandir seu quadro de funcionários, esta situação deve ser discutida em âmbito de diretoria geral e dos diretores das demais unidades. Isto se deve ao fato de que o orçamento para contratação de recursos humanos é concedido pela reitoria para o CIT como um todo e não separadamente para cada uma de suas unidades de negócio.

Assim sendo, pode-se dizer que existe sinergia entre as unidades de negócio. Há padrões referentes à infraestrutura básica de TIC disponível a todos, incluindo redes de comunicação, plataforma de automação de escritório, serviços de back-up, serviços de e-mail, intranet, dentre outros. Contudo, as aplicações e serviços de negócios são específicas de cada unidade de negócio.

Em relação à estabilidade administrativa, vale dizer que, por se tratar de uma universidade pública, a cada quatro anos, tipicamente, substitui-se o diretor geral do CIT. Isto gera, como primeiro impacto, mudanças na priorização de investimentos, seja para aprimoramento dos serviços já existentes, seja para incorporação de novos serviços.

O fato de ser um órgão público implica, também, que as metas de desempenho não são orientadas à lucratividade, mas sim ao emprego da melhor maneira possível do seu orçamento anual. Isto motivou a realização de compras centralizadas de TIC em toda a universidade realizada pelo próprio CIT. Uma ou duas vezes por ano são realizadas chamadas para compra de bens de informática e telecomunicações abertas a todas as unidades administrativas e de ensino da universidade para realização de pregões. Quanto maior for a adesão das diferentes unidades, maior o volume de compra, e menor é o preço pago pelos bens adquiridos. Chega-se a obter entre 40 a 60% de redução desse preço (CARVALHO 2010).

9.3.2 Fase 2 - Avaliação de Governança de TIC

Nesta fase inicial, existia um modelo de Governança informal focado nas decisões corporativas referentes à adoção de inovações tecnológicas, na alocação de recursos do

orçamento e na resolução de problemas de interesse comum a todas as unidades de negócio.

Contudo, existia também a percepção sobre a necessidade de se adotar um modelo de Governança de TIC mais bem estruturado, que norteasse a tomada de decisões e a monitoração dos resultados correspondentes. Para dar andamento a este processo iniciou-se a implementação das disciplinas mais críticas do ITIL (*Information Technology Infrastructure Library*) a saber: Service Desk, Gerenciamento de Incidentes, Gerenciamento de Problemas, Gerenciamento de Configuração, Gerenciamento de Mudanças e Capacidades (CARVALHO 2010).

O ITIL não pode ser considerado um modelo de Governança de TIC, mas sim de Gestão de Serviços de TIC. No entanto, sua implementação teve como consequência a melhoria de serviços prestados, sobretudo, no atendimento ao usuário. Com o passar do tempo, o Service Desk passou por melhorias contínuas, incluindo-se diferentes níveis de serviço e expandindo-se os tipos de chamados que podem ser feitos pela web.

Como resultado desta avaliação, optou-se pelo aprimoramento do processo de desenvolvimento do Plano Estratégico e por redesenhar totalmente a Governança de TIC.

Vale ressaltar que um dos grandes desafios nesta empreitada é a falta de Sistemas de Incentivo e Recompensa para o setor público. A priorização de oferta de treinamentos para os funcionários com melhor desempenho é uma das poucas possibilidades, pois a realização de treinamentos é contemplada positivamente pelo programa de ascensão da carreira dos funcionários técnicos administrativos.

9.3.3 Fase 3 – Reprojeto da Governança de TIC

No caso da Governança de TIC para o Centro de Informática e Telecomunicação (CIT), foi adotado o modelo apresentado no capítulo 7, que incorpora os modelos MIT- CISR, COBIT, ITIL e BSC, cada um com seu escopo e características específicas compondo um modelo mais abrangente e evolutivo, no sentido de que os mecanismos de Governança de TIC podem ser incorporados gradativamente, tornando a Governança cada vez mais eficaz.

Nas próximas seções, será descrito como cada um dos modelos MIT-CISR, COBIT, ITIL e BSC foram incorporados para compor o sistema final.

9.3.3.1 Uso do Modelo do MIT CISR

A partir do Planejamento Estratégico, suas metas de desempenho e sustentabilidade e do levantamento realizado na Fase 1, foram especificados a Matriz de Arranjos e o Modelo de Governança propriamente ditos, apresentados respectivamente nas Figuras 9.1 e 9.2.

Pela Matriz de Arranjos, apresentada na Figura 9.1, observa-se que as decisões de negócios referentes a **Princípios de TIC**, i.e., o papel de TIC nos negócios e **Investimentos em TIC**, definindo quanto, quando e onde serão realizados investimentos são tomadas pela Monarquia de Negócios, constituída pela diretoria geral e por diretores das cinco unidades de negócio.

Por sua vez, as demais decisões referentes à Arquitetura de TIC, Infraestrutura de TIC e Aplicações de Negócios competem a uma composição considerada “federalismo”, envolvendo a diretoria geral e pessoas das unidades de negócio. Tais tomadas de decisão passam por um processo anterior de levantamento de informações e discussão entre técnicos pertencentes a uma unidade de negócio, sob uma formação dita “feudal”.

		Domínios de Decisão									
		Princípios de TIC		Arquitetura de TIC		Infraestrutura de TIC		Necessidades de Aplicações de Negócios		Investimento de TIC	
		Entrada	Decisão	Entrada	Decisão	Entrada	Decisão	Entrada	Decisão	Entrada	Decisão
Arquétipo de Governança	Monarquia de Negócios	X	X							X	X
	Monarquia de TIC										
	Feudal			X		X		X			
	Federal				X		X		X		
	Duópolio										
	Anarquia										

Figura 9.1 –Matriz de Arranjos aplicada ao Estudo de Caso

Prosseguindo, tem-se o Modelo de Governança de TIC propriamente dito, que é composto de seis elementos:

- **Estratégia & Organização da Empresa:** Como foi mencionado anteriormente, a estratégia básica deste centro é a **excelência operacional** na prestação de serviços de TIC. Além disso, a partir da própria missão de “**ser referência em prestação de serviços de TIC em campus universitário**”, pode-se inferir como um dos objetivos o compromisso de sempre desenvolver **soluções inovadoras** e alinhar-se com iniciativas semelhantes existentes em universidades renomadas na área tecnológica e de TIC. Mais especificamente, do ponto de vista de sustentabilidade, um outro objetivo importante é o de **eliminar a geração de resíduos** quaisquer, sejam eles de lixo indiscriminado, sejam resíduos de informática referentes a bens de consumo e equipamentos eletroeletrônicos obsoletos ou com defeito.
- **Organização de TIC & Comportamento Desejável:** Em sinergia com a Estratégia e Organização da empresa, em primeiro lugar, tem-se uma administração centralizada, o que facilita a **padronização de processos, procedimentos de projeto e plataformas tecnológicas**, um dos comportamentos desejáveis especificados.

Dentro ainda do contexto de excelência operacional, deve-se desenvolver **excelência técnica em TIC**. Isto pode ser efetivado por meio do desenvolvimento de programas de treinamento e educação continuada alinhados com as necessidades levantadas a partir de um mapeamento de competências, que permite identificar as competências que precisam ser criadas e outras que precisam ser nutridas. Como um dos resultados, espera-se a geração de mais inovações tecnológicas e soluções inovadoras.

A excelência operacional pressupõe, também, o **uso racional de recursos**, incluindo água, energia elétrica, telefonia, bens de consumo de informática e telecomunicações, dentre outros. Como resultado, espera-se não somente a redução dos custos como também a redução da pegada ecológica.

A excelência operacional visa em primeira instância manter clientes satisfeitos e fiéis. Neste sentido, o suporte de Service Desk com **múltiplos níveis de atendimento** vem ao encontro da meta de aprimorar os serviços prestados.

Em sinergia com o objetivo de eliminar resíduos, como comportamento desejável tem-se a prática de **encaminhar todo o lixo gerado para o sistema de coleta seletiva**, que visa o reúso ou reciclagem dos resíduos descartados.

- **Metas de Desempenho e Sustentabilidade do Negócio:** Na seção 9.2.1, foram apresentadas metas de desempenho e sustentabilidade relacionadas a este estudo de caso. Foram selecionadas três das principais metas e detalhados os seus indicadores de desempenho e sustentabilidade, a saber: uso racional de insumos (Meta 1); destinação sustentável de todo o resíduo gerado (Meta 3); e Inovação constante dos produtos e serviços prestados (Meta 7). Estas mesmas metas estão transcritas na Figura 9.2.
- **Métricas de TIC & Monitoração:** Para cada uma das metas de desempenho e sustentabilidade de negócio são definidos um ou mais indicadores de desempenho e sustentabilidade (vide Seção 9.2.2). Na Figura 9.2 são explicitados três indicadores: taxa de crescimento de uso de insumos/funcionário, volume de resíduos gerado/funcionário e índice de satisfação de clientes. Tanto a taxa de crescimento

de uso de insumos como o volume de resíduos gerados são relativos ao número de funcionários para garantir que tais indicadores sejam independentes do tamanho da empresa. O índice de satisfação de cliente é empregado para mapear a percepção do cliente em relação à eficiência e qualidade dos serviços prestados pelo CIT.

- **Arranjos de Governança de TIC.** Tais arranjos foram descritos anteriormente quando da apresentação da Matriz de Arranjo de Governança de TIC (Figura 9.1).

- **Mecanismos de Governança de TIC.** Como mecanismos foram definidos:

- a. **Comitês de Trabalho:**

- **Comitê de Governança de TIC** – tem por função acompanhar e avaliar periodicamente a evolução dos indicadores de desempenho e sustentabilidade em relação às metas de desempenho e sustentabilidade do negócio. Como resultado desta avaliação, as metas podem ser reajustadas, novos indicadores podem ser criados, e outros podem ser removidos. Além disso, pode-se decidir por criar novos mecanismos de governança. Tipicamente, o CIO (*Chief Information Officer*) ou pessoas com cargos semelhantes participam deste comitê, dando-lhe força política.

- **Comitê de Gestão de Projetos de TIC** – como resultado dos planos de ação gerados no Plano Estratégico contemplando as metas de desempenho e sustentabilidade, são criados vários projetos de TIC, cujo desenvolvimento é acompanhado por este comitê. Geralmente, participam deste comitê gerentes de TIC.

- **Comitê de Iniciativas de Sustentabilidade** – este comitê é responsável pelo acompanhamento e avaliação das iniciativas de sustentabilidade, verificando-se os indicadores associados e impactos gerados. Como resultado, tais iniciativas podem ser ajustadas, receber reforços tanto financeiros como de recursos humanos, ou mesmo abortadas.

