

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS

**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS, AMBIENTAIS E DE
TECNOLOGIAS**

RAFAEL RODRIGO MARTINATI

**FRAMEWORKS DE GOVERNANÇA DE TIC APLICADOS
EM SLA DE VOIP SOBRE WLAN**

**CAMPINAS
2009**

RAFAEL RODRIGO MARTINATI

**FRAMEWORKS DE GOVERNANÇA DE TIC APLICADOS
EM SLA DE VoIP SOBRE WLAN**

Dissertação apresentada como exigência para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Elétrica na área de concentração de Gestão de Redes e Serviços, da Pontifícia Universidade Católica de Campinas.

Orientador: Prof. Dr. David Bianchini

**PUC - CAMPINAS
2009**

<IMPRIMIR NO VERSO DA PÁGINA ANTERIOR>

Ficha Catalográfica
Elaborada pelo Sistema de Bibliotecas e
Informação - SBI - PUC-Campinas

t621.3845 Martinati, Rafael Rodrigo.
M383f Frameworks de governança de TIC aplicados em SLA de VoIP sobre
WLAN / Rafael Rodrigo Martinati. - Campinas: PUC-Campinas, 2009.
103p.

Orientador: David Bianchini.
Dissertação (mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de
Campinas, Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias,
Pós-Graduação em Engenharia Elétrica.
Inclui bibliografia.

1. Sistemas de comunicação sem fio. 2. Sistemas de
telecomunicações. 3. Redes de informação sem fio. 4. Organização
Internacional de Normalização. I. Bianchini, David. II. Pontifícia
Universidade Católica de Campinas. Centro de Ciências Exatas,
Ambientais e de Tecnologias. Pós-Graduação em Engenharia Elétrica.
III. Título.

20.ed.CDD - t621.3845

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS

GRÃO-CHANCELER

Dom Bruno Gamberini

MAGNÍFICO REITOR

Prof. Pe. Wilson Denadai

VICE-REITORA

Profa. Dra. Ângela de Mendonça Engelbrecht

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

Profa. Dra. Vera Engler Cury

**DIRETOR DO CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS, AMBIENTAIS E DE
TECNOLOGIAS**

Prof. Dr. Orandi Mina Falsarella

**COORDENADOR DO PROGRAMA DE
PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM ENGENHARIA ELÉTRICA
CURSO DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO DE REDES DE
TELECOMUNICAÇÕES**

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: GESTÃO DE REDES E SERVIÇOS

Prof. Dr. Marcelo Luís Francisco Abbade

**Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias
Programa de Pós-Graduação**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. David Bianchini
Orientador da Dissertação e Presidente da Comissão Examinadora
Pontifícia Universidade Católica de Campinas

Profa. Dra. Norma Reggiani
Pontifícia Universidade Católica de Campinas

Prof. Dr. Fernando Oscar Runstein
Centro Universitário Salesiano de São Paulo

Campinas, 29 de maio de 2009.

Aos meus pais Flávio e Maria Helena , a quem devo a capacidade de sonhar, o exemplo de superação e a certeza de que só a educação emancipa o homem.

À minha esposa Adriana, pelo amor incondicional que a fez me apoiar e suportar minha ausência, durante momentos tão difíceis, para que este sonho pudesse ser realizado.

À minha filha Isabela, por ter dado um novo sentido à minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, a quem tudo devo.

Ao Prof. Dr. David Bianchini, pela honrosa atenção e dedicação na orientação deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Marcelo Luís Francisco Abbade, coordenador do curso, pela ajuda técnica.

À Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUCC), especificamente ao laboratório de sistema de rádio da Faculdade de Engenharia Elétrica, que propiciou condições para assegurar a confiabilidade do experimento.

À todos os professores do Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, pelos conhecimentos adquiridos e trocas de experiência.

Ao Sr. Renato Sona Gonçalves, pelo incentivo na execução deste trabalho.

Ao Grupo Schincariol, pelo apoio financeiro e à Fundação CPqD pelo apoio na execução e finalização deste trabalho

“Sê humilde para evitar o orgulho, mas voa alto para alcançar a
sabedoria”

Santo Agostinho

(354 – 430 DC)

RESUMO

MARTINATI, Rafael Rodrigo. *Frameworks de governança de TIC aplicados em SLA de VoIP sobre WLAN*. Campinas, 2009, 102f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Redes de Telecomunicações) - Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias. Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Campinas, 2009.

Este trabalho discorre sobre acordos de nível de serviços, ou *Service Level Agreements* (SLA) para serviços *Voice over Internet Protocol* (VoIP) sobre redes *Wireless Local Area Network* (WLAN). Foram considerados como fundamentos os *frameworks Control Objectives for Information and related Technologies* (CobiT), *Information Technology Infrastructure Library* (ITIL) e as normas ISO/IEC 38.500 e ISO/IEC 20.000-1 e constatou-se que a qualidade de fala percebida deve ser um requisito de um SLA para VoIP. Foram analisados os modelos de avaliação de qualidade de fala *Mean Opinion Score* (MOS), *Perceptual Evaluation of Speech Quality* (PESQ) e Modelo E, publicados pela *International Telecommunications Union* (ITU) onde foi identificada a hipótese de que o Modelo E esteja em conformidade com os *frameworks* de governança de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), por fornecer um indicador, o fator R, que pode ser considerado como um indicador de SLA. Para comprovação desta hipótese, foram analisados dados, obtidos em uma emulação de um ambiente real de redes WLAN para medição da variação do fator R, utilizando-se de dispositivos codificadores (CODEC) e cenários diferentes. Constatou-se que o fator R apresentou a mesma tendência de qualidade de fala nos diferentes dispositivos CODEC. Foram então comparadas as variações de *jitter* e taxa de perda de pacotes nos mesmos cenários e codificadores para analisar se a variação destas métricas possui relacionamento com as medidas do fator R. Identificou-se então que o fator R apresenta características que permitem que ele seja inserido em um SLA de um serviço VoIP, viabilizando assim a requisitos de governança e gestão de serviços de TIC.

Palavras-chave: CobiT, ITIL, ISO 20.000, ISO 38.500, SLA, VoIP, WLAN.

ABSTRACT

MARTINATI, Rafael Rodrigo. ICT governance frameworks applied on SLA for VoIP over WLAN. Campinas, 2009, 102f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Redes de Telecomunicações) - Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias. Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Campinas, 2008.

The objective of this paper is to analyze the development of Service Level Agreement to Voice over Internet Protocol over WIFI services in compliance with COBIT, ITIL and ISO / IEC 20.000-1:20005 and ISO 38.500 frameworks, specially using perceived quality of speech as a SLA requirement . The models MOS, PESQ and E MODEL published by the ITU for evaluation of quality of speech analyzed was identified the hypothesis that the E MODEL provide compliance with the frameworks of ICT governance. It was emulated a Voice over Internet Protocol over WIFI scenario and measured is the variation of the R FACTOR, in different encoders and compared with the changes in jitter and rate of loss packets. We can conclude that E model has characteristics that make it able to be inserted into a Service Level Agreements for Voice over Internet Protocol over WIFI service.

Keywords: CobiT, ITIL, ISO 20.000, ISO 38.500 SLA, VoIP, WLAN

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Fluxo básico de dados de voz em um sistema VoIP.....	21
Figura 2.	Padrões de redes sem fio.....	23
Figura 3.	Modelo de Governança Corporativa.....	27
Figura 4.	Modelo de Governança de TIC.....	31
Figura 5.	Áreas de Governança de TI.....	32
Figura 6.	Abordagem entre governança corporativa para TI e governança de TI.....	33
Figura 7.	Cubo COBIT.....	36
Figura 8.	Estrutura de domínios e processos do Cobit 4.1.....	38
Figura 9.	Tipos de QoS e seus respectivos indicadores.....	43
Figura 10.	Estratégia de Implementação do Gerenciamento de Serviços de TI....	45
Figura 11.	Processos de Gestão de Serviços de TIC.....	47
Figura 12.	Estrutura ITIL V2.....	50
Figura 13.	Ciclo de vida de serviços de TIC.....	51
Figura 14.	Processos ITIL V3.....	53
Figura 15.	SLA Multi-níveis.....	56
Figura 16.	Relação fator R e MOS.....	63
Figura 17.	Método de elaboração de SLA apoiado nos <i>frameworks</i> de governança e gestão de serviços.....	67
Figura 18.	Método de elaboração SLA aplicado ao serviço de VoIP.....	70
Figura 19.	Bloco de controle.....	83
Figura 20.	Cenários de Teste.....	84

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1.	Fator R por CODEC.....	87
Gráfico 2.	Distribuição do fator R por cenários.....	88
Gráfico 3.	<i>Jitter</i> por CODEC.....	90
Gráfico 4.	<i>Jitter</i> por cenários.....	91
Gráfico 5.	Perda de pacotes por CODEC.....	92
Gráfico 6.	Perdas de pacotes por cenários.....	93

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Escala de qualidade de fala segundo o modelo MOS.....	59
Tabela 2.	Critérios de Governança Corporativa para TIC.....	71
Tabela 3.	Objetivos de controle DS1 – CobiIT 4.1.....	72
Tabela 4.	Requisitos de Conformidade Gestão de Nível de Serviços – ISO / IEC 20.001.....	74
Tabela 5.	Atividades do processo de Gerenciamento de Níveis de Serviço ITIL.....	75
Tabela 6.	Correlacionamento de <i>frameworks</i>	81
Tabela 7.	Fator R dos CODEC nos Cenários de teste.....	85
Tabela 8.	Resumo de <i>jitter</i> em ms.....	89

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AI	= Aquisição e implementação
ATM	= <i>Asynchronous Transfer Mode</i>
BSI	= <i>British Standard Institute</i>
CobiT	= <i>Control Objectives for Information and related Technologies</i>
CODEC	= codificador/decodificador digital do sinal de voz analógico
DS	= Desenvolvimento e Suporte
IEC	= <i>International Electrotechnical Commission</i>
IEEE	= <i>Institute of Electrical and Eletronical Engineers</i>
IP	= <i>Internet Protocol</i>
ITGI	= <i>IT Governance Institute</i>
ITIL	= <i>Information Technology Infrastructure Library</i>
ITSMF	= <i>IT Service Management Forum (ITSMF)</i>
ITU	= <i>International Telecommunication Union</i>
MAC	= <i>Medium Access Control</i>
ME	= <i>Monitoração e avaliação.</i>
MOS	= <i>Mean Opinion Score</i>
OECD	= Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento
PESQ	= <i>Perceptual Evaluation of Speech Quality</i>
PO	= Planejamento e organização
PUCC	= Pontifícia Universidade Católica de Campinas
QoS	= <i>Quality of Services</i>
RTP	= <i>Real Time Protocol</i>
SAAS	= <i>Software as a Service</i>
SLA	= <i>Service Level Agreements</i>
SLM	= <i>Service Level Management</i>
SOA	= <i>Service Oriented Architecture</i>
TCP	= <i>Transfer Control Protocol</i>
TIC	= Tecnologia da Informação e Comunicação

UDP	= <i>User Datagram Protocol</i>
VoIP	= <i>Voice over Internet Protocol</i>
WIFI	= <i>Wireless Fidelity</i>
WLAN	= <i>Wireless Local Area Network</i>
WMAN	= <i>Wireless Metropolitan Area Networks</i>
WPAN	= <i>Wireless Personal Area Networks</i>
WRAN	= <i>Wireless Regional Areas Networks</i>
WSN	= <i>Wireless Sensor Networks</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	OFERTA DE SERVIÇOS VOIP SOBRE WLAN.....	20
3	GOVERNANÇA DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO.....	26
	3.1 Objetivos de controle para informações e tecnologias relacionadas (CobIT).....	34
4	QUALIDADE DE SERVIÇOS DE TIC.....	40
	4.1 Gerenciamento de Serviços de TIC.....	43
5	AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DE FALA.....	57
	5.1 <i>Mean Opinion Score – MOS</i>	57
	5.2 <i>Perceptual Evaluation of Speech Quality (PESQ)</i>	58
	5.3 Modelo E (<i>Convsersational Quality of 3.1 KHZ handset telephony</i>)...	60
6	METODOLOGIA APLICADA.....	63
	6.1 Critérios para o modelo de elaboração de SLA.....	67
	6.2 Ambiente de emulação.....	80
7	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	82
8	CONCLUSÃO.....	92
9	REFERÊNCIAS.....	94

1 INTRODUÇÃO

Ao final desta primeira década do século XXI recrudescer no cenário empresarial a preocupação com a qualidade de serviços de Tecnologia da Informação e Comunicações (TIC) e a necessidade de demarcá-la corretamente nos contratos firmados entre clientes e fornecedores. Dentro deste contexto, o foco deste trabalho se volta para o estudo da definição de acordos de nível de serviços, ou *Service Level Agreements* (SLA) para serviços de *Voice over Internet Protocol* (VoIP). Apoiou-se no *framework Control Objectives for Information and related Technologies* (CobiT) para obtenção dos conceitos de governança de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) e no modelo de referência *Information Technology Infrastructure Library* (ITIL) para conceituação da gestão de serviços de TIC fim-a-fim. Tais *frameworks* são considerados mundialmente como padrões *de facto* para governança e gestão de TIC. Além disso, foram consultadas as normas ISO/IEC 38.500 e ISO/IEC 20.000 para embasar os conceitos de governança corporativa para TIC e gerenciamento de serviços de TIC que serão utilizados neste trabalho. É importante notar que o conceito de governança, de um modo geral, de acordo com o *The Institute of Internal Auditors* (2009), refere-se à combinação de processos e estruturas implementadas pelo conselho de administração para informar, dirigir, gerenciar e controlar as atividades da organização, para a realização dos seus objetivos.

Este trabalho parte de estudos anteriores sobre o uso da tecnologia *Voice over Internet Protocol* (VoIP) em redes locais sem fio, ou *Wireless Local Area Network* (WLAN), especificamente a padronizada pelo *Institute of Electrical and Eletronical Engineers* (IEEE) sobre a sigla 802.11 e comercialmente conhecida como WiFi. Fundamenta-se também em estudos sobre qualidade de serviços, ou *Quality of Services* (QoS) em VoIP focados em qualidade percebida de fala.

Em março de 2009, a empresa Google anunciou em seu sítio na

Internet a pretensão de lançar uma aplicação chamada Google Voice com as funcionalidades de prover um número de telefone único para uso pessoal, trabalho e celular, transcrição de mensagens de voz, oferecimento de caixa postal de voz acessível pela Internet, além dos envios de correios de voz por e-mail. Tais funcionalidades são inovadoras para os serviços de voz e sua convergência com as comunicações via Internet. A Google não apresentou detalhes técnicos do serviço em questão, apenas suas funcionalidades fim-a-fim.

As empresas interessadas em adotar os serviços Google Voice deveriam:

- “Estabelecer políticas de governança quando os usuários utilizarem-se do Google Voice para fins de negócio;
- Elaborar pilotos, mas esperar pela portabilidade numérica e a oferta comercial deste serviço com SLA definidos antes da adoção em larga escala;
- Estabelecer um *road map* para implementar serviços similares aos usuários” (GARTNER, 2009, p.3).

O Gartner Group (2009) em recente publicação sobre o anúncio da aplicação Google Voice, estima que, com a abordagem fim-a-fim do serviço e sem os impactos de investimentos em novas tecnologias, os principais fatores para adoção do serviço estarão relacionados ao preço e a entrega do serviço, além da resposta dos competidores dos mercados de portais corporativos, como Yahoo e AOL, e de rivais como Microsoft e Cisco, com o oferecimento de serviços similares. A mesma publicação afirma que a estabilidade deste serviço pode fomentar o uso de serviços de VoIP por pequenas e médias organizações para fins de negócios.

Baseado no anúncio do Google Voice, e de seu impacto sobre a oferta de serviços de voz sobre a infraestrutura da Internet e das necessidades de políticas e controles necessários, entende-se que exista a probabilidade da expansão de serviços similares de VoIP como solução de mercado, utilizando-se da infraestrutura atual de redes IP, sejam elas cabeadas ou sem fio.

Devido à heterogeneidade de equipamentos e protocolos inerentes as redes = *Internet Protocol* (IP) surge, então, a necessidade de que o serviço de voz sobre IP seja avaliado de modo fim-a-fim. Entretanto, a análise de critérios técnicos também deve ser considerada, para que o desempenho tecnológico da solução de voz sobre o protocolo IP possa ser controlado.

A elaboração e a definição de SLA comerciais para o serviço, baseado em políticas de governança de TIC claramente definidas e em processos de gerenciamento de serviços de TIC e gerenciamento técnico de serviços de voz sobre IP, respaldados em modelos de referência internacionais, podem oferecer apoio para a adoção dos serviços VoIP em todos os segmentos de mercados.

O objetivo principal deste trabalho é identificar um método de elaboração de SLA para serviços VoIP fim-a-fim, aderente aos *frameworks* de governança e gestão de serviços de TIC, que inclua a avaliação de qualidade de fala percebida como um requisito do SLA.

Para aderência ao conceito de análise fim-a-fim, buscou-se identificar um requisito do serviço que fosse mandatório para a satisfação do usuário. Como no serviço de voz a interação com a audição e a fala humana é fundamental, identificou-se que a qualidade de fala percebida é um item primordial para serviços VOIP e deve ser analisada como fator de qualidade de serviços.

Diante deste objetivo, é levantada a seguinte questão: É possível elaborar um SLA para um serviço de VoIP sobre WLAN, respaldado pelos *frameworks* de governança e gestão de serviços de TIC, que inclua a avaliação de qualidade de fala percebida proveniente de diferentes codificadores, sendo esta qualidade medida por um modelo internacionalmente reconhecido?

Para responder a esta questão, foram analisados individualmente cada um dos *frameworks* base deste trabalho e nesta análise, detalhada à frente no capítulo dedicado à metodologia, foi identificada a contribuição de cada um para a definição de um SLA.

Consolidou-se então esta análise em uma relação de requisitos para aderência de um SLA aos *frameworks* CobiT 4.1, ITIL v3 e às normas ISO/IEC

38.500 e ISO/IEC 20.000.

Buscou-se na *International Telecommunications Union* (ITU) modelos de avaliação de qualidade de fala percebida que fossem objetos de estudos da comunidade acadêmica. Foram analisados os modelos *Mean Opinion Score* (MOS), *Perceptual Evaluation of Speech Quality* (PESQ) e o Modelo E, onde este último apresentou características que levantaram a hipótese que se pudesse responder à questão levantada sobre a inserção e medição de qualidade de fala percebida em um SLA, em diferentes codificadores (CODEC).

Foram analisados dados do fator R obtidos em uma emulação de um ambiente real com diferentes cenários e dispositivos CODEC. Buscou-se verificar se as medidas do fator R apresentadas pelos diferentes CODEC poderiam ser consideradas como um indicador de SLA, em uma abordagem fim-a-fim. Foi também analisada a influência no fator R dos fatores técnicos inerentes ao serviço de voz, como *jitter* e perda de pacotes.

É importante salientar que não são objetivos deste trabalho definir qual é o melhor codificador para cada cenário, nem tratar da melhoria do serviço VOIP, mas sim verificar se o método proposto é capaz de medir a qualidade percebida em diferentes dispositivos CODEC e oferecer critérios técnicos para a gestão do serviço.

Esta dissertação está estruturada da seguinte forma. Inicia-se com um capítulo de Introdução onde o trabalho realizado e seus objetivos são abordados de forma clara. O segundo capítulo, intitulado “Oferta de Serviço VoIP sobre WLAN” apresenta uma fundamentação teórica sobre os conceitos de serviços VoIP e de redes WLAN baseadas no padrão IEEE 802.11. Em seqüência, o capítulo denominado “Governança de Tecnologia da Informação e Comunicações” apresenta os conceitos da governança corporativa para TIC e de governança de TIC, as quais fornecem as informações básicas sobre a norma ISO/IEC 38.500 e sobre o CobiT. No quarto capítulo, é abordada a “Qualidade de Serviços de TIC”, onde são apresentados os conceitos de serviço, de qualidade de serviço, as informações sobre a norma ISO/IEC 20.000 e sobre o ITIL, e são apresentados os conceitos sobre SLA de serviços de TIC que alicerçam este

trabalho. No quinto capítulo, “Avaliação de Qualidade de Fala” são apresentados os modelos de avaliação de qualidade de fala MOS, PESQ e Modelo E. O capítulo seis, Metodologia Aplicada, define o método de elaboração de um SLA que considera o Modelo E como método de avaliação de qualidade de fala. No capítulo sete, “Apresentação dos Resultados”, expõem-se e se desenvolvem as análises sobre os dados obtidos, de forma que no capítulo oito seja concluída a dissertação.

2 OFERTA DE SERVIÇOS VOIP SOBRE WLAN

A tecnologia VoIP representa um novo paradigma sobre os serviços de comunicação de voz uma vez que permite que estes serviços sejam providos sobre a infraestrutura de rede baseadas no *Internet Protocol* (IP), um dos protocolos pilares da Internet.

A comunicação de voz sobre redes de dados possui diversas implementações comerciais, construídas sobre estruturas de comunicação de dados baseadas em tecnologias como *Asynchronous Transfer Mode* (ATM) e *Frame Relay*, embora estas tecnologias fossem restritas às redes corporativas e a *backbones* dos provedores de serviços de telecomunicações. Com a popularização da Internet em banda larga, o alcance das redes estruturadas sobre a pilha de protocolos (TCP/IP) *Transfer Control Protocol / Internet Protocol* chegou tanto ao público residencial quanto a pequenas e médias empresas, criando um cenário onde, para estes últimos, o uso de serviços VoIP tornou-se uma opção para os gestores de TIC. Isto porque a tecnologia pode representar redução de custos de telecomunicação e permitir a oferta de serviços sobre terminais convergentes móveis ou fixos, pois se utiliza da infraestrutura existente da rede de telecomunicações.

Os serviços de VoIP necessitam de um sistema de software, por meio do qual sejam implementados protocolos e funcionalidades requeridas para o estabelecimento da comunicação de voz utilizando-se de redes IP. Estes sistemas de *software* são conhecidos como *soft-phone* e tem como principal objetivo a transformação de voz em sinais digitais. De acordo com Colcher (2005), o processo de conversão é composto por 03 etapas: a amostragem, a quantização e a codificação.

A figura 1 apresenta o fluxo básico dos dados de voz em um sistema VoIP. É possível notar que a interface humana está em ambas as pontas do fluxo. Neste ponto, nota-se a importância da percepção de qualidade de fala percebida

pelo usuário que, de acordo com a Figura 1, utiliza seu terminal de acesso para iniciar o processo de comunicação por voz sobre IP. Na primeira etapa da comunicação VoIP, os sinais analógicos de fala são transformados em sinais digitais. Estes sinais digitais são comprimidos pelo dispositivo CODEC, onde são eliminadas informações redundantes e o silêncio da fala, para redução do consumo de banda. Após a digitalização do sinal, é utilizado o *Real Time Protocol* (RTP), um protocolo desenvolvido para aplicações de tempo real que possibilita a entrega de dados de voz fim-a-fim. Uma das tarefas do RTP é acrescentar informações, marcas de tempo e números de seqüência a cada pacote de áudio enviado. Estas pequenas frações do todo são encapsuladas em um fluxo UDP/IP – *User datagram protocol/ internet protocol* - e transmitidas a um destino único ou a vários destinos. (TANENBAUM, 2003).

O fluxo de dados UDP/IP é transmitido pela rede IP, incluindo ou não a Internet, e uma vez que os pacotes cheguem a seu destino, o processo é revertido, sendo então os sinais digitais transformados em sinais analógicos e entregues ao usuário ouvinte da ligação.

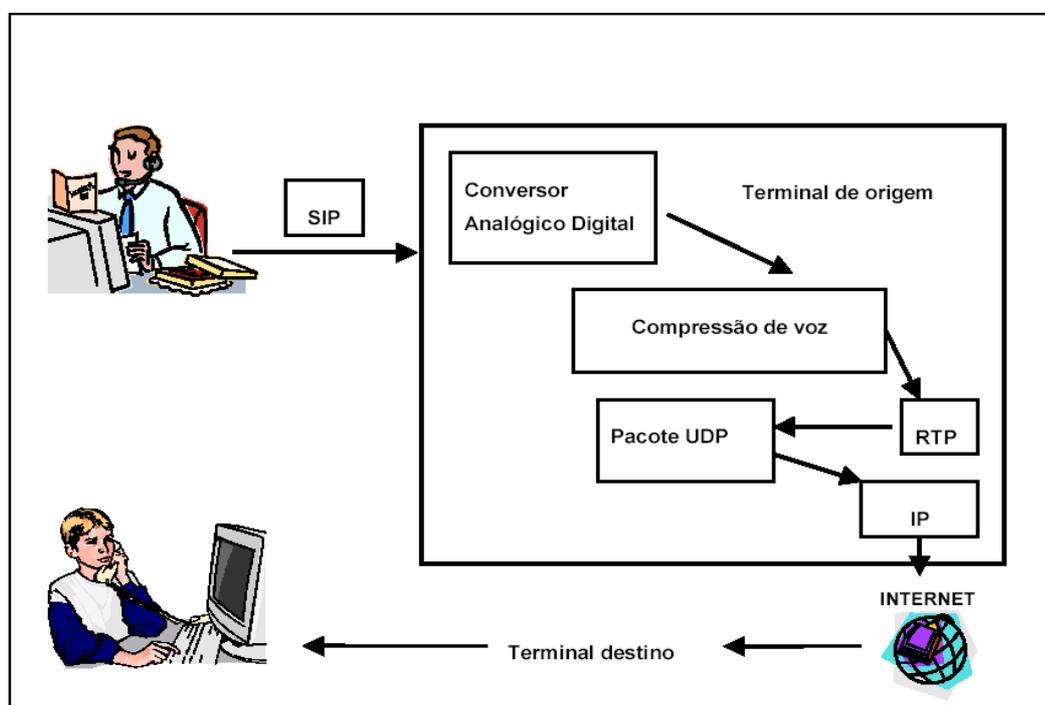


Figura 1. Fluxo básico de dados de voz em um sistema VoIP

Fonte: BENCHIMOL; OLIVEIRA; MOREIRA (2005).

Os serviços de comunicação de voz sobre o protocolo IP podem ser implementados não só através dos protocolos VoIP estabelecidos por padrões internacionais, como também por meio de protocolos proprietários desenvolvidos para otimizar o uso das redes IP (Internet) e que não têm por objetivo atender os requisitos de plataforma aberta da tecnologia VoIP padronizada.