- b. **Outros Modelos de Governança e Gestão de Serviços:**

Como modelos, incluem-se COBIT (*Control Objectives for Information*), ITIL (*Information Technology Infrastructure Library*) e BSC (*Balanced ScoreCard*), descritos nas próximas seções e no capítulo 3.

c. **Ferramentas de Software:**

Como ferramentas, têm-se os Sistemas de Gerenciamento de Infraestrutura e TIC, incluindo os Sistemas de Gerenciamento de Rede que foi detalhado no capítulo anterior. Além disso, utiliza-se a Intranet como ferramenta de divulgação das ações de Governança de TIC e seu impacto.

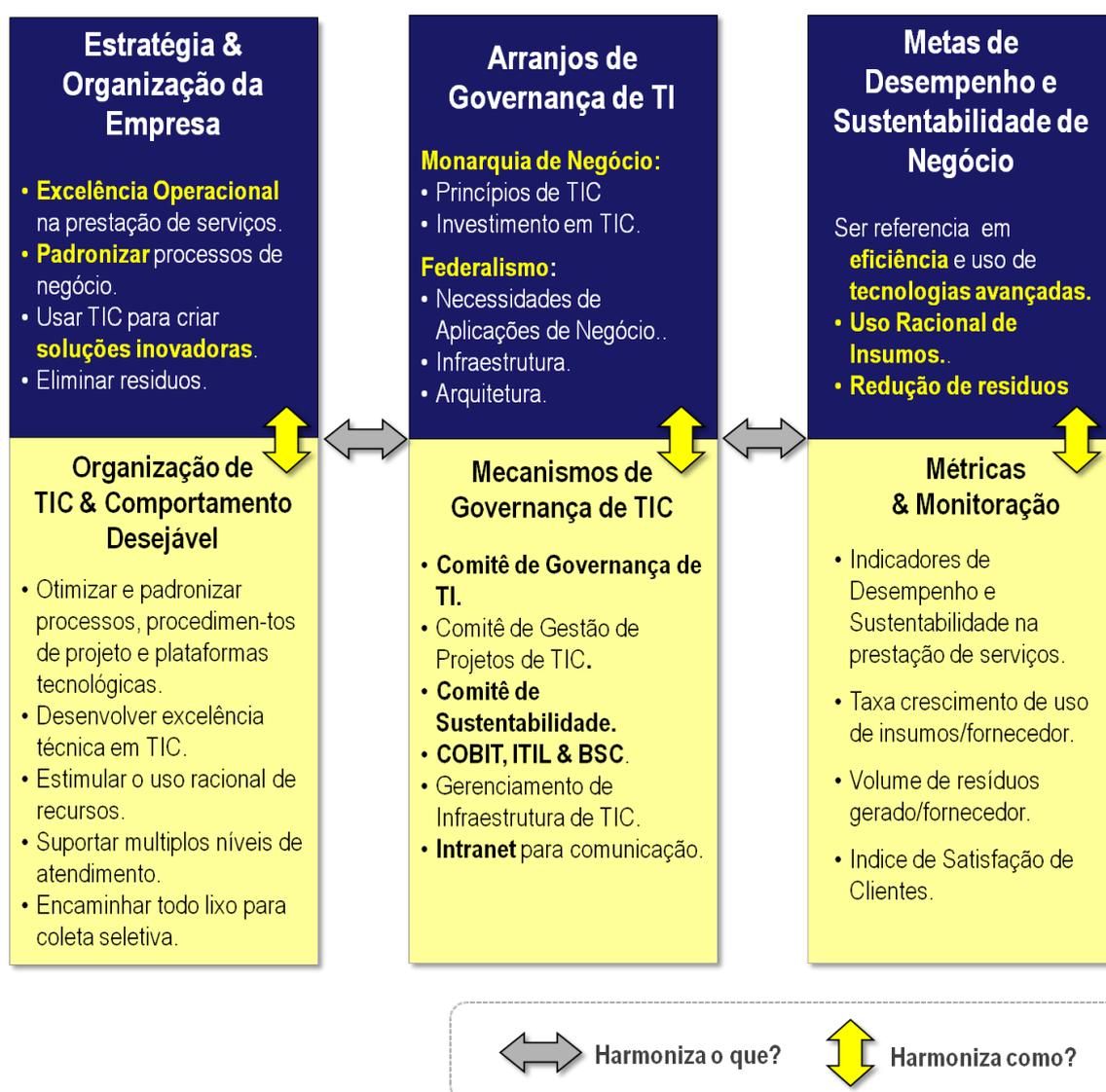


Figura 9.2 – Modelo de Governança de TIC – MIT CISR aplicada ao Estudo de Caso

9.3.3.2 *Uso do COBIT*

No capítulo 3, foi apresentada a estrutura básica do COBIT 4.1, incluindo os processos de seus quatro domínios: Planejamento e Organização (11 processos); Aquisição e Implementação (6 processos); Entrega & Suporte (13 processos) e Monitoração & Avaliação (4 processos), além dos critérios de informação e os recursos de TIC.

Para processos equivalentes aos do CIT, foram empregados indicadores de desempenho semelhantes. Além disso, foi adotada a tabela RACI (*Responsible, Accountable, Consulted and Informed*) para especificar quais pessoas eram responsáveis, cobradas, consultadas e informadas sobre os estado dos indicadores em questão (CARVALHO 2010).

No COBIT 5.0, são definidos outros domínios aos quais estão associados outros indicadores, incluindo indicadores de sustentabilidade. Tais indicadores de sustentabilidade podem ser adotados para complementar os indicadores definidos neste trabalho, assim que esta versão de COBIT atingir o estado de estável.

9.3.3.3 *Uso do ITIL*

O ITIL foi usado para a modelagem dos processos mais críticos de gestão de Serviços de TIC, incluindo a criação de uma Central de Serviços (Service Desk) e os processos de gestão de incidentes, problemas, configuração, mudanças, disponibilidade e desempenho (CARVALHO, 2010).

A partir da implementação destes processos e da Central de Serviços foi possível realizar a coleta de indicadores de desempenho. Daí detectou-se a necessidade de criar múltiplos níveis de serviços nesta central, resolvendo algumas chamadas técnicas com maior agilidade.

9.3.3.4 *Uso do BSC*

O BSC foi usado para acompanhamento da evolução e execução do Planejamento Estratégico. Contribuiu para organização e monitoração de indicadores de

desempenho dos níveis operacional, tático e estratégico. A seleção dos indicadores considerou as quatro perspectivas do BSC: 1) Financeira; 2) Cliente; 3) Processos Internos; 4) Aprendizado e Crescimento. (CARVALHO, 2010)

Os diferentes departamentos apresentaram respostas diferenciadas em relação à implementação do BSC. Pode-se dizer que o Departamento de Equipamentos de Microinformática (UNEM) foi o que mais e melhor fez uso do BSC. Um dos indicadores importantes foi o tempo médio de conserto de microcomputadores, que no início do processo era da ordem de sete dias. Por meio do acompanhamento constante deste indicador e de ações contínuas, baixou-se este tempo para 24 horas.

9.4 Sistema de Gerenciamento de Redes

Como foi dito anteriormente, o Sistema de Gerenciamento de Redes orientado a Política de Sustentabilidade é responsável pela aplicação de políticas nos níveis de Rede, Dispositivo e Instância.

Para tanto, as políticas definidas em níveis de Negócio e Sistema, que têm reflexo nas políticas de redes precisam ser traduzidas de sua especificação do nível de Sistema para o nível de Redes, e depois deste nível para o de Dispositivo e do nível de Dispositivo para o de Instância.

9.4.1 Exemplo de tradução de políticas nos níveis de Rede, Dispositivo e Instância

Este exemplo de tradução de políticas se baseia na proposta para o Sistema de Gerenciamento de Redes orientado à Política de Sustentabilidade discutida na Seção 8.3. Trata-se de um cenário prático e específico de aplicação de políticas de Sustentabilidade envolvendo vários níveis.

O gerenciador de políticas para o nível de Rede escolhido foi o Ponder, que é integrado ao sistema como discutido anteriormente na Seção 8.3. Primeiramente, é utilizada a sintaxe Ponder para traduzir a política em uma especificação de alto nível. Em seguida, são descritos os modelos em nível de dispositivo, incluindo quais funcionalidades são suportadas em cada dispositivo para aplicação das políticas. Algumas dessas

funcionalidades são descritas por meio de subconjuntos de variáveis da MIB (*Management Information Base*) que, além de variáveis relacionadas a demanda e desempenho do dispositivo, inclui variáveis relacionadas ao consumo de energia. Por fim, é mostrado como no nível de Instância, operações SNMP baseadas nessas MIBs são executadas para um dispositivo específico, refletindo a política de alto nível.

9.4.1.1 Políticas em nível de negócio e sistema

A política no nível de negócio da Seção 9.2.1, usada neste estudo de caso, é descrita como:

“Todos os processos e procedimentos relacionados a TIC devem estar alinhados com preceitos de práticas sustentáveis”.

Esta política está associada a várias metas de negócio. Para fins de exemplificação, foi selecionada a meta de **“Uso Racional de Insumos”**, que engloba aspectos de eficiência energética.

A partir desta política no nível de Negócio são geradas uma ou mais políticas de nível de Sistema.

Na Seção 9.2.2.1.4 referente à Melhoria de Eficiência Energética da Área de Tecnologia da Informação e Comunicação, identificam-se para Redes de Comunicação:

Política:

- Desativação de equipamentos de rede com ociosidade maior do que 70%, caso seja possível remanejar o tráfego e manter o nível de qualidade de serviço (QoS).

Meta:

- Manutenção de equipamentos cativos com taxa de uso superior a 30%.

9.4.1.2 Descrição da política em nível de rede

A tradução da política em nível de sistema selecionada e transcrita acima gerou as seguintes políticas no nível de rede:

- **Política 1:** *Caso um equipamento tenha ociosidade maior que 70% e o atraso da rede seja menor do que 60 milissegundos, desative este equipamento desde que sua carga possa ser transferida para outro equipamento, ou seja, desde que haja um caminho redundante.*
 - Esta política consiste na identificação de uma métrica de sub-utilização e na tentativa de otimização de recursos baseada num limite de qualidade de serviço, neste caso medido pelo atraso verificado na rede. A tentativa refere-se ao melhor aproveitamento de caminhos redundantes para manutenção da qualidade de serviço.
- **Política 2:** *Se o atraso da rede for maior do que 70 milissegundos e houver um equipamento com CPU trabalhando em modo de potência reduzida, configure este equipamento para que sua CPU trabalhe em modo de potência total.*
 - Esta política se refere à readequação dos dispositivos que foram colocados em modo de baixo consumo para serem reativados em modo de operação completa caso uma degradação da qualidade de serviço, medida pelo atraso, seja detectada.
- **Política 3:** *Se o atraso da rede for maior do que 80 milissegundos e houver um caminho redundante composto de dispositivos desativados, ative estes equipamentos.*
 - Esta política visa garantir que caminhos que foram desativados em decorrência das ações anteriores sejam reativados caso ocorra uma queda na qualidade de serviço definida pelo aumento do atraso da rede.