Observa-se, na prática, que os serviços de voz, quando apoiados em redes de comunicação de dados, se mostram sensíveis aos atrasos que ocorrem, pois estes influenciam na qualidade da fala em curso. No caso de uso da infraestrutura de Internet atual, que é baseada em redes de pacotes (datagramas IP), os atrasos percebidos na voz estão relacionados ao atraso de pacotes.

O protocolo TCP não é adequado para a transmissão de voz em tempo real porque utiliza um mecanismo de recuperação dos dados perdidos baseado em retransmissão. Este mecanismo, embora torne o protocolo TCP muito confiável, compromete o resultado final devido ao tempo total para compor a informação a ser entregue às camadas de aplicação. Já o protocolo *User Datagram Protocol* (UDP) não tem este mecanismo e fornece um serviço sem orientação à conexão, tendo assim a característica de não ser confiável.

Os dispositivos codificadores/decodificadores, conhecidos pela sigla CODEC são os elementos responsáveis pela conversão analógico/digital da voz, para que esta seja transportada pelas camadas da rede e pela reversão deste processo, transformando em sinais analógicos os sinais digitais, da maneira mais fiel possível.

As redes sem fio IEEE 802.11, que também são conhecidas como redes WiFi, contração de *Wireless Fidelity* e promovida pela *WiFi Alliance*, entidade sem fins lucrativos, é uma das novidades tecnológicas que atingiram grande alcance comercial a partir de meados da década de 2000. Como prova desse alcance de mercado pode-se citar o crescente número de *Hot Spots* públicos ou particulares que são pontos de acesso a Internet banda-larga sem fio, por meio da tecnologia WIFI. Os *Hot Spots* estão presentes nos centros urbanos e principalmente em locais públicos de lazer e de serviços, como aeroportos, rodoviárias, *shopping centers*, praças de alimentação e inúmeros outros tipos de

estabelecimentos. Deve-se acrescentar a esta popularização o fato de que a grande maioria dos novos computadores portáteis já saem de fábrica equipados com interfaces WiFi.

Na Figura 2, é possível observar a estrutura de padrões, conceituações e implementações de redes sem fio padronizadas pelo IEEE sob a sigla de 802.n.

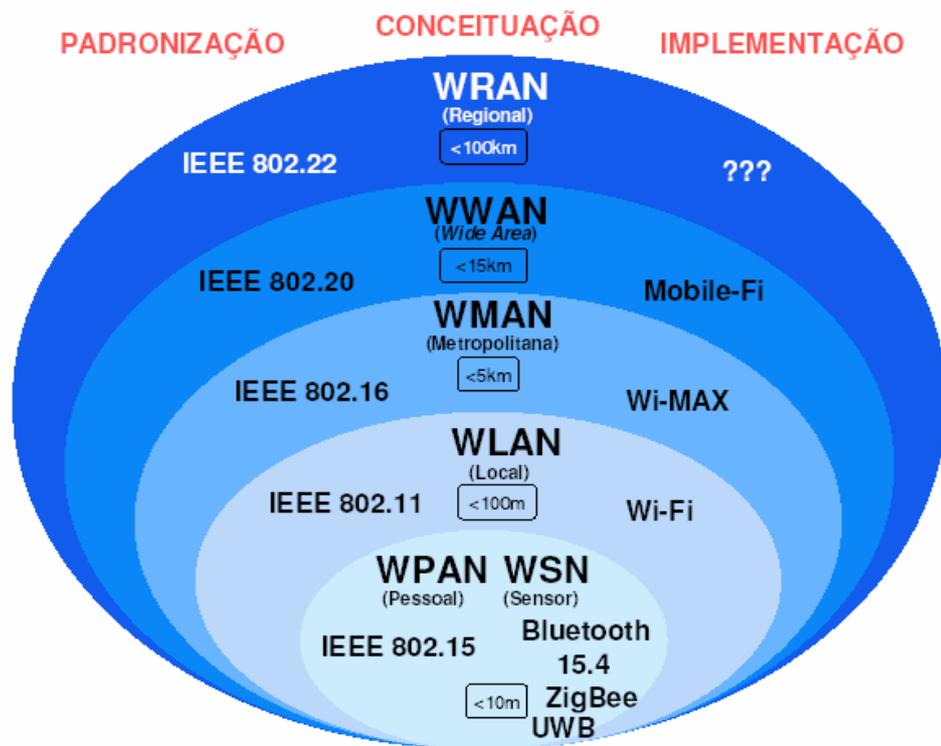


Figura 2. Padrões de redes sem fio

Fonte: IEEE, 1999, p.15

A figura 2 apresenta uma série de tecnologias de redes e a relação entre estas tecnologia e o alcance de transmissão.

Para transmissão de dados até 10 metros estão agrupadas as tecnologias sobre as siglas de *Wireless Personal Area Networks* (WPAN) e *Wireless Sensor Networks* (WSN), conceituadas nos padrões 802.15 e 802.15.4, respectivamente. As redes sem fio com alcance de até 100 metros são caracterizadas como *Wireless Local Áreas Networks* (WLAN), onde se situa o

padrão 802.11. As redes *Wireless Metropolitan Areas Networks* (WMAN) possuem alcance de até 5.000 metros e nesta categoria que se encontra o padrão 802.16, com implementações comerciais com o nome de WiMAX. As redes sem fio *Wireless Wide Area Networks* (WWAN) tem alcance nominal de aproximadamente 15.000 metros, enquanto as redes sem fio *Wireless Regional Areas Networks* (WRAN) possibilitam a transmissão do sinal em uma distância de até 100.000 metros.

Dentro do quadro apresentado na figura 2, este trabalho está concentrado em WLAN, mais precisamente utilizando o padrão 802.11g, foi aprovado em Junho de 2003, para atuação na faixa de frequência de 2.4 GHz, atingindo até 54 Mbps e sendo compatível com o padrão 802.11b.

As redes IEEE 802.11 podem operar em dois modos: o modo *ad hoc* e o modo estruturado. A característica principal do modo *ad hoc* é a ausência de gerenciamento centralizado, em que dispositivos móveis podem compor livremente redes de dados, conectando-se uns aos outros. O modo estruturado caracteriza-se pela presença de um ponto central, também conhecido como ponto de acesso.

A subcamada de controle de acesso ao meio, *Medium Access Control* (MAC) é comum para todos os padrões 802.11, e é responsável por gerenciar dados transferidos de funções de alto nível para o meio físico. Existe a possibilidade de se fazer verificação (*polling*) no momento em que alguma estação necessita transmitir dados. Seu mecanismo básico consiste na transmissão de um quadro (de 10 a 100 vezes por segundo) com dados do sistema, fornecendo garantia de qualidade e de largura de banda (O'HARA, 2006).

A combinação das tecnologias VoIP e WLAN pode produzir uma alternativa de comunicações móveis com baixo custo, uma vez que estes serviços podem ser executados sobre a rede IP existente. Tanto a academia quanto a indústria envidaram esforços no aprimoramento de dispositivos para oferta desta solução e atualmente existem roteadores WLAN com extensões específicas para suportar o serviço de VoIP.

Baseando-se nas informações sobre os serviços de voz sobre IP e nas redes WLAN, em uma abordagem objetiva e técnica, a qualidade do serviço será dependente basicamente dos algoritmos codificadores de voz (CODEC), do controle de envio e recebimento dos pacotes de dados inseridos no programa de *soft-phone* e da conexão de rede utilizada. As taxas de variação de atraso (*jitter*) e de perdas de pacotes são métricas que podem ser utilizadas para medir a qualidade técnica do serviço de VoIP sobre WLAN.

É neste cenário tecnológico que serão estudadas a governança e o gerenciamento de serviços de TIC, para propor um modelo de elaboração de SLA que respalde a qualidade de fala percebida. Isto de forma independente dos dispositivos de codificação/decodificação (CODEC) utilizados no serviço. Tais características de imparcialidade do CODEC permitirão que o modelo de SLA seja viável para um maior número de serviços.

Uma vez apresentada a perspectiva tecnológica deste trabalho, faz-se mister apresentar os conceitos de governança de TIC e seu desdobramento para o gerenciamento de serviços de TIC.

3 GOVERNANÇA DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÕES

Devido à dependência crítica dos sistemas de TIC, compostos por infraestrutura, aplicações e informações, as organizações têm apresentado uma maior atenção ao alinhamento estratégico, à transparência e à conformidade do uso de TIC. Para consolidar estes pontos de atenção, é necessário que sejam estabelecidos parâmetros para avaliação e *benchmarking*¹ e para atender a esta necessidade surgem os *frameworks* de melhores práticas, “O foco na adoção de melhores práticas de governança deve-se ao alto nível de conformidade externa ao qual organizações estão sujeitas” (TURNER, 2008, p.6). Surge a necessidade de estender a governança corporativa para a TIC para assegurar que suas estratégias sustentem e cubram as estratégias e objetivos da organização.

A Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento (1999), mais conhecido como *OECD (Principles for Corporate Governance)*, define governança corporativa como: “*Providing the structure for determining organizational objectives and monitoring performance to ensure that objectives are attained*”. Ou seja, o provimento de uma estrutura para determinar os objetivos organizacionais e a monitoração do desempenho para assegurar que estes objetivos sejam alcançados. Já para Turnbull (1997, p.181): “A governança corporativa identifica todos os fatores que afetam os processos institucionais, incluindo aqueles para escolha de controladores e reguladores envolvidos na organização da produção e venda de bens e serviços”.

Partindo-se destes conceitos, compreende-se que a governança corporativa identifica e monitora todos os fatores que podem influenciar no processo decisório, a fim de estabelecer o cumprimento dos objetivos de negócio.

¹ “*Benchmarking*” é a busca das melhores práticas que conduzem ao desempenho superior.

A governança de TIC incorpora-se à governança corporativa, conforme ilustram as áreas escuras da Figura 3, onde é apresentado o seu papel na operação corporativa, tanto nos níveis operacionais, como os níveis táticos e estratégicos. Entretanto, IT Governance Institute (ITGI) define: “A governança de TIC é parte da estratégia de governança corporativa e deve ser efetiva, transparente e responsável” (ITGI, 2005, p.17).

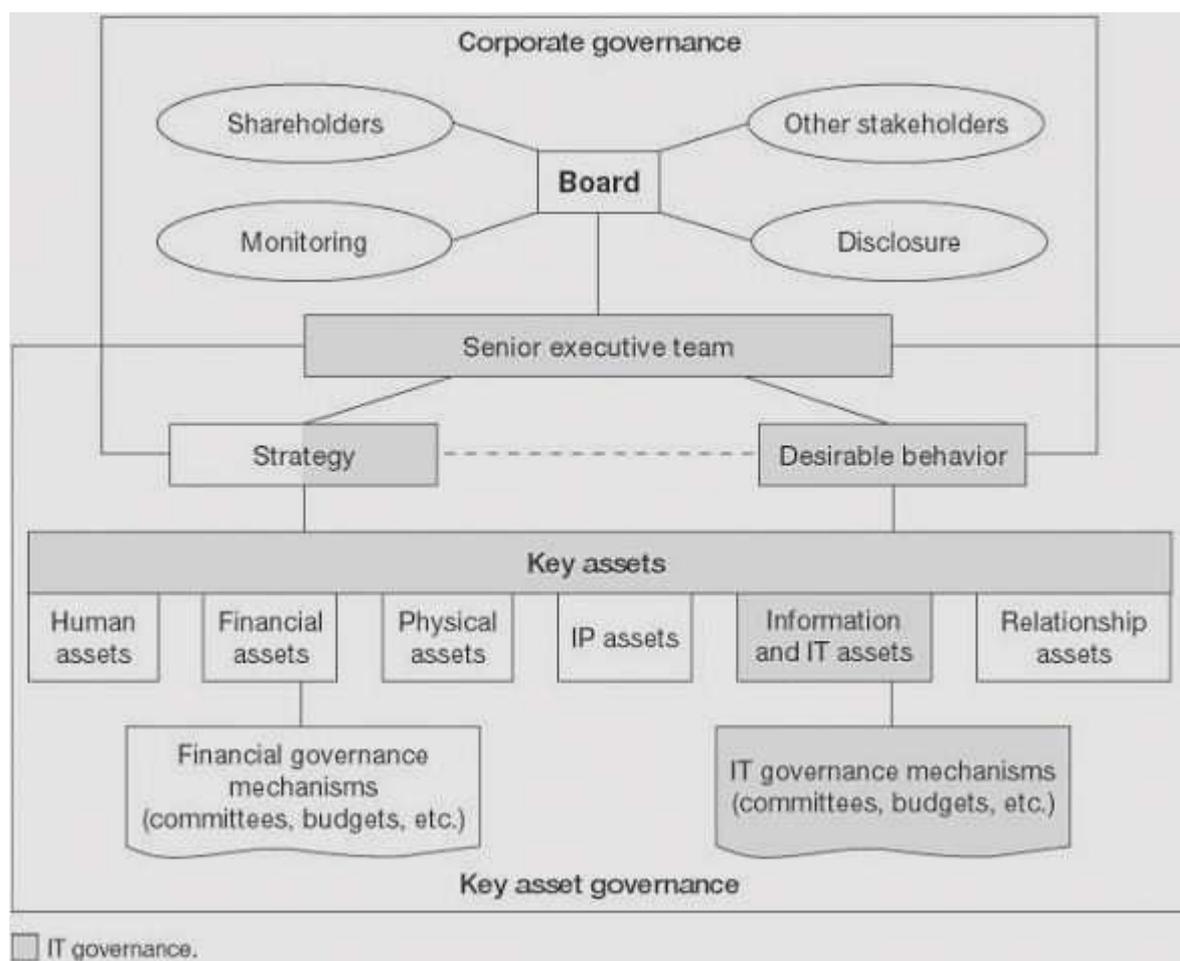


Figura 3. Modelo de Governança Corporativa

Fonte: ITGI, 2005, p.17.