A Figura 9.3 mostra como a Política 1 pode ser descrita em nível de redes usando a linguagem Ponder.

```

// Exemplo - Política 1

// Bloco 1: Define o atraso máximo, a utilização mínima e o threshold
// de atuação
const
maxDelay = 100; // Atraso máximo 100 ms
lowDelay = 0.4 * maxDelay;
    mediumDelay = 0.6 * maxDelay;
highDelay = 0.8 * maxDelay;
minUtilization = 0.3; // 30% de utilização

// Bloco 2: Autoriza um agente a colocar um roteador em modo sleep
// quando é possível transferir o tráfego para outro caminho
inst auth+ /Policies/DisableRouterAuthPolicy {
subject/PolicyAgents/ServiceManagementAgent;
target r = /Routers;
action setSleepMode();
when isPossibleToTransferTrafficLoad(r);
}

// Bloco 3: Obriga um agente a colocar um roteador em modo sleep
// quando acontece um evento de baixa utilização de um roteador da
// rede
inst oblig /Policies/LowUtilizationPolicy {
subject /PolicyAgents/ServiceManagementAgent;
    on LowUtilizationEvent(minUtilization);
    dosetSleepMode();
target/Routers;
when getNetDelay()<lowDelay;
}

```

Figura 9.3 - Exemplo de política em nível de rede para descrição da Política 1

O Bloco 1 da política da Figura 9.3 define os limites permitidos para dois parâmetros de rede: o atraso máximo (100 milissegundos) e a utilização mínima dos roteadores (30%), assim como os thresholds para o atraso que indicam o momento de atuação da política. O Bloco 2 define uma política de autorização (“/Policies/DisableRouterAuth Policy”), ou seja, uma política de controle de acesso, que autoriza um agente (“/PolicyAgents/ServiceManagementAgent”) a colocar um roteador do grupo

“/Routers” em modo sleep desde que seja possível transferir o tráfego deste roteador para outro caminho.

Esta restrição, imposta pela função “isPossibleToTransferTrafficLoad(r)”, impede a desconexão do grafo da rede. O Bloco 3 define uma política de obrigação (“/Policies/LowUtilizationPolicy”), ou seja, uma política que executa determinada ação sobre um objeto quando ocorre um evento. Esta política obriga um agente (“/PolicyAgents/ServiceManagementAgent”) a colocar um roteador do grupo “/Routers/” em modo sleep quando é recebido o evento que indica baixa utilização do respectivo roteador.

A Figura 9.4 mostra como a Política 2 pode ser descrita em nível de redes usando a linguagem Ponder.

```
// Exemplo - Política 2

// Bloco 1: Define atraso máximo permitido e o threshold de atuação
const
maxDelay = 100; // Atraso máximo 100 ms
    lowDelay = 0.4 * maxDelay;
mediumDelay = 0.6 * maxDelay;
highDelay = 0.8 * maxDelay;

// Bloco 2: Autoriza um agente a configurar os roteadores para que
// suas CPUs trabalhem em potência máxima
inst auth+ /Policies/SetCPUFullPowerAuthPolicy {
subject/PolicyAgents/ServiceManagementAgent;
target t=/Routers;
action setCPUFullPower();
when t.CPUPowerMode = "ReducedPower";
}

// Bloco 3: Obriga um agente a aumentar a carga na CPU dos roteadores
// quando o atraso da rede for médio
inst oblig /Policies/MediumDelayPolicy {
subject /PolicyAgents/ServiceManagementAgent;
    onMediumDelayEvent (mediumDelay);
    dosetCPUFullPower();
}
```

```
target/Routers;
}
```

Figura 9.4 - Exemplo de política em nível de rede para descrição da Política 2

O Bloco 1 da política da Figura 9.4 define o limite máximo permitido para o atraso de rede (100 milissegundos), assim como os thresholds que indicam o momento de atuação da política. O Bloco 2 define uma política de autorização (“/Policies/SetCPU FullPowerAuthPolicy”), ou seja, uma política de controle de acesso, que autoriza um agente (“/PolicyAgents/ServiceManagementAgent”) a configurar um roteador do grupo “/Routers” para que sua CPU trabalhe em potência máxima desde que a CPU desse roteador esteja trabalhando em modo de potência reduzida. Esta restrição impede que a política seja executada em roteadores desligados ou em modo sleep. O Bloco 3 define uma política de obrigação (“/Policies/MediumDelayPolicy”), ou seja, uma política que executa determinada ação sobre um objeto quando ocorre um evento. Esta política obriga um agente (“/PolicyAgents/ServiceManagementAgent”) a aumentar a carga na CPU dos roteadores do grupo “/Routers/” quando é recebido o evento que indica atraso médio da rede.

A Figura 9.5 mostra como a Política 3 pode ser descrita em nível de redes usando a linguagem Ponder.

```
// Exemplo - Política 3
// Bloco 1: Define atraso máximo permitido e o threshold de atuação
const
maxDelay = 100; // Delay máximo 100 ms
    lowDelay = 0.4 * maxDelay;
mediumDelay = 0.6 * maxDelay;
    highDelay = 0.8 * maxDelay;

// Bloco 2: Autoriza um agente a ligar um roteador que está em estado
// idle
inst auth+ /Policies/TurnOnRouterAuthPolicy {
subject/PolicyAgents/ServiceManagementAgent;
target r = /Routers;
action turnOnRouter();
when r.CPUPowerMode = "Sleep";
}
```

```

// Bloco 3: Obriga um agente a ligar os roteadores de um determinado
// caminho alternativo quando o atraso da rede for alto
type oblig /Policies/HighDelayPolicy (target redundantPaths){
subject /PolicyAgents/ServiceManagementAgent;
    on HighDelayEvent(highDelay);
    doturnOnRouter();
}

```

Figura 9.5 - Exemplo de política em nível de rede para descrição da Política 3

O Bloco 1 da política da Figura 9.5 define o limite máximo permitido para o atraso de rede (100 milissegundos), assim como os limites que indicam o momento de atuação da política. O Bloco 2 define uma política de autorização (“/Policies/TurnOnRouter AuthPolicy”), ou seja, uma política de controle de acesso, que autoriza um agente (“/PolicyAgents/ServiceManagementAgent”) a ligar um roteador do grupo “/Routers” desde que este roteador esteja em modo sleep. O Bloco 3 define uma política de obrigação (“/Policies/HighDelayPolicy”), ou seja, uma política que executa uma determinada ação sobre um objeto quando ocorre um evento. Esta política obriga um agente (“/PolicyAgents/ServiceManagementAgent”) a ligar os roteadores do grupo “redundantPaths”, recebido como parâmetro do Sistema de Gerenciamento de Redes, quando ocorre o evento que indica atraso alto da rede.

9.4.1.3 Descrição da política em nível de dispositivo

Políticas no nível de dispositivo são representadas por meio de um modelo que descreve as funcionalidades que cada dispositivo deve prover para que haja possibilidade da aplicação da política do nível de rede. Este nível está diretamente relacionado ao tipo e fabricante do dispositivo, dado que fabricantes diferentes provêm funcionalidades diferentes. Para o nosso exemplo, consideramos um dispositivo hipotético que possui o modelo descrito na Figura 9.6 para as ações 1, 2 e 3 no nível de dispositivo.

```
// Exemplo - Política 1, 2 e 3

- Indepe de funcionalidades do Sistema Operacional;
- Suporta o protocolo SNMP;
- Suporta as MIBs: RFC1213-MIB, TN3270E-RT-MIB, POWER-MONITOR-MIB;
- Suporta os modo de potência: Sleep, Low e High.
```

Figura 9.6 - Exemplo de política em nível de dispositivo para descrição das Ações 1 a 3

Este modelo da Figura 9.6 representa a políticas no nível de dispositivo e contém as seguintes informações:

- Mapeamento de como funcionalidades não padronizadas são implementadas pelo dispositivo.
 - No nosso exemplo, é necessário mapear os seguintes modos de potência [Claise, 2010]:
 1. *Dormir (SleepMode)*: apenas a funcionalidade de acordar o dispositivo é disponibilizada, e o consumo é perto de zero, correspondendo aos níveis G1 e S3 no ACPI (*Advanced Configuration and Power Interface*).
 2. *Baixo (Low)*: indica que funcionalidades essenciais para o funcionamento estão disponíveis e que o consumo de energia é reduzido, correspondendo aos níveis G0, S0 e P4 no ACPI.
 3. *Alto (High)*: representa que todas as funcionalidades estão disponíveis e que o consumo de energia é maior do que nos outros modos, correspondendo aos níveis G0, S0 e P0 no ACPI.
- Lista de protocolos de gerenciamento de rede suportados.
 - No exemplo, o dispositivo suporta SNMP (*Simple Network Management Protocol*) e o seguinte conjunto de objetos MIB (*Management Information Base*):
 1. RFC1213-MIB – fornece dados para o cálculo de utilização da banda, como o total de octetos que entraram (*ifInOctets*) e saíram (*ifOutOctets*) do dispositivo, e a capacidade total da banda (*ifSpeed*). O uso da banda pode ser obtido pela fórmula a seguir:

$$Uso_banda = ((ifInOctets + \Delta t) - ifInOctets) / ifSpeed$$

2. TN3270E-RT-MIB – fornece dados de atraso na rede, entendido como a média total do tempo de resposta medido pelo último intervalo de coleta.
3. POWER-MONITOR-MIB [Claise, 2010] – fornece o estado de potência do dispositivo (*PowerMonitorLevel*), que varia de 1 a 12.

9.4.1.4 Descrição da política em nível de instância

Políticas no nível de instância descrevem como as funcionalidades na política de nível de dispositivo são implementadas por meio de comandos em uma linguagem específica da instância. Para o nosso caso são usados comandos `snmpget` e `snmpset` do protocolo SNMP para traduzir a política no nível de instância. O `snmpget` é utilizado para consultar informações de um dispositivo de rede, passando uma ou mais variáveis (*object identifiers, ou OIDs*) como argumento. O `snmpset` é utilizado para modificar informações no dispositivo remoto e possui a sintaxe similar ao `snmpget`, porém, com a inclusão do valor a ser ajustado. As Figuras 9.7 e 9.8 descrevem a sintaxe desses comandos.

```
snmpget [opções] [-Cf] [OID]
Opções são: versão do protocolo, endereço do dispositivo-alvo, nome
da MIB que será utilizada
-Cf : tenta corrigir erros
OID: variáveis que serão consultadas
```

Figura 9.7 - Sintaxe de comandos snmpget

```
snmpset [opções] [-Cf] [OID] [tipo] [valor]
Opções são: versão do protocolo, endereço do dispositivo-alvo, nome
da MIB que será utilizada
-Cf : tenta corrigir erros
OID: variáveis que serão consultadas
tipo: i (inteiro), t (tempo), a (endereço ip), s (string), D (ponto
flutuante), ...
```

Figura 9.8 - Sintaxe de comandos snmpset

As Figuras 9.9, 9.10 e 9.11 descrevem exemplos de como as ações 1, 2 e 3 podem ser traduzidas no nível de instância por meio de comandos SNMP.

```

// Exemplo - Política 1

//Coletando informações para calcular o uso da banda
snmpget -v 2c -c public target_ip_address -m RFC1213-MIB ifInOctets.0
snmpget -v 2c -c public target_ip_address -m RFC1213-MIB ifOutOctets.0
snmpget -v 2c -c public target_ip_address -m RFC1213-MIB ifSpeed.0
//Coletando informações do atraso da rede
snmpget -v 2c -c public target_ip_address -m TN3270E-RT-MIB
tn3270eRtDataAvgRt.0
// Configurando do estado de potência
snmpset -v 2c -c public target_ip_address -m POWER-MONITOR-MIB
PowerMonitorLevel i 4

```

Figura 9.9 - Exemplo de política em nível de instância para descrição da Política 1

```

// Exemplo - Política 2

//Coletando informações para calcular o uso da banda
snmpget -v 2c -c public target_ip_address -m RFC1213-MIB ifInOctets.0
snmpget -v 2c -c public target_ip_address -m RFC1213-MIB ifOutOctets.0
snmpget -v 2c -c public target_ip_address -m RFC1213-MIB ifSpeed.0
//Coletando informações do atraso da rede
snmpget -v 2c -c public target_ip_address -m TN3270E-RT-MIB
tn3270eRtDataAvgRt.0
// Coletando informações do estado de potência
snmpget -v 2c -c public target_ip_address -m POWER-MONITOR-MIB
PowerMonitorLevel
// Configurando do estado de potência
snmpset -v 2c -c public target_ip_address -m POWER-MONITOR-MIB
PowerMonitorLevel i 12

```

Figura 9.10 - Exemplo de política em nível de instância para descrição da Política 2

```

// Exemplo - Política 3

//Coletando informações para calcular o uso da banda
snmpget -v 2c -c public target_ip_address -m RFC1213-MIB ifInOctets.0
snmpget -v 2c -c public target_ip_address -m RFC1213-MIB ifOutOctets.0
snmpget -v 2c -c public target_ip_address -m RFC1213-MIB ifSpeed.0
//Coletando informações do atraso da rede
snmpget -v 2c -c public target_ip_address -m TN3270E-RT-MIB
tn3270eRtDataAvgRt.0
// Coletando informações do estado de potência
snmpget -v 2c -c public target_ip_address -m POWER-MONITOR-MIB
PowerMonitorLevel
// Configurando do estado de potência-c public target_ip_address -m POWER-
MONITOR-MIB
PowerMonitorLevel i 8

```

Figura 9.11 - Exemplo de política em nível de instância para descrição da Política 3

9.5 Considerações Finais

Neste capítulo, foi apresentado um estudo de caso que mostra como o **Modelo de Gestão de TIC orientada à Política de Sustentabilidade** pode ser aplicado em todos os níveis da administração e gerenciamento de TIC, que inclui os níveis estratégico, tático e operacional.

Exemplificou-se como a Governança de TIC pode ser usada para garantir a aplicação de Políticas inerentes ao negócio e sistema, e como os Sistemas de Gerenciamento de Infraestrutura de TIC, mais especificamente de Redes, podem ser usados para garantir a aplicação destas mesmas políticas no âmbito de redes, seus dispositivos e instâncias.

O exemplo selecionado relaciona-se a práticas sustentáveis voltadas para TIC (Tecnologia da Informação e Comunicação) no que concerne ao uso racional de recursos, mais especificamente de energia elétrica. Este tipo de política permeia toda a organização e estabelece regras inclusive para a configuração de equipamentos: “equipamentos de rede com baixa carga de tráfego (<30%) não precisam ficar ativos o tempo todo”. Contudo, como o mapeamento de políticas de um nível para outro não é uma relação de 1 para 1, e sim de 1 para n, o grande desafio que se coloca é como

sistematizar este processo de mapeamento de políticas e, na medida do possível, como automatizá-lo.

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresenta um Modelo de Gestão de Tecnologia da Informação e Comunicação orientada à Política de Sustentabilidade. Neste modelo, considera-se que em uma organização existem cinco níveis de política:

- **Negócio:** relacionado com o Planejamento Estratégico, onde são estabelecidas metas de desempenho e sustentabilidade do negócio.
- **Sistema:** relacionado à Governança de TIC, onde são estabelecidos os indicadores de desempenho e sustentabilidade.
- **Infraestrutura de TIC:** relacionado aos Sistemas de Gerenciamento da Infraestrutura de TIC, incluindo Serviços de Rede, DataCenter e Microinformática. No escopo deste trabalho, foi dada ênfase ao Sistema de Gerenciamento de Redes. São estabelecidas métricas referentes a redes dependentes de tecnologia.
- **Dispositivo:** inclui, no caso de redes, equipamentos como roteadores, switches (camadas 3, 4 e 7), pontos de acesso para redes sem fio, regeneradores de sinais e assim por diante. São especificadas métricas referentes à operação de dispositivos.
- **Instância:** engloba dispositivos ou partes deles como, por exemplo, interfaces de rede. São especificadas variáveis relacionadas à operação do dispositivo ou a partes do mesmo.

No contexto deste modelo, a Governança de TIC é responsável pela aplicação das Políticas dos níveis de Negócio e de Sistema, enquanto os Sistemas de Gerenciamento de TIC (redes) são responsáveis pela aplicação de Políticas dos níveis de Infraestrutura de TIC (redes), Dispositivo e Instância.

Foram especificados domínios de Políticas de Sustentabilidade para os cinco níveis. Para cada domínio do nível de sistema, foram especificados indicadores de sustentabilidade e, em alguns casos, indicadores de desempenho. Para os domínios dos níveis de rede, dispositivos e instâncias, foram especificadas métricas relacionadas à sustentabilidade, mais especificamente eficiência energética, desempenho, disponibilidade e confiabilidade.

Um dos grandes desafios encontrados foi o mapeamento de políticas do nível de negócio em políticas de outros níveis. Em cada nível, as políticas são descritas em níveis de abstração diferentes e nem sempre é possível mapear ações desses níveis de modo equivalente. No caso deste trabalho, foi descrito um exemplo de mapeamento de uma política de “uso racional de recursos” em todos os níveis, até o último referente a operações sobre variáveis de uma MIB (*Management Information Base*) de um equipamento de rede.

A partir desta visão geral, nas próximas seções serão analisados os resultados obtidos neste trabalho, relacionadas as principais contribuições, e propostos trabalhos futuros correlacionados a este.

10.1 Trabalhos Relacionados

A TIC é crucial no suporte, crescimento e sustentabilidade do negócio (GREMBERGEN; DE HAES, 2009) e vem sendo estudada como forma de habilitar a sustentabilidade, através, por exemplo, do uso de sistemas específicos (MELVILLE, 2010).

No entanto, nos últimos anos, o relacionamento entre TI e sustentabilidade tem ido além de oportunidades ambientais e de ganhos financeiros, chegando até a adoção da governança de TI para ajudar a atingir metas sustentáveis do negócio como um todo (CAPGEMINI, 2008), conforme ilustra a Figura 10.1.



Figura 10.1 - A mudança para uma TI sustentável envolve diferentes relacionamentos em diferentes ambientes (adaptado de STOLZE et al, 2011).

Existem, ainda, outros trabalhos relacionados, como o recente estudo realizado por Cintra (2011) que analisa a ligação entre sustentabilidade e as práticas de controle

gerencial das empresas. Neste caso, verifica-se que o estudo, referente a práticas gerenciais de toda a empresa, pode ser aplicado no âmbito específico de TI.

É possível vislumbrar este relacionamento também entre as melhores práticas que apoiam a governança de TI. O BSC - *Balanced Scorecard*, uma forma abrangente de medição de desempenho para planejamento e gestão da estratégia (FAVARETTO, 2001), pode ser utilizado para equilibrar objetivos de curto e longo prazos por meio de suas quatro perspectivas (financeira; cliente; processos internos; aprendizado e crescimento) e incluir metas de sustentabilidade que serão, por estratégia, apoiadas pela governança de TI (DUBEY; HEFLEY, 2011).

O COBIT 5.0, uma nova versão do modelo de mercado bastante utilizada para suportar a governança de TI, lançada em 2012, incorpora práticas ligadas à sustentabilidade, como otimização de recursos e garantia de transparência nos processos (ISACA, 2011). Esta nova versão está fortemente ligada a outras práticas de mercado, como o Val IT, um modelo para gestão do valor e investimentos de TI (ISACA, 2010).

Pesquisadores também verificaram como expandir a biblioteca ITIL (*Information Technology Infrastructure Library*), um conjunto de melhores práticas para definição de estratégia, desenho, transição, operação e melhoria contínua do serviço para apoiar iniciativas de sustentabilidade de forma abrangente dentro da empresa, estruturando os esforços de sustentabilidade em processos e políticas (DUBEY; HEFLEY, 2011).

Os mesmos pesquisadores atestam que o itSMF-USA recentemente formou um grupo denominado “Sustainable 360”, cujo o objetivo é identificar oportunidades em que o departamento de TI pode apoiar suas respectivas organizações em novas ações de sustentabilidade.

A Figura 10.2 ilustra o relacionamento entre as pesquisas acima descritas. Estas pesquisas corroboram a tendência supracitada de relacionar a governança de TI à sustentabilidade, objeto de estudo desta tese.

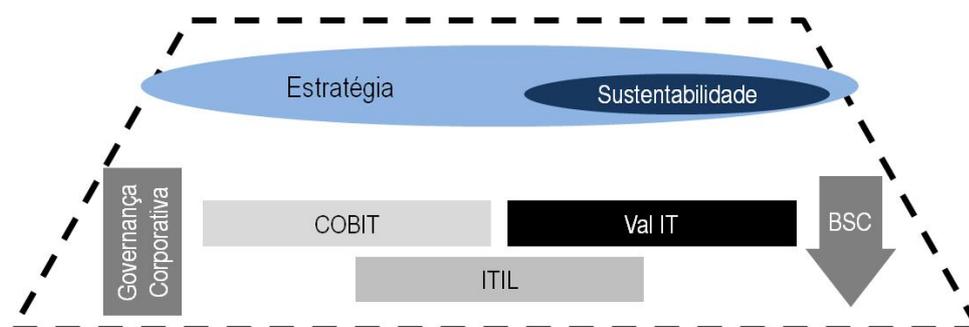


Figura 10.2 - Relacionamento entre as pesquisas acima descritas

10.2 Análise dos Resultados

Conforme discutido na seção anterior, não há dúvida sobre a tendência atual de incorporar práticas de sustentabilidade junto à TIC. Isto tem, como consequência quase imediata, o aumento da vantagem competitiva da empresa, simplesmente pela redução dos custos operacionais, ou pela possibilidade de usar a sustentabilidade como um fator de inovação, pela capacidade de atrair talentos cada vez mais sensíveis à questão de sustentabilidade, ou pela percepção de imagem passada ao seu público e cliente alvos.