Observa-se que a governança de TIC é responsável por definir a estratégia para alinhamento de TIC aos negócios e também o desempenho

desejado para as soluções de TIC. Deve-se, ainda, assegurar que os principais ativos de TIC estejam alinhados à estratégia da organização .

O *IT Governance Institute* (ITGI, 2005) estabelece os principais objetivos da governança de TIC:

- Promover o alinhamento estratégico entre TIC e negócio;
- Permitir que o uso de TIC apóie o negócio e amplie a agregação de valor;
- Assegurar a utilização adequada dos recursos de TIC, e
- Avaliar e gerenciar os riscos associados à TIC.

A governança de TIC também visa assegurar que o melhor uso de TIC seja alcançado e que seus riscos sejam entendidos e gerenciados em alinhamento com os objetivos da organização. Além disso: “A governança de TIC é de responsabilidade da alta gestão e deve controlar a estratégia, o impacto e o valor de TIC agregado aos negócios” (WEILL; ROSS, 2006, p.3). Dentro dessa mesma linha, a governança de TIC é uma responsabilidade dos executivos e do conselho administrativo da organização e consiste em processos, estruturas e liderança organizacionais que garantam que a tecnologia da informação sustente e estenda as estratégias e objetivos da organização (ITGI, 2005).

Desse modo, a governança de TIC visa a segurança, a confiabilidade e a conformidade no cumprimento dos objetivos da governança corporativa (LAINHART, 2000). Também traz excelência operacional, congruência no alinhamento entre a governança de TI e negócios, além da redução de custos (HARDY, 2006).

Em razão da complexidade do contexto de TIC, algumas vezes a alta direção das organizações pode colocar restrições aos investimentos em TIC por duvidarem de seus reais benefícios para o desempenho de seus negócios. Segundo Hilmer (1993, p.33) “a seleção de todos os investimentos de uma organização e de seus riscos inerentes faz parte do domínio da governança corporativa”. Nota-se então que a decisão sobre investimentos deve ser estruturada para atender aos requisitos da governança corporativa para TIC.

Entretanto, considera-se que a ausência de investimentos em TIC pode ser o fator chave para o fracasso de um empreendimento em mercados cada vez mais competitivos (FAGUNDES, 2003). Desta forma, torna-se um desafio demonstrar o valor de um serviço de TIC e os riscos associados aos negócios. É neste contexto que a governança de TIC se torna fundamental para a governança corporativa. A governança de TIC ajuda assegurar que TIC apóie os objetivos de negócio, maximizando o retorno sobre os investimentos e gerenciando apropriadamente os riscos e oportunidades relacionados à TIC (ITGI, 2005).

A *International Organization for Standardization* (ISO) e o *International Electrotechnical Commission* (IEC), publicaram a norma ISO/IEC 38.500, no ano de 2008, referente à governança corporativa de tecnologia da informação. Essa norma internacional que estabelece princípios orientadores que têm por objetivo a efetiva, eficiente e aceitável utilização de TI dentro das organizações.

A ISO /IEC 38.500 fornece um conjunto de seis princípios para que a alta direção possa avaliar, direcionar e monitorar o uso de TIC em suas organizações.

Os princípios de governança corporativa para TIC, de acordo com a ISO/IEC 38.500 são:

- Responsabilidade, que define que os envolvidos no provimento das soluções de TIC devem entender suas responsabilidades, sejam eles fornecedores ou clientes de soluções de TIC. Recomenda ainda que devam ser especificadas as alçadas de responsabilidade e tomada de decisão;
- Estratégia, que é o princípio referente à análise da divergência entre as necessidades atuais e futuras da organização, assim como a necessidade de definição de planos para atingir os objetivos de negócio;
- Aquisições, que aborda a importância da transparência e da clareza no processo decisório sobre as aquisições de soluções de TIC e recomenda

que estas devem ser baseadas em análises apropriadas e atualizadas das soluções de TIC e dos negócios;

- Desempenho, que especifica que as soluções de TIC devem ser moldadas para apoiar o negócio, provendo serviços com níveis de qualidade estabelecidos para atender aos requisitos do negócio;
- Conformidade, que apóia a implementação e o comprometimento com políticas e práticas, claramente definidas, que assegurem a conformidade com legislações e regulamentos externos,
- Comportamento Humano, pelo qual se deve definir práticas, políticas e decisões sobre TIC que demonstrem respeito ao ser humano e suas necessidades essenciais.

A ISO/IEC 38.500 visa apoiar a organização a avaliar, dirigir e controlar a utilização das soluções de TIC. De acordo com esta norma, a alta direção deve desempenhar três processos essenciais para uma boa governança corporativa de TIC: a avaliação do cenário atual e futuro do uso de soluções de TIC para identificar a lacuna entre estes cenários, a definição direta dos planos e políticas para atender aos objetivos, ou seja para eliminar a lacuna encontrada no processo anterior e, por fim, a monitoração da conformidade com políticas de desempenho das soluções de TIC em relação aos níveis de serviço estabelecidos, para assegurar que os objetivos estão sendo atendidos..

A figura 4 apresenta estes três processos e como as pressões e necessidades das organizações afetam a governança corporativa para TIC que por sua vez afetará os processos de negócio por meio de projetos e operações de TIC.

Pode-se perceber ao analisar a figura 4 que a compete à governança corporativa para TIC desempenhar o papel de tradutor das necessidades e pressões dos negócios em políticas e práticas que direcionem os projetos e operações de soluções de TIC que apoiem os negócios. Estes, por sua vez, devem prestar contas à governança corporativa para que ela, que assim, monitore e avalie o seu desempenho.

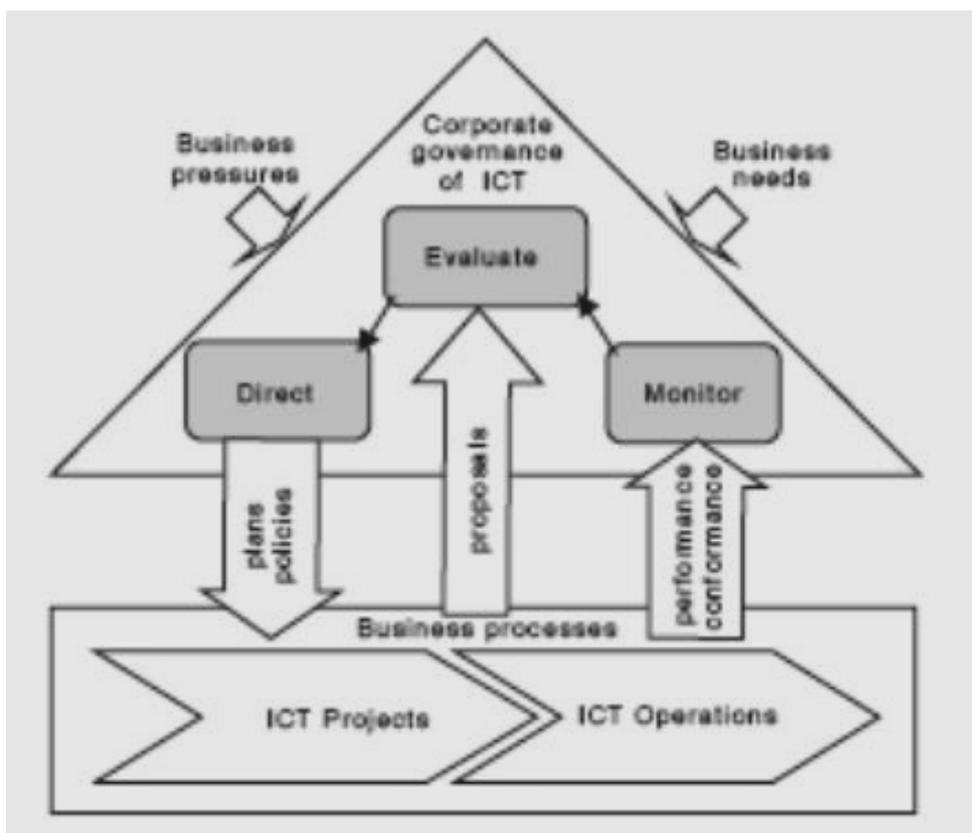


Figura 4. Modelo de Governança de TIC

Fonte: ISO, 2008, p.13.

Outra abordagem dada ao tema governança é a governança de TIC. De acordo com o ITGI (2005), a governança de TIC pode ser representada por cinco áreas de governança, que são: o alinhamento estratégico, a entrega de valor e os gerenciamentos de riscos, recursos e desempenho. O alinhamento estratégico abrange o alinhamento das soluções de TIC à estratégia de negócios. A entrega ou agregação de valor, refere-se a como as soluções de TIC podem atender aos objetivos da organização. O gerenciamento de riscos visa a estabelecer a análise dos impactos das soluções de TIC aos negócios, e dos processos de tratamento e resposta aos riscos. O gerenciamento de recursos de TIC visa assegurar o correto dimensionamento dos elementos de TIC para o cenário atual e futuro dos negócios. A análise de desempenho visa a assegurar o uso ótimo de TIC maximizando os resultados e minimizando os custos. A figura 5 apresenta as áreas de governança de TIC.



Figura 5. Áreas de Governança de TI

Fonte: ITGI, 2005, p 29.

A análise do modelo de governança de TIC apresentado pelo ITGI (2005) e o do modelo de governança corporativa para TIC, descrito na ISO/IEC 38.500 leva à conclusão de que ambos mostram abordagens distintas. Os princípios de governança corporativa para TIC, definidos na norma ISO/IEC 38.500 são recomendações para alta direção de uma organização, fortemente baseada em uma visão fim-a-fim do uso de soluções de TIC, sem mencionar qualquer questão tecnológica específica.

A governança de TIC, apresentada pelo ITGI (2005) visa a atender aos princípios e processos apresentados pela governança corporativa para TIC, criando uma visão geral de todas as atividades de uma organização de TIC e seu inerente viés tecnológico. Tal divergência de abordagens torna os modelos de governança corporativa para TIC e de governança de TIC complementares. A combinação destas duas abordagens de governança pode fornecer um meio de alinhar as tecnologias aos negócios, conforme apresentado na figura 6, que apresenta uma visão geral de como cada assunto trata a relação entre TIC e os negócios.



Figura 6. Abordagem entre governança corporativa para TI e governança de TI

Fonte: Elaborado pelo autor

Os princípios apresentados na norma ISO/IEC 38.500 são aplicáveis a um serviço VoIP sobre WLAN, tema deste trabalho, uma vez que definem princípios a serem seguidos durante todo o ciclo de vida do serviço. É importante ressaltar que os princípios de Desempenho e Comportamento Humano fornecem fundamentos para a definição de serviços VoIP sobre WLAN, pois tratam da definição e da qualidade dos serviços, além do respeito ao comportamento humano, o que justifica perante a governança corporativa para TIC a importância de se incluir a qualidade de fala percebida em indicadores de desempenho dos serviços de VoIP sobre WLAN.

Ao aplicar esta abordagem isenta de viés tecnológico é possível afirmar que o valor de um serviço de voz é a possibilidade de se estabelecer uma comunicação de fala à distância.

Ao considerar o princípio de Comportamento Humano e sua influência sobre a Estratégia e o Valor de TIC, identifica-se que a qualidade de fala é um

requisito para a conformidade do serviço de VoIP sobre WLAN, sendo que o valor deste serviço ao negócio pode ser definido como uma alternativa de menor custo quando comparado a telefonia convencional e que apresente qualidade de serviço, incluindo-se a qualidade de fala, igual ou superior à da telefonia convencional. Para tanto, a prestação de contas sobre a qualidade de fala deve ser alvo de medição e análise, para avaliar se a solução de TIC permanece alinhada as necessidades da organização.

Para melhor entendimento das implicações tecnológicas envolvidas na governança corporativa para TIC, buscou-se um arcabouço que tratasse da governança de TIC, de forma a identificar os objetivos de controle necessários para comprovar a conformidade das soluções de TIC com as políticas de governança corporativa para TIC. Para tanto, complementou-se o estudo com o *Control Objectives for Information and Related Technology (CobiT)*, *framework* mundialmente utilizado para governança de TIC.

3.1 Objetivos de controle para informações e tecnologias relacionadas (CobiT)

O ITGI é o atual mantenedor do *Control Objectives for Information and related Technology (CobiT)* que é um *framework* de governança de TIC voltado para a especificação dos objetivos de controles aplicáveis ao ambiente de TIC. Em 2006 foi publicada a versão 4.1 do CobiT, que fornece as melhores práticas para a governança de TIC, estruturadas de uma forma lógica, atendendo as necessidades de governança corporativa.

O CobiT é o *framework* adotado como padrão *de facto*² para

² Padrão de facto é um conceito que expressa que um é padrão é adotado por suas características e não por imposição. É o oposto de *de jure*, ou de direito.

governança de TIC e seu propósito é assegurar que os recursos de TIC estejam alinhados aos objetivos da organização. As recomendações de gerenciamento do CobiT, fundamentado no modelo de maturidade em governança, ajudam os gestores de TI a alcançarem os objetivos alinhados aos objetivos organizacionais (FAGUNDES, 2003).

De acordo com Simonsson e Jhonson (2005) o CobiT fornece apoio às estruturas de decisão em uma organização. Ainda segundo estes autores, o CobiT descreve que um dos ativos mais valiosos de uma organização são as informações empresariais, ou seja, todas aquelas informações necessárias para que uma organização possa atender seus objetivos estratégicos.

O CobiT considera que os requisitos de negócio devam ser traduzidos em critérios aos quais as informações de negócio devem atender. Os critérios de informação apresentados pelo CobiT são: eficácia, eficiência, confiabilidade, integridade, disponibilidade, conformidade e confiabilidade. O CobiT ainda enfatiza que para atender aos requisitos de negócio, as informações empresariais devem ser processadas por recursos de TI, que são as pessoas, a infra-estrutura de *hardware* e *software* e as aplicações de negócio envolvidas no provimento do serviço.

O CobiT permite que a organização exerça uma governança de TIC sustentada nas melhores práticas existentes. A governança de TIC deve ser orientada a processos que permitam a elevação de seu grau de maturidade e que permitam também o alcance dos objetivos dos negócios. Para isso as soluções de TIC são consideradas de forma abrangente, relacionando *hardware*, sistemas operacionais, redes, dados e as próprias pessoas envolvidas no provimento do serviço (GHERMAN, 2005).

A estrutura lógica do CobiT define que os recursos de TIC devem operar de acordo com processos definidos para entregar as informações de acordo com os critérios estabelecidos para atender aos requisitos do negócio, fechando assim um ciclo de alinhamento de TIC ao negócio.

Considera também que o gerenciamento dos recursos de TI deve ser apoiado por processos afins, agrupados em domínios. A figura 7 apresenta uma

visão de que os requisitos de negócio, os recursos de TIC e os processos devem ser integrados tornando-os, assim, como faces distintas e complementares da governança de TIC.

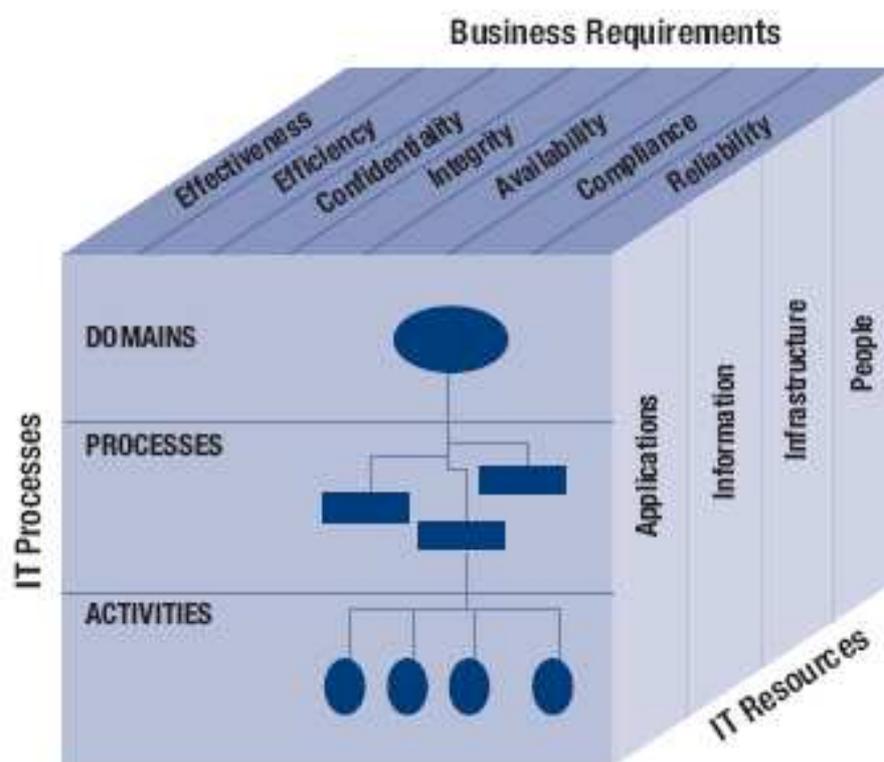


Figura 7. Cubo CobiT

Fonte: ITGI, 2005, p.41.

O CobiT estrutura a governança de TIC em quatro domínios, que são agrupamentos de processos afins. Os domínios definidos pelo CobiT são referentes ao planejamento e organização (PO); à aquisição e implementação (AI); ao desenvolvimento e suporte (DS) e à monitoração e avaliação (ME).

O objetivo do domínio PO é cobrir as questões estratégicas e táticas de TIC. Concentra-se na definição do modo em que TIC pode contribuir para atender aos requisitos dos negócios. O domínio AI tem o objetivo de implementar a estratégia de TIC por meio de identificação, desenvolvimento e aquisição de soluções TIC que sejam devidamente implementadas e integradas aos processos

do negócio. A operação das soluções e a entrega de serviços de TIC aderentes aos requisitos conformidade são tratados nos processos do domínio Entrega e Suporte, ou *Delivery and Support* (DS), enquanto as avaliações de qualidade, de desempenho e de conformidade são desempenhadas pelos processos do domínio ME. A figura 8 apresenta a estrutura de processos e domínios do CobiT 4.1:

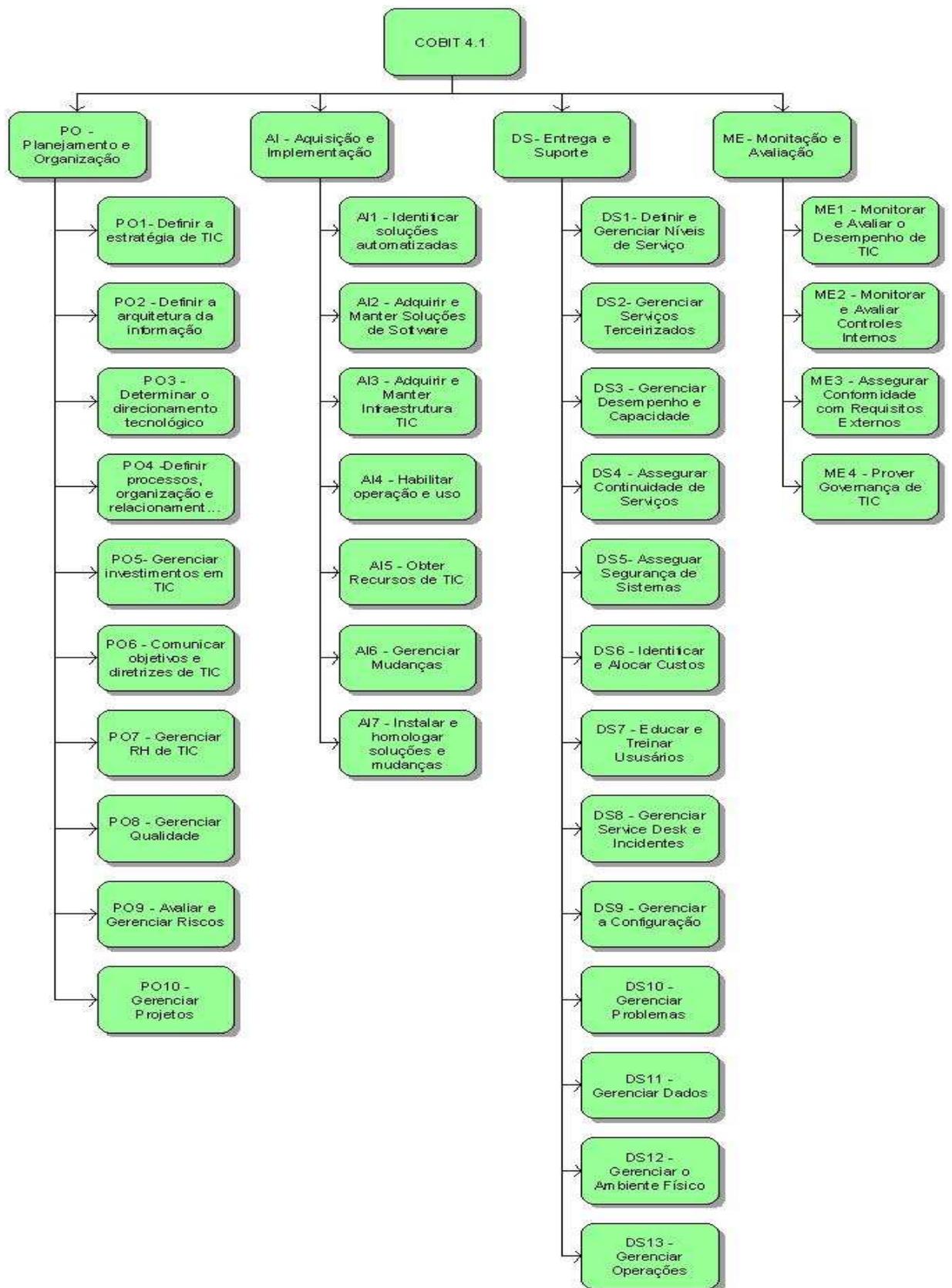


Figura 8. Estrutura de domínios e processos do CobiT 4.1

Fonte: Elaborado pelo autor

Para cada um dos trinta e quatro processos, o CobiT 4.1 traz, em uma estrutura padronizada, informações referentes à descrição dos processos, seus objetivos de controle, um modelo de referência de maturidade dos processos e um guia de gestão, com interfaces de informações entre processos, indicadores e papéis e responsabilidades.

Brodbeck (2005) ressaltou em suas pesquisas essa condição, na qual destacou como pontos fortes do CobiT a linguagem comum, acessível a todos, além do controle de TI porém, peca o CobiT em não explicitar como fazer, com a definição de diretrizes para a modelagem dos processos.

Ao analisar esta ponderação, é possível considerar que os objetivos de controle do CobiT são referências para a reorganização dos processos, de modo que tais controles possam ser implementados de acordo com as características peculiares de cada organização.

Para alinhamento ao foco deste trabalho, aprofundou-se o estudo no processo DS1, cujo título é Definir e Gerenciar Níveis de Serviço. De acordo com o CobiT, o objetivo do processo DS1 é “definir e documentar SLA e seus objetivos, assim como monitorar e prestar contas dos níveis de serviço atingidos” (ITGI, 2005, p.156). Ainda de acordo com o CobiT, o processo DS1 satisfaz um requisito de negócio para TIC que é assegurar o alinhamento entre os serviços de TIC e a estratégia de negócios.

Baseado na análise do processo DS1 é possível afirmar que o SLA é o principal instrumento preconizado pelo CobiT para a gestão de Nível de Serviços, pois é dele que derivam todos os objetivos de controle necessários para a gestão de serviços de TIC.

Entretanto, é importante notar que o CobiT trata o termo “serviço”, sem uma especificação de seu significado. Portanto é necessário estabelecer alguns conceitos para entendimento deste trabalho. O termo serviço também tem sido utilizado para definir desde um modelo de negócio, como o *Software as a Service* (SAAS), um paradigma de desenvolvimento de aplicações, como o *Service Oriented Architecture* (SOA), ou um serviço de TI fim-a-fim.

Esta pluralidade do conceito de serviços também se aplica ao termo *Quality of Service* (QoS), que pode estar relacionado desde a parâmetros técnicos de definição de prioridade em redes até a percepção da experiência de uso de um serviço de TIC. Para equiparação de conceitos relativos a este trabalho, busca-se também fundamentar os conceitos de serviços e qualidade de serviços de TIC.

4 QUALIDADE DE SERVIÇOS DE TIC

Magalhães e Pinheiro (2007, p.45) afirmam que existem diversos conceitos para serviços, mas de um modo geral, este pode ser compreendido como: “Uma ação executada por alguém ou alguma coisa, caracterizando-se por ser uma experiência intangível, produzido ao mesmo tempo em que é consumido, não podendo ser armazenado, e apresentando sérias dificuldades para ser produzido em massa ou atender mercados de massa”.

Já na área de TIC, os mesmos autores definem um serviço de TIC como um conjunto de recursos que tem a finalidade de satisfazer as necessidades do cliente, suportando os objetivos estratégicos do negócio.

De acordo com Lewis (1998, p.14): “um serviço pode ser considerado como qualquer componente, aplicação, ou meio do qual um processo de negócio depende”. Um processo de negócio é definido como a uma maneira padronizada na qual uma empresa coordena e organiza suas atividades, informações, e conhecimentos para produzir um produto ou serviço de valor agregado.

Segundo o TM Fórum (2007, p.28), em telecomunicações um serviço é entendido como: “um conjunto de funções que são parte integral de um ou mais processos de negócio, que é composto por hardware, software, processos e elementos de telecomunicações”.

No ITIL, um serviço de TIC, segundo Magalhães e Pinheiro (2007, p.45) é: “um ou mais sistemas de TI que habilitam um processo de negócio, devendo-se levar em conta que um sistema de TI é uma combinação de hardware, software, facilidades, processos e pessoas”.

Ao analisar estas definições, pode-se dizer que o serviço pode ser visto como uma entidade única que lhe agrega valor atendendo a uma necessidade, sem que a complexidade da composição dos serviços seja percebida, mas sim o resultado deste serviço.