A primeira questão que surge é “como orientar uma empresa a práticas sustentáveis, seja do ponto de vista econômico, social, ambiental ou cultural?”

Este trabalho apresenta um Modelo de Gestão de TIC orientada a Políticas de Sustentabilidade, estratificado em cinco níveis com políticas, metas, indicadores e métricas próprias (verticalização das ações das políticas de sustentabilidade). Ao mesmo tempo, define domínios de Políticas de Sustentabilidade aplicadas à cadeia de valor da organização, i.é, atividades de suporte e atividades primárias (horizontalização das ações das políticas de sustentabilidade). Isto mostra a abrangência do modelo proposto no sentido de alinhar toda a organização com Políticas de Sustentabilidade.

Contudo, o grande desafio que se apresenta é como coordenar todas essas políticas e ações de sustentabilidade, como orquestrá-las em prol da própria empresa e de seus participantes (stakeholders), incluindo funcionários, fornecedores, usuários, clientes e pessoas da comunidade? Dentro do contexto do modelo apresentado, o primeiro

desafio é mapear políticas de diferentes níveis em ações consistentes e coesas. Foi mostrado um estudo de caso que revelou a complexidade de se realizar este mapeamento.

A política de um nível (n) pode gerar uma ou mais políticas do nível (n-1). Uma política de nível (n-1) pode gerar, por sua vez, uma ou mais políticas de nível (n-2). Desta maneira, vão se criando árvores e sub-árvores de políticas (vide Figura 6.2). Mas como garantir que o conjunto de políticas de sub-árvore seja consistente com o de outra sub-árvore? Outra questão em aberto é garantir a equivalência e coerência no mapeamento da política de um nível em políticas do nível inferior.

O fato é que, para garantir a eficácia da aplicação das políticas dos diferentes níveis faz-se necessário existir Sistemas de Governança de TIC e Sistemas de Gerenciamento de Redes, DataCenter e microinformática eficazes. Tudo começa por aí. Em algumas empresas, tais sistemas são precários e agregam pouco valor à organização e seus gestores. Em muitos casos, trata-se de um caminho longo a ser perseguido, que deve começar com a disseminação de conhecimento e boas práticas, com o desenvolvimento de planejamento estratégico colaborativo, com o envolvimento das pessoas...

10.3 Principais Contribuições

Nesta seção, são apresentadas as principais contribuições e inovações deste trabalho e de outras atividades envolvendo TIC.

10.3.1 Contribuições da Tese

Como principais contribuições deste trabalho, estão:

- Criação de um Modelo de Gestão de Tecnologia da Informação e Comunicação que envolve desde o nível estratégico até o nível operacional de controle e monitoração de dispositivo.
- Expansão do conceito e arquitetura especificado pelo IETF para Sistemas de Gerenciamento de Redes orientado a políticas para um sistema mais complexo, envolvendo tanto *gerenciamento* como *governança* de TIC.

- Especificação de metas e indicadores de sustentabilidade para o setor de Tecnologia da Informação e Comunicação, que podem ser reaproveitados para outras indústrias.
- Definição de domínios de Políticas de Sustentabilidade para o setor de Tecnologia da Informação e Comunicação, que podem ser usados para priorizar ações de sustentabilidade e verificar sua interdependência.
- Desenvolvimento de uma arquitetura para Sistema de Gerenciamento orientado a Políticas com foco em Sustentabilidade, considerando-se aspectos de eficiência energética e ciclo de vida dos equipamentos.
- Apresentação de um caso prático em que é mostrado como a Política de Sustentabilidade definida em nível de negócio pode ser desmembrada em ações, metas, indicadores e métricas nos demais níveis que prestam serviços para o nível de negócio.
- Utilização da cadeia de valor como ferramenta para inserção de práticas sustentáveis nas atividades (de suporte e primárias) que permeiam a empresa toda.

10.3.2 Outras Contribuições

Dentro do contexto das atividades desenvolvidas em uma organização que presta serviços de TIC orientados à Política de Sustentabilidade, vale salientar três iniciativas correlatas desenvolvidas pela candidata:

- Criação do Selo Verde da USP
- Centro de Descarte e Reúso de Resíduos de Informática
- Programas de Disseminação para a Sociedade

10.3.2.1 Criação do Selo Verde USP

Em dezembro de 2008, a USP criou o conceito de “**Selo Verde**”, que é, desde então, atribuído a todos os equipamentos de microinformática adquiridos pelo sistema de compras centralizadas de TIC da USP, que sigam as características estabelecidas em “editais verdes”. Tais editais especificam como características obrigatórias que o processo de fabricação dos equipamentos eletroeletrônicos cumpra padrões de gestão ambiental como ISO 14.001 e não empregue substâncias tóxicas, como o chumbo e

cádmio, em conformidade com os padrões ROHS e EPEAT. Além disso, tais equipamentos devem apresentar menor consumo de energia, quando comparados com produtos similares, ditos “não verdes”.

O “**Selo Verde**” surgiu como iniciativa para estimular os fornecedores de microinformática a venderem produtos “eletroeletrônicos verdes”, visto que na época existiam poucos fornecedores deste tipo de produto no mercado, e não podíamos inserir este tipo de exigência nos editais como obrigatório. Com o tempo, outras instituições públicas passaram a ter o mesmo tipo de exigência, e o mercado internacional, especialmente a Europa, não importava mais produtos que não estivessem conformes aos padrões ROHS. Hoje, existem dois produtores nacionais de microcomputadores importantes que adequaram sua linha de produção de acordo com as exigências dos padrões ROHS (Europa) e EPEAT (EUA): Itautec e Positivo.



Figura 10.3–“Selo Verde” da USP

10.3.2.2 Centro de Descarte e Reúso de Resíduos de Informática

O projeto do CEDIR (Centro de Descarte e Reúso de Resíduos de Informática) iniciou-se com um plano piloto realizado no CCE (Centro de Computação Eletrônica) da USP para coleta de resíduos eletrônicos de funcionários da própria unidade, ocorrido em junho de 2008, e que foi denominado “Operação Descarte Legal”. Neste dia, foram coletadas por volta de 5,2 toneladas de peças e equipamentos obsoletos. Esta experiência permitiu-nos ter uma primeira ideia sobre o volume de lixo eletrônico existente na USP. Verificou-se, também, a dificuldade em repassar este lixo eletrônico para empresas de reciclagem, que consideraram o volume pequeno para que tais empresas pudessem ter um retorno financeiro que compensasse retirá-lo da USP. Isto porque as

empresas de reciclagem são especializadas em diferentes tipos de material, e de todo o lixo coletado, elas somente extraem aquilo que conseguem reciclar. Assim sendo, uma empresa de reciclagem em plástico só está interessada no plástico, desfazendo-se do resto do material.

Diante desta realidade, o projeto do **CEDIR** teve como objetivos definir e implantar práticas de reuso, descarte e reciclagem dos bens de informática e telecomunicações que ficam inservíveis nos campi da USP, criando-se uma cadeia de transformação desses bens, viabilizando o equilíbrio entre a geração e o processamento sustentável de lixo eletrônico e possibilitando, também, o reuso.

O **CEDIR** opera segundo as seguintes etapas (Figura 10.4):

- **Coleta e Triagem:** Nesta etapa, são realizadas a coleta dos componentes e equipamentos eletroeletrônicos da comunidade USP e do público em geral, e testes para verificar sua operacionalidade. Caso os equipamentos possam, ainda, ser úteis, são consertados e ampliados na sua capacidade de armazenamento, seja primária ou secundária e, depois, encaminhados para Projetos Sociais e ONGs credenciadas junto à USP. Caso não haja possibilidade de seu reaproveitamento, serão encaminhados para a etapa de **Categorização**.
- **Categorização:** Nesta etapa, é efetuado o pré-processamento da coleta, incluindo as atividades de: **pesagem, desmontagem, separação** de componentes (por ex., placas de circuito impresso, peças metálicas e plásticas), **descaracterização** (por ex., destruição de discos para evitar a recuperação indevida de suas informações), **compactação e acondicionamento** para facilitar seu transporte e, por último, **pesagem por tipo de material**.
- **Reciclagem:** Os componentes então separados e descaracterizados são encaminhados para indústrias de reciclagem para seu tratamento. Assim, peças metálicas e plásticas são enviadas para diferentes indústrias de reciclagem, credenciadas pela USP.

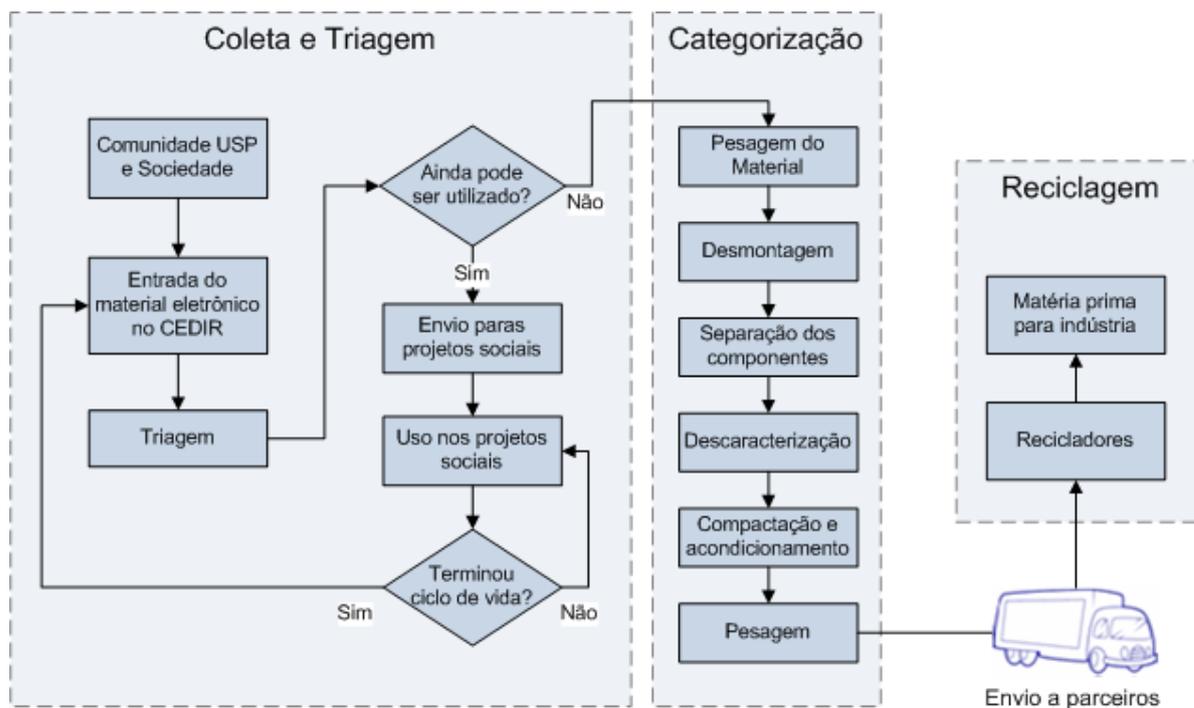


Figura 10.4 - - Etapas de Operação do CEDIR

Resultados Obtidos

O CEDIR foi inaugurado em dezembro de 2009. No início de sua operação, só eram aceitos equipamentos da comunidade USP. Em abril de 2010, foi aberto para público em geral, aceitando-se equipamentos de quaisquer pessoas físicas. Hoje, 25% do volume de equipamentos eletroeletrônicos entregues são de pessoas físicas.