Entretanto, a versão três do ITIL define um serviço como “um meio de fornecer algo que um cliente perceba como tendo certo valor, facilitando a obtenção de resultados que os clientes desejam, sem que eles tenham que arcar com a propriedade de determinados custos e riscos.” (OGC, 2007, pg 15)

Partindo destes conceitos, adota-se neste trabalho o conceito de serviço definido no ITIL V.3, para se definir um serviço VoIP sobre WLAN fim-a-fim uma vez que esta definição de serviços é abrangente o para atender aos requisitos de conformidade com a governança de TIC.

A norma ISO 9.000 define qualidade como o grau ao qual uma série de características atende a determinados requisitos. De acordo com o TM Fórum, qualidade de serviço, ou *Quality of Services* (QoS) é a definição dos parâmetros, ou indicadores de qualidade usados para mensurar a qualidade em um serviço. Os parâmetros estão associados a um serviço ou tipo de serviço específico.

O ITU, em suas recomendações E.800 e ETSI-ETR003, define QoS como o efeito coletivo do desempenho de um serviço, o qual determina o grau de satisfação de um usuário deste serviço. Entretanto e ainda de acordo com o ITU em sua recomendação ETSI-ETR102, QoS é a habilidade de segmentar o tráfego ou diferenciar tipos de tráfego de rede para tratamento diferenciado dependendo de seu tipo.

Conclui-se então, baseado nas referências citadas, que o termo QoS possui diferentes significados, desde a percepção que um usuário tem do serviço a um conjunto de parâmetros necessários para atender qualidades de serviços específicos.

Segundo Marchese (2007), existem três tipos de QoS: intrínseco, percebido e avaliado. A QoS do tipo Intrínseco é diretamente provido pela própria rede e pode ser descrito em termos objetivos de parâmetros, como por exemplo, perda de pacotes ou atraso. Tal definição assemelha-se conceitualmente com a recomendação (ETSI-TR102), observando QoS em uma abordagem técnica. A QoS Percebida refere-se a percepção de qualidade pelos usuários do serviço. Ela depende do desempenho da rede, entretanto é medida em percentuais de opinião dos usuários. O tipo QoS avaliado (*assessed QoS*) é referente ao quanto tempo

um usuário se manterá utilizando o serviço.

Este tipo de QoS depende dos mecanismos de precificação e cobrança, nível de suporte do provedor do serviço, além de questões mercadológicas e comerciais, ou seja, do valor agregado pelo serviço. Por exemplo, a queda de desempenho pode ser completamente tolerada por um usuário de um serviço gratuito, porém a mesma degradação pode ser intolerável para usuários que pagam pelo serviço.

Estes três conceitos de QoS são fundamentais para o entendimento deste trabalho, já que o objetivo deste é identificar um modelo de SLA que apresente métricas objetivas de QoS intrínseco além de métricas de QoS Percebido, que possam ser inseridos em SLA. Tal SLA deve estar alinhado aos QoS avaliada, considerando-se o serviço de VoIP sobre WLAN em uma abordagem fim-a-fim.

A figura 9 apresenta os três tipos de QoS e os indicadores referentes a cada um dos tipos:

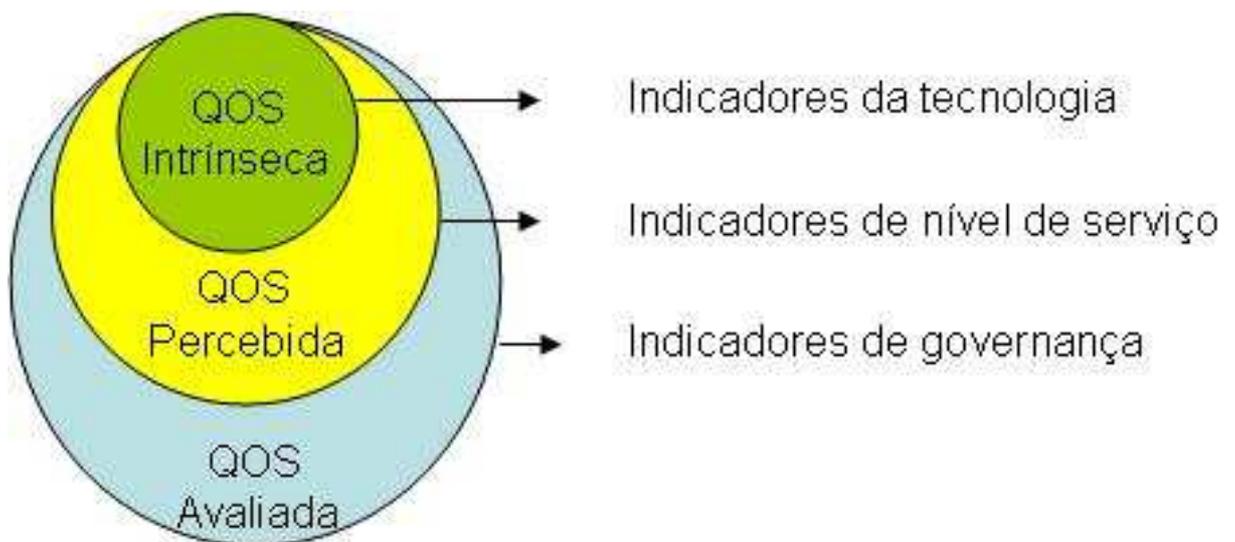


Figura 9. Tipos de QoS e seus respectivos indicadores

Fonte: Elaborado pelo autor

Em virtude de as melhores práticas para gerenciamento de serviços de TIC serem referência para o entendimento e especificação de SLA, aprofundou-se o estudo sobre os processos de gerenciamento de serviços de TIC.

Buscou-se então identificar, nas melhores práticas para gerenciamento de serviços de TIC o embasamento necessário para a definição de um SLA que especifique claramente os critérios de avaliação da QoS aplicáveis ao serviço de VoIP sobre WLAN, tornado assim possível relacionar os três tipos de QoS (intrínseca, percebida e avaliada) para atendimento aos princípios de governança.

4.1 Gerenciamento de Serviços de TIC

O objetivo do gerenciamento de serviços de TIC é definido como “a alocação adequada dos recursos disponíveis e a gestão de forma integrada, fazendo com que a qualidade do conjunto seja percebida pelos seus clientes e usuários” (MAGALHÃES; PINHEIRO, 2007, p.29). Assim, visa-se prevenir a ocorrência de problema na entrega e na operação dos serviços de tecnologia da informação.

De acordo com estes conceitos, o gerenciamento de serviços é o instrumento que visa atender às necessidades organizacionais e dos clientes, gerando valor e promovendo a qualidade dos serviços prestados. Para tanto, os modelos de gestão de qualidade de serviços de TIC podem atuar de forma complementar na estratégia de implementação do gerenciamento de serviços de TIC, conforme apresentado na figura 10:

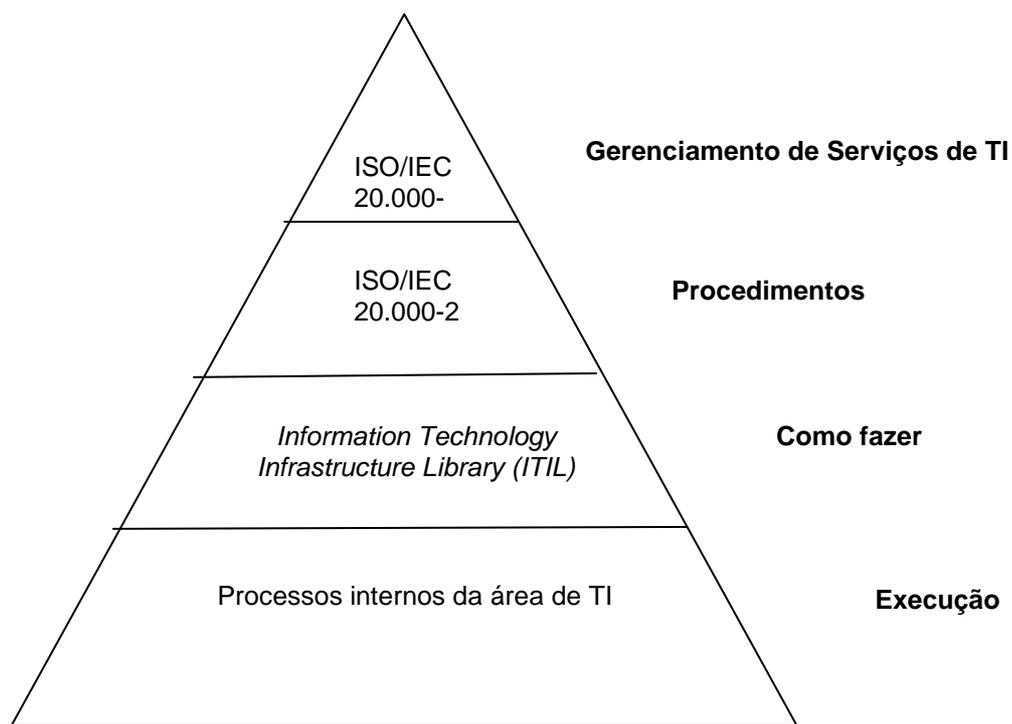


Figura 10. Estratégia de Implementação do Gerenciamento de Serviços de TI

Fonte: MAGALHÃES; PINHEIRO, 2007, p.29.

Dentro desse contexto, falar de qualidade de serviços torna-se imprescindível, uma vez que o conceito está relacionado com a capacidade de satisfação das necessidades das organizações e dos usuários dos serviços, assim como na solução de problemas ou fornecimento de benefícios aos clientes. A excelência dos serviços é conquistada quando a satisfação do cliente supera as expectativas iniciais, no entanto, estas são aumentadas quando são atendidas suas necessidades (FARAH, 2003).

A primeira publicação da ISO 20.000 foi em 2005, e segundo Borges (2006) a ISO 20.000 é uma norma importante, tendo em vista que cria os elementos certificáveis para a gestão de serviços de TI, trazendo para a organização um diferencial: o selo de qualidade na gestão de TIC.

A norma ISO 20.000 foi preparada pelo *British Standard Institute* (BSI), sob a sigla de BS15000, como um anexo à norma ISO 9000-2000. Ela é composta por duas partes, sendo que a primeira, ISO/IEC 20.000-1, trata da

especificação de requisitos de conformidade e a segunda, ISO/IEC 20.000-2, de recomendações de procedimentos que visam a conformidade com a norma ISO/IEC 20.000-1.

A ISO 20.000 visa promover a adoção de uma abordagem de processos integrados que entreguem serviços de TIC gerenciáveis e efetivos, atendendo aos requisitos dos negócios e dos clientes. Segundo a ISO 20.000, a integração dos processos de gestão de TIC promove um melhor controle operacional, maior efetividade dos serviços e oportunidades de melhoria contínua.

Os processos do gerenciamento de serviços de TIC se subdividem em:

- Processos de Entrega de Serviços: gestão de níveis de serviço, gestão de disponibilidade, gestão de capacidade, gestão da continuidade, orçamento e contabilidade para a gestão financeira.
- Processos de Relacionamento: gestão do relacionamento do negócio e gestão de fornecedores.
- Processos de Resolução: gestão de incidentes e gestão de problemas.
- Processos de Controle: gestão de mudanças e gestão de configurações.
- Processos de Liberação: gestão de liberações e versões dos itens de configuração.

Os processos de gestão de serviços de TI são apresentados de modo sucinto na Figura 11:

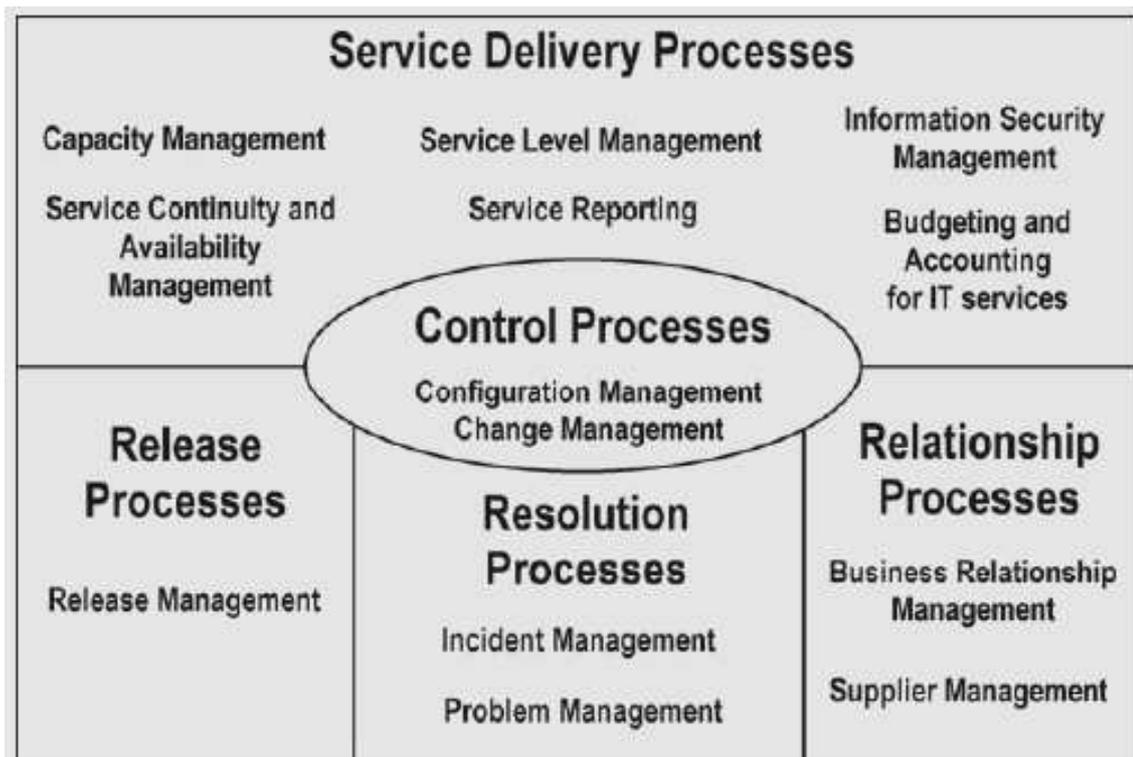


Figura 11. Processos de Gestão de Serviços de TIC

Fonte: ISO/IEC 20.001, 2006, p.6.

De acordo com este mapa de processos, os acordos de nível de serviço, SLA são definidos nos processo *Service Level Management* (SLM). Em consonância com a norma ISO-IEC/20.000-1, conforme exposto em seu capítulo 6.1, o objetivo do processo de SLM é definir, acordar, registrar e gerenciar os níveis de serviço. Ainda baseado nesta norma, os requisitos de conformidade a esta são:

- Todos os serviços providos e suas respectivas metas e características devem ser acordadas e formalizadas entre as partes;
- Cada serviço provido deve ser definido, acordado e documentado em um ou mais acordos de nível de serviço;
- Todo SLA e seus contratos de suporte, de fornecimento e seus respectivos procedimentos devem ser acordados e registrados entre as partes;
- Os SLA devem estar sob o controle do processo de gestão de mudanças;

- Os SLA devem sofrer análises críticas periódicas para assegurar a atualização e a aderência às necessidades de negócios.
- Os SLA devem ser monitorados ao encontro dos requisitos de serviço, e devem apresentar informações atuais e tendências sobre os níveis de serviço. Os motivos de não conformidade devem ser registrados e analisados. Ações de melhoria encontradas neste processo devem ser registradas para servir de referência para planejamentos de melhoria dos serviços.

Entretanto, é importante notar que tanto a ISO 20.000 quanto a BS 15.000 foram baseadas no conjunto de publicações conhecido como ITIL. O termo ITIL atualmente é marca registrada do *IT Service Management Fórum* (ITSMF), é derivado de *IT Infrastructure Library*, nome adotado para um conjunto de publicações (biblioteca) referentes às boas práticas de gerenciamento de serviços de TIC. Atualmente, o ITIL é considerado um padrão *de facto* e busca promover a gestão e a melhoria contínua de serviços de TIC.

Faz-se importante notar que a ISO 20.000 é uma norma certificadora que habilita organizações a atingir a certificação ISO 20.000-1, de acordo com os processos de auditoria da ISO. O ITIL é um corpo de conhecimento que consolida as boas práticas para o gerenciamento de TIC.

A primeira versão do ITIL foi publicada no final da década de 80 e era composta por quarenta volumes, com uma abordagem estritamente tecnológica.

A versão dois do ITIL (ITIL v2) trouxe uma abordagem diferente, que colocou o ITIL em evidência como framework de gerenciamento de serviços de TIC. O diferencial da abordagem do ITIL v2 é a adoção de uma visão de integração de TIC com os negócios por meio de processos estruturados.

A abordagem de processos, baseados em melhores práticas, forneceu a base para a adoção do ITIL em organizações usuárias das mais diversas tecnologias, o que incentivou profissionais a buscar as certificações pessoais, quanto à indústria, que passou a desenvolver ferramentas para apoio aos processos recomendados pelo ITIL.

De acordo com ITIL, em sua versão três (ITIL v3), boas práticas são aquelas já testadas e implementadas pela indústria, e que podem servir como meio de comparação do desempenho de uma organização de TIC com os demais competidores do mercado, além de servir como meio de colaboração entre as organizações para melhoria contínua dos serviços de TIC.

A adoção do ITIL dentro do gerenciamento de serviços de TIC na visão de Magalhães e Pinheiro (2007, p.30), é justificada pela seguinte condição: “O ITIL provê um abrangente e consistente conjunto de melhores práticas para a identificação de processos da área de TIC e o alinhamento dos seus serviços às necessidades da organização, promovendo uma abordagem qualitativa para o uso econômico, efetivo, eficaz e eficiente da infra-estrutura de TIC. Com isso, obtêm-se vantagens para a organização porque há redução de custos pelo aumento da eficiência na entrega e suporte de serviços de TIC, além da melhor capacidade da organização de gerar receita”. De acordo com estes conceitos, a área de TIC deve centralizar seus esforços em novos projetos no atendimento à estratégia de negócio da organização. Segundo os mesmos autores, para alcançar este objetivo, a tática que vem sendo adotada pelas organizações de TIC é o desenho, a implementação e o gerenciamento de processos internos da área de TI, de acordo com as práticas reunidas na *Information Technology Infrastructure Library* (ITIL).

Dessa forma, é possível entender que o ITIL habilita à organização ao provimento de serviços de qualidade, valorizando a satisfação das necessidades de seus clientes/usuários alinhada aos objetivos da empresa. Constata-se que o ITIL é um modelo de referência de boas práticas claro e alinhado ao negócio da empresa, capaz de minimizar os custos e maximizar a qualidade dos serviços prestados. Em função disso, Albertin e Moura (2004) ressaltam que o framework ITIL vem crescendo cada vez mais no Brasil, além de ser considerada uma referência internacional.

O ITIL v2 é composto por cinco livros, com assuntos sobrepostos em mais de uma publicação. Cada livro representa um elemento da gestão de TIC e se sobrepõem uns aos outros. Este no conceito de sobreposição de assuntos apresentado pelo ITIL v2 como *jigsaw diagram*, apresentado na figura 12. A

perspectiva de negócios, o gerenciamento de aplicações e infraestrutura são elementos da versão 2, entretanto, as publicações de maior penetração foram *Service Support* e *Service Delivery*.

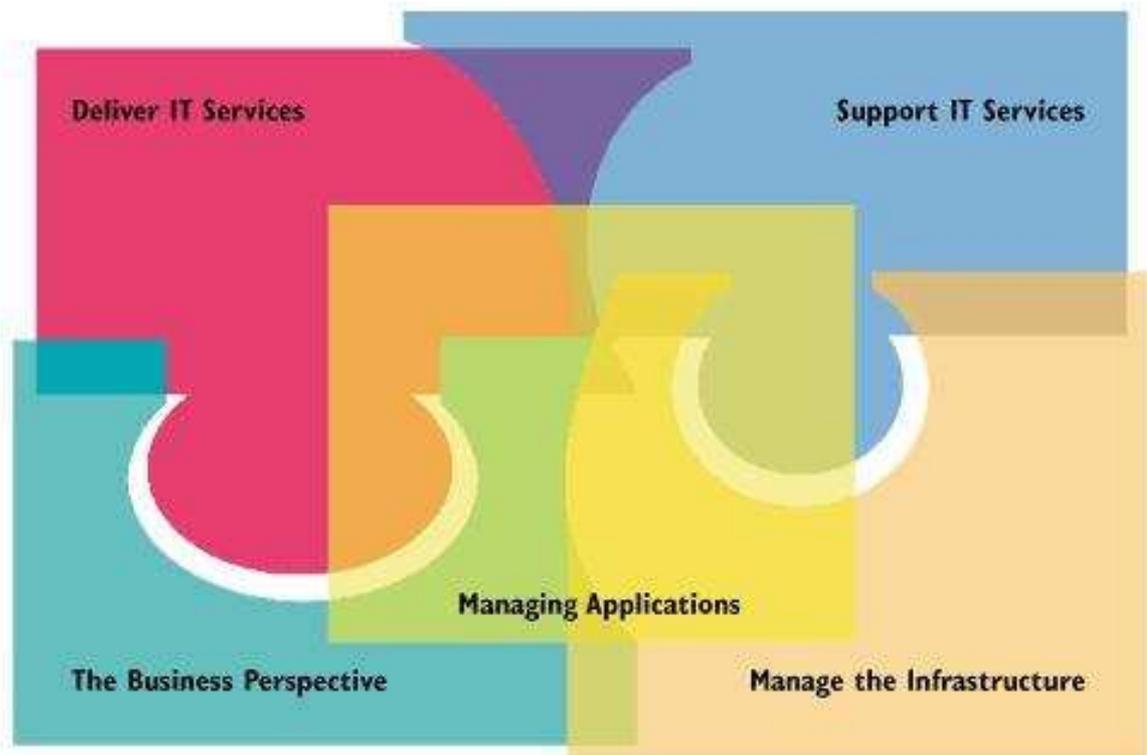


Figura 12. Estrutura ITIL v2

Fonte: ITIL v2

No livro *Service Support*, são apresentados os processos de apoio aos serviços de TIC, que são referentes ao gerenciamento de incidentes, problemas, mudanças, liberações e configurações dos serviços de TIC, assim com a função de *Service Desk*, referente ao relacionamento com os usuários. Na publicação *Service Delivery*, são apresentados os processos referentes á gestão de níveis de serviço, capacidade, disponibilidade, continuidade e financeiro aplicados aos serviços de TIC.

Em 2007, o ITSMF publicou a versão três do ITIL (ITIL v3). A versão dois do ITIL é focada em processos de gerenciamento de TIC e a versão três volta sua atenção para o ciclo de vida dos serviços de TIC.

A versão três do ITIL é composta pelo ITIL *Core*, ou seja, um conjunto de cinco publicações que descrevem o ciclo de vida de um serviço de TIC. Além disso, foram publicados guias complementares para apoio a adoção do ITIL a determinados nichos de mercado.

A figura 13 apresenta o ciclo de vida de serviços de TIC, onde cada etapa representa uma publicação do ITIL *Core*.

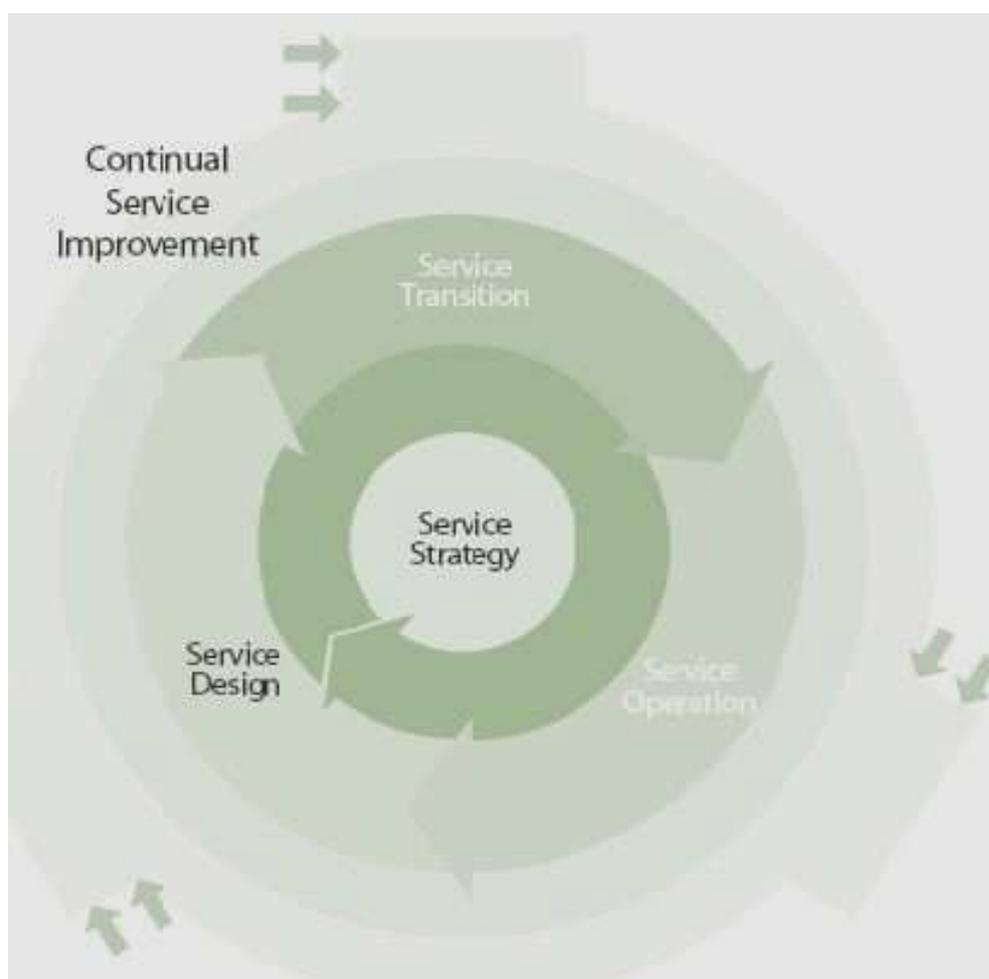


Figura 13. Ciclo de vida de serviços de TIC

Fonte: ITIL v3

A abordagem de ciclo de vida de serviços é uma das principais diferenças entre o ITIL v2 e o ITIL v3, quebrando assim o conceito de elementos sobrepostos (*jigsaw*) e abordando os serviços de TIC estruturadamente, desde

sua estratégia até a melhoria contínua. Entretanto, considera-se que o a versão três do ITIL não seja contrária, mas sim complementar a versão anterior.