Os gráficos das Figuras 10.5 e 10.6 apresentam o volume, em unidades, de itens recebidos nos anos de 2010 e 2011. Vale observar que os computadores do CEDIR não são doados para projetos sociais. No final de sua vida útil, os projetos sociais devem devolver os computadores para o CEDIR, que os substituirá por computadores mais modernos.

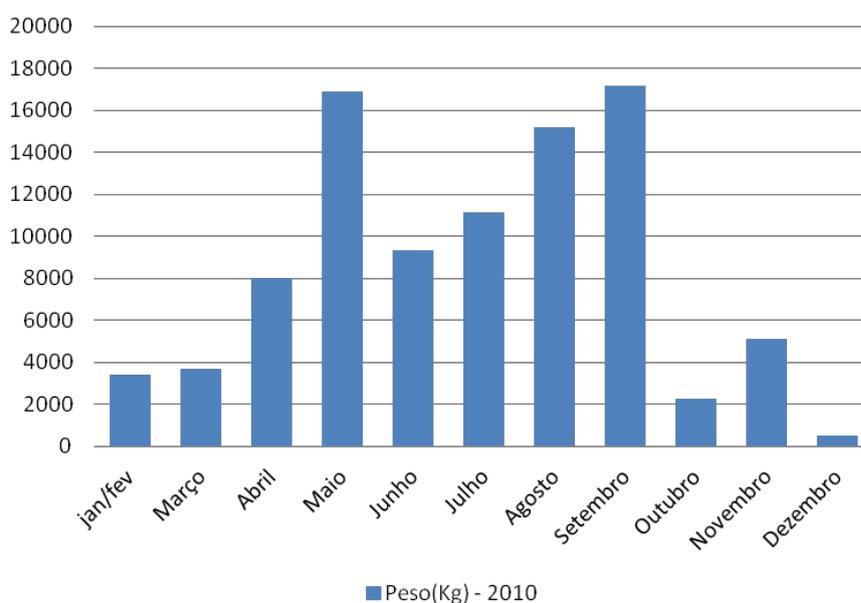


Figura 10.5- Número de Equipamentos Coletados pelo CEDIR no ano de 2010

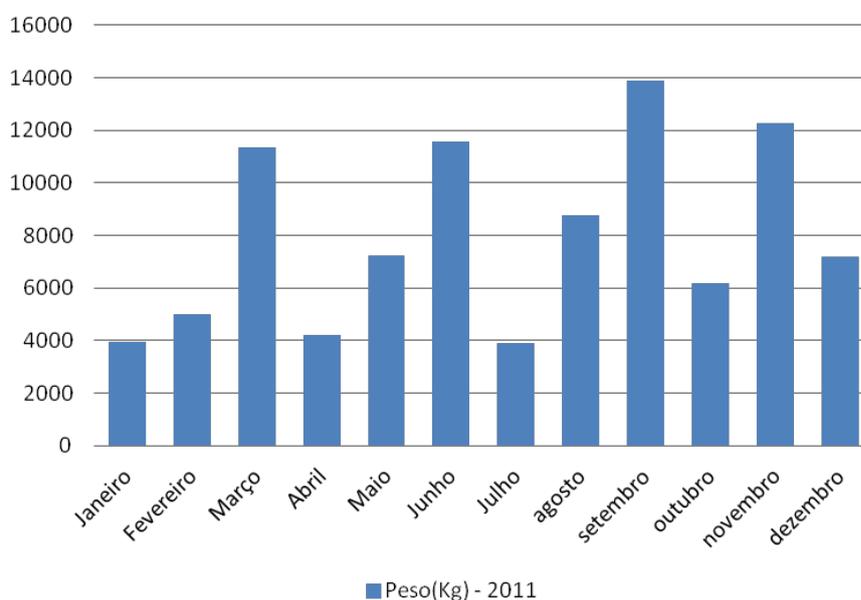


Figura 10.6 - Número de Equipamentos Coletados pelo CEDIR no ano de 2011

O projeto do **CEDIR** é uma iniciativa pioneira em termos de órgão público e de instituição de ensino superior, tendo recebido Menção Honrosa na categoria Inovação do Prêmio Mário Covas em 2008, o Prêmio na mesma categoria em 2009 e o Prêmio Iniciativa Verde pela InfoExame, em 2010.

10.3.2.3 Disseminação de Conhecimento para Sociedade

Para fins de disseminação de conhecimento em Tecnologia da Informação e Comunicação com foco em Sustentabilidade, foram desenvolvidos vários programas, incluindo:

- **Programa Eco-Eleto:** tem como objetivo treinar catadores de materiais recicláveis, vinculados a cooperativas, em microinformática e tratamento de lixo eletrônico, visando reduzir o risco de contaminação pelo manuseio incorreto de material eletroeletrônico, e fomentar o aumento de geração de renda pelo tratamento adequado desse material.

Serão ao total 18 turmas de dez a 15 alunos de cooperativas da grande São Paulo. Este projeto conta com o patrocínio do Programa Desenvolvimento & Cidadania da PETROBRAS e está sendo desenvolvido em parceria com o Instituto GEA.

- **Programa MBA USP Sustentabilidade em Tecnologia da Informação e Comunicação:** trata-se de um programa de 360 horas, organizados em três temáticas principais: Sustentabilidade, TIC e Gestão. O objetivo é formar gestores de TIC com uma visão prática sobre a aplicação de sustentabilidade na gestão de TIC, com benefícios para o negócio e para todos os participantes – funcionários, fornecedores, usuários, clientes e pessoas da comunidade, meio ambiente e sociedade em geral
- **Programa Paideia – Pró-Profissão:** trata-se de um programa 360 horas contemplando conceituação básica sobre mercado de trabalho, microinformática e tratamento de lixo eletrônico, voltado para jovens com 2º grau concluído que pertencem a comunidades de baixa renda. O programa deve contar com bolsas patrocinadas por empresas.

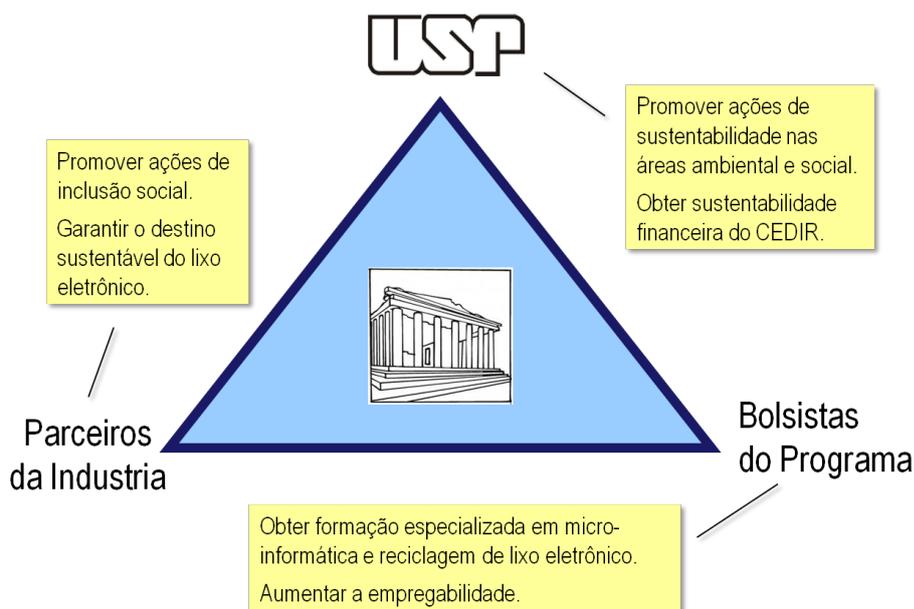


Figura 10.7 – Tripé de Sustentabilidade do Programa Paideia

10.4 Trabalhos Futuros

Este trabalho apresenta um Modelo de Gestão de TIC orientada à Sustentabilidade que traz muitos desafios. O primeiro deles é a melhor integração entre Sistemas de Governança e de Gerenciamento de TIC. As novas versões de padrões como COBIT e ITIL trazem contribuições para resolver ou amenizar este problema, mas isto implica em reestruturação dos processos operacionais para dar mais suporte aos Sistemas de Gerenciamento, bem como dos processos de negócio para dar mais suporte aos Sistemas de Governança.

Como trabalhos futuros, sugerem-se:

- Estudo e avaliação de mecanismos para garantir o alinhamento entre processos de negócio como suporte ao Sistema de Governança .
- Estudo e avaliação de mecanismos para garantir o alinhamento entre processos operacionais como suporte ao Sistemas de Gerenciamento, fazendo uso de políticas de níveis de Infraestrutura, Dispositivo e Instância.
- Estudo e avaliação de mecanismos de integração das bases de informação dos Sistemas de Governança e Integração de TIC.

11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTIN, R. M. M.; ALBERTIN, A. L. **Estratégia de governança de tecnologia da informação: estrutura e práticas**. 1ª Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010

AMARAL, M. C.; COSTA, C. H. A.; CARVALHO, T. C. M.B.; MEIROSU, C. **Evaluating reliability and availability in power aware networks**. Submetido para: IEEE/ACM IWQoS 20th International workshop on Quality of Service, Coimbra, Portugal, 2012.

AMBEC, S.; COHEN, M. A.; ELGIE, S.; LANOIE, P. **The Porter Hypothesis at 20: Can Environmental Regulation Enhance Innovation and Competitiveness?** Montreal, Canadá, jun. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 14001: Sistemas da gestão ambiental: Requisitos com orientações para uso**. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 9001: Sistema de gestão da qualidade: Requisitos**. Rio de Janeiro, 2008.

BALIGA, J.; AYRE, R.; HINTON, K.; TUCKER R. S. **Photonic Switching and the Energy Bottleneck**, International Conference Photonics in Switching 2007, São Francisco, CA, EUA, 2007.

BELL, S.; MORSE, S. **Sustainability Indicators: measuring the immeasurable?** 2nd edition. Earthscan, Londres, Reino Unido, 2010.

BOLLA, R.; BRUSCHI, R.; DAVOLI, F.; CUCCHIETTI, F. **Energy Efficiency in the Future Internet: A Survey of Existing Approaches and Trends in Energy-Aware Fixed Network Infrastructures**. Communications Surveys & Tutorials, IEEE, v. 13, n. 2, p. 223-244, 2011.

BONATTI, P.A et al. **The REVERSE view on policies**, Semantic Web Policy Workshop, 2005.

BOROS, S. **Policy-based network management with snmp**, Proceedings of EUNICE, p. 13-15. University of Twente, Holanda, set. 2000.

BOUTABA, R.; XIAO, J. **Network Management: State of the Art**. Proceedings of the IFIP 17th World Computer Congress [S.l.]: Kluwer, B.V. , 2002.

BRASIL. Lei 10.098, de 19 de dezembro de 2000. Estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Casa Civil, Presidência da República, Brasília, dez. 2000.

BRASIL. Lei 12.305 de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Casa Civil, Presidência da República, Brasília, 2010.

BRASIL. Lei 8.666, de 21 de junho de 1993. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Casa Civil, Presidência da República, Brasília, jun. 1993.

CALDER, A. **ISO/IEC 38500: The IT Governance Standard**. 1ª Edição. Reino Unido: IT Governance Publishing, 2008. 52p.

CARTLIDGE, A.; HANNA, A.; RUDD, C.; MACFARLANE, I. et al. **An Introductory Overview of ITIL V3**. The IT Service Management Forum. Reino Unido: [s.n.], 2007. Disponível em: <http://www.itsmfi.org/files/itSMF_ITILV3_Intro_Overview_0.pdf>. Acesso em dez. 2011.

CARVALHO, T. C. M. B. **TI (Tecnologia da Informação) – Tempo de Inovação: um estudo de caso de planejamento estratégico colaborativo**. São Paulo: M. Books, 2010.

CARVALHO, T. C. M. B.; CLEMENTI, S.; RIEKSTIN, A. C. **Método de Criação de Modelo de Gerenciamento de Serviços de Tecnologia da Informação**. In Proceedings of 7th CONTECSI International Conference on Information Systems and Technology Management, São Paulo, 2010.

CGIBR. **Pesquisa sobre o Uso das Tecnologias de Informação e Comunicação no Brasil: TIC Domicílios e TIC Empresas 2010**. São Paulo: Comitê Gestor de Internet no Brasil, 2011. 580 p. ISBN: 978-85-60062-41-6.

CLAISE, B.; CHANDRAMOULI, M.; PARELLO, J.; SCHOENING, B. **Power and Energy Monitoring MIB (draft-claise-energy-monitoring-mib-03)**. Internet-Draft of the Internet Engineering Task Force (IETF). Acessado em Disponível em: <<http://tools.ietf.org/html/draft-claise-energy-monitoring-mib-03#section-9>> Acesso em: 14 de fevereiro de 2011.

CLEMENTI, S. ; CARVALHO, T. **Methodology for IT Governance Assessment and Design**. IFIP International Conference on e-Commerce, e-Business and e-Government, I3E. Turku, Finlândia, 2006.

CLEMENTI, S. **O modelo GSS-COBITIL para gerenciamento de suporte de serviços de tecnologia da informação**. Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

CREIGHTON, S. H. **Greening the Ivory Tower**. MIT Press. Boston, MA, EUA, 1998.

DAMIANOU, N.; DULAY, N.; LUPU, E.; SLOMAN, M. **The ponder policy specification language**, Policies for Distributed Systems and Networks, p. 18–38, [S.l.] 2001.

DAMIANOU, N.C. **A Policy Framework for Management of Distributed Systems**, Ph.D. Thesis, Imperial College, Londres, 2002.

ECCLES, R. G.; KRZUS, Mi. P. **One Report: Integrated reporting for a sustainable strategy**. EUA: John Wiley & Sons, 2010.

EDWARDS, A. R. **The Sustainability Revolution: portrait of a paradigm shift**. Gabiola Island, Canadá: New Society Publishers, 2009.

EPEAT. **Environmental Criteria**. Disponível em: <<http://www.epeat.net/Criteria.aspx>>. Acesso em: 26 de jun. de 2010.

EPEAT. The Criteria. Acessado em 26 de Junho de 2010: <<http://www.epeat.net/Criteria.aspx>>.

EPSTEIN, M. J. **Making Sustainability Work: Best practices in managing and measuring corporate social, environmental and economic impacts**. Shelfied, Reino Unido: Greenleaf Publishing, 2008.

EUR-Lex. Directive 2002/96/EC of the European Parliament and of the Council of 27

January 2003 on waste electrical and electronic equipment (WEEE) - Joint declaration of the European Parliament, the Council and the Commission relating to Article 9.

Acessado em 26 de Junho de 2010: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32002L0096:EN:NOT>>, 2010a.

EUR-Lex.. Directive 2002/95/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment. Acessado em 26 de Junho de 2010: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32002L0095:EN:NOT>>. 2010b.

EUROPEAN PARLIAMENT. **Directive 2002/95/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment.** Comunidade Européia, 27 jan. 2003. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32002L0095:EN:NOT>>, Acesso em: 26 de jun. de 2010.

EUROPEAN PARLIAMENT. **Directive 2002/96/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on waste electrical and electronic equipment (WEEE) - Joint declaration of the European Parliament, the Council and the Commission relating to Article 9.** Comunidade Européia, 27 jan. 2003. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32002L0096:EN:NOT>>, Acesso em: 26 de jun. de 2010.

FERNANDES, A. A.; ABREU, V. F. **Implantando a Governança de TI – da Estratégia à Gestão dos Processos e Serviços.** 2ª Edição. BRASPORT, Rio de Janeiro, 2008.

GLOBAL E-SUSTAINIBILITY INITIATIVE. **Evaluating the carbon-reducing impacts of ICT: An assessment methodology.** Boston, EUA, set. 2010. Disponível em: <<http://www.gesi.org/ReportsPublications/AssessmentMethodology.aspx>> Acesso em: dez. 2011.

GLOBAL REPORT INITIATIVES. **Sustainability Reporting Guidelines.** 2011. Disponível em: <<https://www.globalreporting.org/resourcelibrary/G3.1-Guidelines-Incl-Technical-Protocol.pdf>> Acesso em: jan. 2012.

GONZALEZ, T. **Dashboard Design: Key Performance Indicators and Metrics Choosing the right data to display**. BrightPoint Consulting, 2009. Disponível em: <<http://www.brightpointinc.com/>>. Acesso em: out. 2011.

GREMBERGEN, W. V. **Strategies for Information Technology Governance**, IDEA group, Hershey, PA, EUA, 2003.

GREMBERGEN, W. V. **The balanced scorecard and IT governance**. Information Systems Control Journal, v. 2, p. 40-43, 2000.

GREMBERGEN, W. V.; DE HAES, S. **Implementing Information Technology Governance: Models, Practices and Cases**. 1ª Edição. IGI Publishing, Hershey, PA, EUA, 2008.

GREMBERGEN, W. V.; GULDENTOPS, E. **Structures, processes and relational mechanisms for IT governance**. IDEA group, Reino Unido, 2004.

GULDENTOPS, E. **Governing Information Technology through COBIT**. In: Strategies for Information Technology Governance. IDEA group, EUA, 2004.

HAX, A. C.; WILDE; D. L. **The Delta Project: discovering new sources of profitability in a networked economy**. New York, NY, EUA: Palgrave, 2001.

HAX, A. C; MAJLUF, N. S. **The strategy concept and process: a pragmatic approach**. 2nd edition. Upper Saddle River, NJ, EUA: Prentice-Hall, 1996.

HUBBARD, D.G. **How to Measure Anything: finding the value of intangibles in Business**. 2nd. Edition. New Jersey, EUA: John Wiley & Sons, 2010.

HUMPHREY, J.; SCHMITZ, H. **Governance in Global Value Chains**. Institute of Development Studies. Reino Unido, 12 ago. 2001. Disponível em: <<http://www.ids.ac.uk/go/idspublication/governance-in-global-value-chains>>. Acesso em: jan. 2012.

INFORMATION TECHNOLOGY GOVERNANCE INSTITUTE; OFFICE OF GOVERNMENT COMMERCE. **Aligning COBIT 4.1, ITIL V3 and ISO/IEC 27002 for Business Benefits**. 2008. 131p. Disponível em: <<http://www.isaca.org/Knowledge-Center/Research/Documents/Aligning-COBIT,ITILV3,ISO27002-Bus-Benefit-12Nov08->

Research.pdf>. Acesso em: jan. 2012.

INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION. **M.3400: TMN management functions**. [S.l.]: fev. 2000. Disponível em: <<http://www.itu.int/rec/T-REC-M.3400/en>>. Acesso em: dez. 2011.

INTERNET2. **The Network Development and Deployment Initiative: Expanding the Breadth and Reach of Internet2 Network Services Through the Development of the Open Science, Scholarship, and Services Exchange**. Disponível em: <<http://www.internet2.edu/network/ose/docs/Open%20Science%20Exchange%20Whitepaper.pdf>>. Acesso em: jan. 2012.

ISACA. **COBIT 4.1 - Framework Control Objectives Management Guidelines Maturity Models**. Rolling Meadows, IL, EUA: IT Governance Institute, 2007. Disponível em: <<http://www.isaca.org/>>. Acesso em: out. 2011.

ISACA. **COBIT 5.0 - COBIT 5: The Framework Exposure Draft**. Rolling Meadows, IL, EUA, 2011. Disponível em: <<http://www.isaca.org/Knowledge-Center/Research/Documents/COBIT5-Framework-ED-27June2011.pdf>> Acesso em: fev. 2012.

IT GOVERNANCE INSTITUTE. **EnterpriseValue: Governance of IT Investments, The Val IT Framework**. Rolling Meadows, EUA: [s.n.], 2006. Disponível em: <<http://www.isaca.org/Knowledge-Center/Research/Documents/VALIT-framework.pdf>>. Acesso em: jan. 2012.

K. RAZA; M. TURNER. **CCIE Professional Development Large-Scale IP Network Solutions**. Indiana, EUA: Cisco Press, nov. 1999.

KALLÁS, D. **Balanced Scorecard: aplicação e impactos. Um estudo com jogos de empresa**. 2003. 217p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo -SP, Brasil, 2003.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. **A Estratégia em Ação: Balanced Scorecard**. 21a. Edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 1997.

KUMBAKARA, N. **Managed IT services: the role of IT standards**. Information

Management & Computer Security, v. 16, n. 4, p.336-59, 2008.

KUROSE, J. F. and ROSS, K. W. **Redes de Computadores e a Internet: uma abordagem top-down**. 3ed, São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2006.

KUROSE, J. F. and ROSS, K. W..Redes de Computadores e a Internet: uma abordagem top-down. 3ed, São Paulo:Pearson Addison Wesley, 2006.

LOPES, M. DA M.; JUNIOR, J. R. DE A. **The application of WBEM standard in database management systems administration tasks**. Proceedings of the 4th WSEAS International Conference on Applied Mathematics and Computer Science. Anais. Rio de Janeiro, Brazil: World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS), 2005

LYMBEROPOULOS, L. A. **An Adaptive Policy Based Framework for Network Management**, Tese de Doutorado, Imperial College London, 2004.

MAHADEVAN P, SHARMA P, BANERJEE S, RANGANATHAN P, **A Power Benchmarking Framework for Network Devices**, Proceedings of the 8th International IFIP-TC 6 Networking Conference, May 11-15, 2009, Aachen, Germany.

MAHADEVAN P, SHARMA P, BANERJEE S, RANGANATHAN P. **A Power Benchmarking Framework for Network Devices**. Proceedings of the 8th International IFIP-TC 6 Networking Conference. Aachen, Alemanha, maio 2009.

MARGOLIS, T.; BROWN, S.; CORNISH, T.; BRACHO, H. et al. **Tri-continental premiere of 4K feature movie via network streaming at FILE 2009**. Future Generation Computer Systems, v. 27, n. 7, p. 924-934: Elsevier, 2011.

MEIRELLES, F. S. **Pesquisa Anual de Administração de Recursos de Informática**. 20^a ed. FGV-EAESP-CIA, São Paulo – SP, Brasil, 2009. Disponível em: <<http://www.eaesp.fgvsp.br/subportais/interna/relacionad/gvciapesq2009.pdf>>. Acesso em: jan. 2012

MORAES, G. H. S. M. **Indicadores do Uso de TI Como Suporte à Governança de TI: Estudo de caso em educação**. Dissertação de Mestrado. Fundação Getulio Vargas - Escola de Administração de Empresas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2010.

NEILSON, D.T. **Photonics for Switching and Routing**. IEEE Journal of Selected Topics

in Quantum Electronics (JSTQE), vol.12, no.4, pp.669-678, 2006.

PARK, C.-K.; KANG, J.-M.; CHOI, M.-J.; HONG, J. W.-K. et al. **Development and testing of an SNMP-based integrated management system for heterogeneous power line communication networks**. Int. J. Netw. Manag., v. 20, n. 1, p. 35–55, jan. 2010.

PETERSON, R. **Crafting Information Technology Governance**. EDPACS – EDP Audit, Control and Security Newsletter, Auerbach, UK, Dezembro 2004.

PETERSON, R. **Integration Strategies and Tactics for Information Technology**. In: Strategies for Information Technology GovernancSite Naturae, IDEA, Reino Unido, 2004a.

PONIATOWSKI, M. **Foundation of Green IT: consolidation, virtualization, efficiency and ROI in the Data Center**. Boston, MA, EUA: Pearson Education, 2010.

PORTER, M. E. **Competitive Strategy**, New York: Free Press, 1980.

PORTER, M. E. **On Competition. Updated and expanded edition**. Cambridge, EUA: Harvard Business Review, 2008.

PORTER, M. E. **The Competitive Advantage of Nations**. New York, NY – EUA. The Free Press, 1998.

PORTER, M. E. **The Competitive Advantage**, 1985.

PORTER, M. E. **Vantagem Competitiva: criando e sustentando desempenho superior**. Rio de Janeiro, RJ – Brasil, Editora Campus, 1985.

PRAS, A.; DREVERS, T.; MEENT, R. VAN DE; QUARTEL, D. **Comparing the performance of SNMP and Web services-based management**. Network and Service Management, IEEE Transactions on, v. 1, n. 2, p. 72-82, 2004.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Guia PMBOK: um guia do conjunto de conhecimentos em gerenciamento de projetos**. Pensilvania, EUA: Project Management Institute, 2004.

RANA, A. I.; FOGHLÚ, M. Ó. **New Role of Policy-based management in Home Area Networks: concepts, constraints and challenges**. In: 3rd International Conference

on New Technologies, Mobility and Security (NTMS), Egito, 2009.

RAO, T. S. S. S. **Network management solution for the next generation networks**. Proceedings of the 2007 annual Conference on International Conference on Computer Engineering and Applications. Stevens Point, Wisconsin, USA: World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS), 2007

REIS, L. B.; CUNHA, E. C. N. **Energia Elétrica e Sustentabilidade: aspectos tecnológicos, socioambientais e legais**. Coleção Ambiental. São Paulo, 2006.

RIEKSTIN, A. C. ; CLEMENTI, S. ; CARVALHO, T. C. M. B. **Gerenciamento de Serviços de TI Alinhado ao Papel Estratégico de TI na Organização**. In: 6th International Meeting of the Iberoamerican Academy of Management, Buenos Aires, Argentina, 2009.

RIEKSTIN, A. C. **Modelo de Governança de Tecnologia do Escritório ao Chão de Fábrica**. Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

RIEKSTIN, A. C.; CARVALHO, T. C. M. B. . **Modelo de governança de tecnologia da informação do escritório ao chão de fábrica: Um Estudo de Caso -Proposta de Comunicação**. In: 8th CONTECSI International Conference on Information Systems and Technology Management. São Paulo, 2011.

RIEKSTIN, A. C.; CARVALHO, T. C. M. B. . **Modelo de governança de tecnologia da informação do escritório ao chão de fábrica**. In: 7th International Meeting of the Iberoamerican Academy of Management. Lima, Peru, 2011.

RNP. **Redes Híbridas**. Setembro, 2011. Disponível em:
<<http://www.rnp.br/pd/redeshibridas/>>. Acesso em: jan. 2012.

SAPERIA, J. **IETF Wrangles over Policy Definition**, Network Computing, IETF Policy Framework Working Group, 2002. Disponível em:
<<http://www.networkcomputing.com/1302/1302f1.html>>. Acesso em: jan. 2012.

SCHMITZ, H. (ED.). **Local Enterprises In The Global Economy: Issues Of Governance And Upgrading**. [S.l.]: Edward Elgar Pub, 2004.

SCHUTZ, G. **The Green and Virtual Data Center**. Boca Raton, FL, EUA: CRC Press,

2009.

SEIFFERT, M. E. B. **ISO 14001 Sistemas de Gestão Ambiental: implantação objetiva e economica**. 4a. edição. São Paulo: Atlas, 2011.

SENGER, P. M. **The Fifth Revolution: the art and practice of the learning organization**. Revised edition. EUA: Doubleday, 2006.

SENGER, P. M.; SMITH, B.; KRUSCHWITZ, N.; LAUR, J.; SCHLEY, S. **The Necessary Revolution: how individuals and organizations are working together to create a sustainable world**. EUA: Doubleday, 2008.

SOARES, H. F.; REINHARD, N. **Importação de tecnologia gerencial para gestão do fornecimento de serviços de TI: um estudo sobre a aplicabilidade do modelo eSourcing Capability Model ao contexto institucional brasileiro**. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

STALLINGS, W. **SNMP, SNMPv2, SNMPv3, and RMON 1 and 2**. 3. ed. [S.l.]: Addison-Wesley Professional, 1999.

STRASSNER, J. C. **Policy Based Network Management: solutions for the next generation**. Elsevier, EUA, 2004.

TANENBAUM, A. S. **Redes de computadores**. 4a ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

TANENBAUM, Andrew S. **Redes de computadores**. 4a ed. Rio de Janeiro, Campus, 1997.

TELECOMMUNICATIONS INDUSTRY ASSOCIATION. **ANSI/TIA-942: Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers**. Estados Unidos da América, 2010.

THE CLIMATE GROUP. **SMART 2020: Enabling the Low Carbon Economy in the Information Age**. Global e-Sustainability Initiative, New York, EUA, 2008. Disponível em: <http://www.theclimategroup.org/_assets/files/Smart2020Report.pdf>. Acesso em: jan. 2012.

THE OPEN GROUP. **The Open Group Architectural Framework (TOGAF) Version 9**.

Reino Unido: [s.n.], 2009. Disponível em:

<<http://pubs.opengroup.org/architecture/togaf9-doc/arch/>>. Acesso em: dez. 2011.

TREACY, M.; WIERSEMA, F. **The Discipline of Market Leaders: Choose Your Customers, Narrow Your Focus, Dominate Your Market**. Expanded ed. [S.l.]: Basic Books, 1997.

TUCKER, R. S. **Optical Packet-switched WDM Networks - a Cost and Energy Perspective**. Optical Fiber Communication Conference (OFC 2008), San Diego, CA, EUA, mar. 2008.

UNITED NATIONS GENERAL ASSEMBLY. **Our Common Future**. Transmitted to the General Assembly as an Annex to document A/42/427 - Development and International Co operation: Environment. Report of the World Commission on Environment and Development, mar. 1987. Disponível em: <<http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>>. Acesso em: dez. 2011.

USP. **USP em números**. São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www5.usp.br/usp-em-numeros/>>. Acesso em: fev. de 2012.

VAN SANTE, T; ERMERS, J. **TOGAF™ 9 and ITIL® V3 - Two Frameworks Whitepaper**. 2009. Disponível em: <http://www.best-management-practice.com/gempdf/White_Paper_TOGAF_9_ITIL_V3_Sept09.pdf>. Acesso em: Dezembro 2011.

VARGAS, R. **Manual prático do plano de projeto: utilizando o PMBoK Guide**. 3ª edição. Brasport. Rio de Janeiro – RJ, Brasil, 2007.

VECCHIA, R. **O Meio Ambiente e as Energias Renováveis: instrumentos de liderança visionária para sociedade sustentável**. Manole. Barueri – SP, Brasil, 2010.

VERMA, D. **Policy-Based Networking: Architecture and Algorithms**. 1. ed. [S.l.]: Sams, 2000.

W3C. SWRL: A Semantic Web Rule Language Combining OWL and RuleML, W3C Member Submission 21 May 2004.

WEILL, P.; ROSS, J. W. **Governança de TI (Tecnologia da Informação): como as empresas com melhor desempenho adminstram os direitos decisórios de TI na**

busca por resultados superiores. São Paulo: MBooks, 2006.

WERBACH, A. **Strategy for Sustainability: A Business Manifesto.** Cambridge, MA, EUA: Harvard Business Press, 2009.

ZAGUIR, N. A.; MARTINS, M. R. **Revisão crítica do OPM3: um estudo de redundâncias.** In XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). Fortaleza, CE, Brasil, 2006.