A figura 14 apresenta todos os processos e funções do ITIL v3 em suas respectivas etapas do ciclo de vida. Estão apresentados na cor azul todos os processos do ITIL v2 e é baseando-se neste fato que se nota a complementaridade entre as versões.

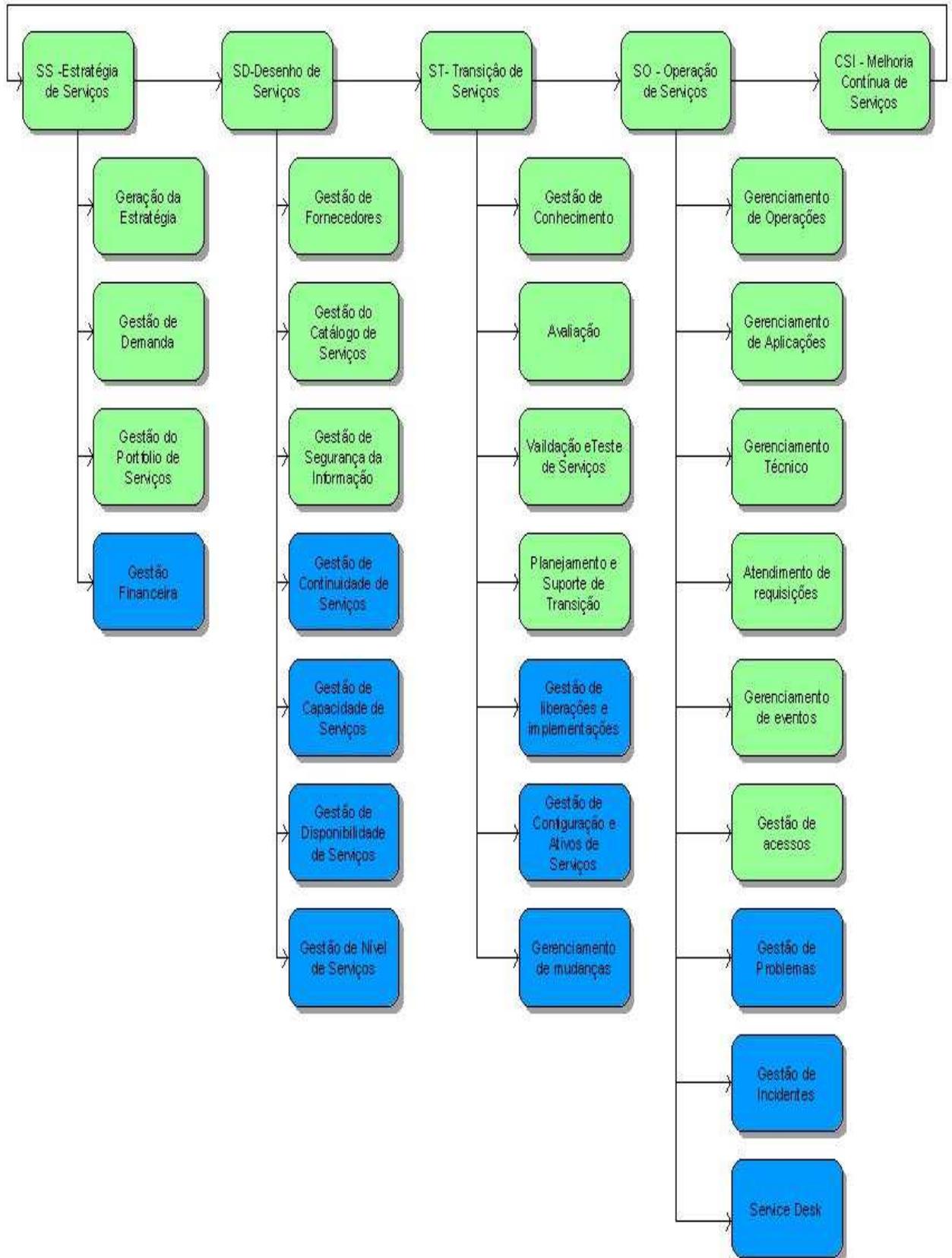


Figura 14. Processos ITIL V3

Fonte: Elaborado pelo autor

O centro do ciclo de vida dos serviços refere-se à estratégia de serviços. Nesta etapa do ciclo de vida devem ser definidas as diretrizes que orientarão as demais etapas. Estas diretrizes devem ser apoiadas em estudos de mercado para o serviço de TIC em questão, seja ele interno ou externo a organização.

O desenvolvimento da organização de TIC, assim como a gestão financeira, do portfólio e catálogo de serviços e da gestão de riscos estratégicos são os principais tópicos abordados na publicação *Service Strategy*.

A publicação *Service Design* provê guias para o desenvolvimento de serviços e dos processos de gestão destes serviços. Provê ainda processos para a gestão de continuidade dos serviços, atendimento de níveis de serviços, e conformidade com padrões e legislações, apoio interno a execução dos serviços para os clientes.

O volume *Service Transition* provê guias para o desenvolvimento e implementação de novos serviços ou de atualizações dos serviços atuais nos ambientes de produção. O gerenciamento de liberações, de riscos e de mudanças são alguns dos principais processos que fazem parte deste volume.

A descrição dos processos de Operação de Serviços, referentes à gestão de demanda, capacidade, disponibilidade, incidentes, problemas, entre outros processos é feita no livro *Service Operation*.

A última etapa do ciclo de vida de serviços de TI está relacionada à melhoria contínua dos serviços de TI, fortemente apoiada no ciclo de *Deming*³ e no alinhamento à norma ISO 20.000. Tais atividades são descritas na publicação *Continual Service Improvement*.

De acordo com Macedo e Deschamps (2009, p.3) “os benefícios do ITIL v3 são facilmente percebidos desde a sua implantação, passando pelo cotidiano da organização, até o momento em que for necessário atualizar os serviços”.

³ O ciclo de Deming é também conhecido como ciclo PDCA, é um método focado em melhoria e é composto pelas atividades cíclicas de planejamento, ação, verificação e ação (*plan, do, check and act*)

O processo responsável pela definição e elaboração de SLA é o processo *Service Level Management* (SLM), descrito na segunda fase do ciclo de vida, o desenho dos serviços. O processo de SLM visa assegurar que todos os componentes dos serviços sejam desenhados para atender aos objetivos de negócios. De acordo com o ITIL V3, o processo de SLM inclui o relacionamento com as áreas de negócio para identificação dos requisitos atuais e futuros, negociação e formalização dos níveis de serviço, seus objetivos e processos de gestão em SLA.

As principais atividades do processo de SLM são a definição, documentação e formalização de SLA, assim como a mensuração, relato e análises críticas dos serviços prestados. Já os objetivos do processo de SLM são a melhoria da comunicação entre os clientes, os negócios e a organização de TIC. Além disso, de acordo com o ITIL v3, o processo de SLM deve assegurar que objetivos específicos e mensuráveis sejam desenvolvidos para todos os serviços de TIC, além de melhorar a satisfação do cliente com o serviço ofertado.

Um fator importante no processo de SLM da versão três do ITIL é a definição clara de SLA multi-níveis. De acordo com o ITIL v3, algumas organizações preferem adotar um modelo de níveis de SLA, tendo com referência os três níveis: corporativo, de cliente e de serviço.

O SLA de nível corporativo cobre todas as questões de alto nível relacionadas às diretrizes que todos os SLA elaborados pela organização devem seguir. O SLA no nível do cliente cobre todas as questões para um cliente específico, ou grupo de clientes. O SLA de serviço é referente a um serviço específico, em relação a um específico grupo de clientes. A figura 15 apresenta o relacionamento entre os três níveis de SLA. Tal estruturação pode evitar redundância de cláusulas e melhor alinhamento entre questões específicas e de nível alto.

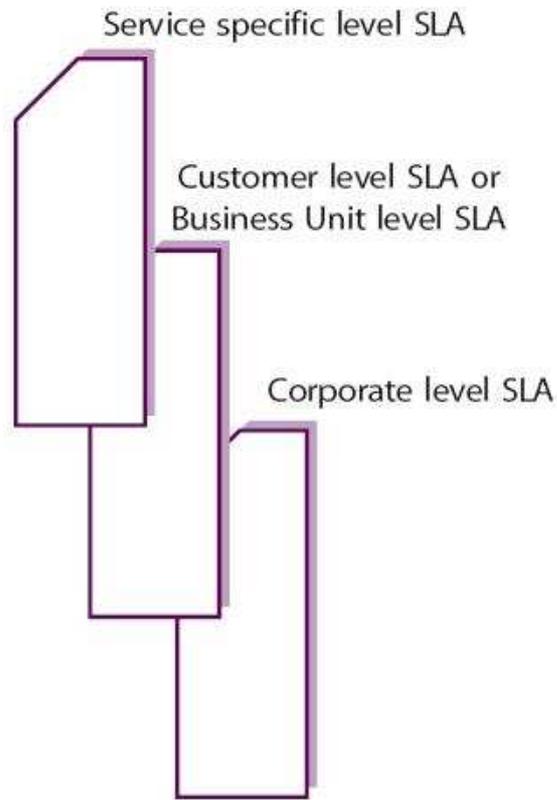


Figura 15. SLA Multi-níveis
Fonte: ITIL v3, 2007, p.173.

Baseando-se nestas definições do ITIL v3, é possível concluir que o SLA de serviços VoIP sobre WLAN, alvo deste trabalho é do tipo SLA de serviço. Entretanto, as questões relacionadas à governança corporativa para TIC devem ser estabelecidas nos SLA de nível corporativo

É importante salientar que as principais referências utilizadas neste trabalho são complementares para uma abordagem *top down* na elaboração de um SLA para um serviço de TIC, tornando assim um SLA aderente as melhores práticas de gestão e governança de TIC.

Partindo-se dos princípios de governança corporativa para TIC, baseados na norma ISO/IEC 38.500, fundamenta-se valores aos quais as organizações de TIC devem demonstrar transparência nas ações, além de agregar valor a estratégia da organização.

A governança de TI, baseada no CobiT, permite traduzir os valores em

objetivos de controles abrangentes e padronizados, permitindo assim a comprovação de valor e transparência pleiteada pela governança corporativa de TIC. No processo DS1 do CobiT são expressos controles referentes a definição e gestão de SLA de TIC. A definição dos conceitos de serviços fim-a-fim e de qualidade de serviços intrínseca, percebida e avaliadas, definidas por Marchese (2007) orientam que as métricas devem indicar e relacionar os indicadores de TIC. Buscou-se na norma ISO 20.001 os requisitos para tornar um SLA aderente aos processos de certificação e encontrou-se no ITIL v3, os conceitos de SLA multi-nível que atendem aos conceitos de QoS avaliado, percebido e intrínseco, fazendo assim um vínculo entre a governança de TI e a gestão técnica do serviço.

É importante ressaltar que, ao aplicar visão fim-a-fim da governança corporativa para TIC ao serviço de VoIP sobre WLAN, identifica-se que o valor de deste serviço é a comunicação de voz. Sendo assim, a avaliação qualidade da voz, ou a qualidade de fala, é fundamental para comprovar o alinhamento do serviço VoIP sobre WLAN com os objetivos da organização.

Uma vez identificados os fundamentos para alinhamento estratégico dos negócios ao uso de VoIP sobre WLAN, faz-se necessário o aprofundamento em conceitos referentes à qualidade de serviços com viés tecnológico para que sejam possíveis identificar indicadores de QoS intrínseca que sejam relacionadas ao indicadores de QoS percebida, inseridos em SLA.

Para tanto, buscou-se no *International Telecommunications Union* (ITU), um modelo de avaliação de qualidade de fala que atende aos requisitos técnicos envolvidos no serviço de VoIP sobre WLAN.

5 AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DE FALA

Para identificar modelos de qualidade de fala, buscou-se utilizar os métodos de avaliação preconizados pelo ITU para garantir a credibilidade das análises dos serviços de voz. Para tanto, buscou-se por modelos de avaliação da qualidade de fala percebida e foram analisados os modelos o MOS, o PESQ e o Modelo E.

5.1 *Mean Opinion Score - MOS*

Com a intensificação de soluções de comunicação baseados em VoIP nos mais diversos ambientes surge a necessidade de se medir a qualidade da fala fim-a-fim, por ser este um dos fatores decisivos na adoção de tal tecnologia. Uma das respostas para atender a tal necessidade foi a utilização da Pontuação de Opinião Média, ou MOS, método definido na recomendação ITU-T P.800 pelo qual os usuários do serviço atribuem uma pontuação de 1 (ruim) a 5 (excelente) à qualidade da fala reproduzida pelo sistema de comunicação de acordo com sua opinião, conforme apresentado na tabela 1.

Tabela 1. Escala de qualidade de fala segundo o modelo MOS

MOS	Qualidade
5	Excelente
4	Bom
3	Razoável
2	Pobre
1	Ruim

O modelo MOS é utilizado para avaliação tanto da qualidade de escuta, quanto da qualidade de conversação. Os valores obtidos no modelo MOS são resultantes da média dos resultados das avaliações de qualidade de fala. Usando esta escala, um resultado de média igual ou superior a 4 é considerado como um serviço de qualidade.

O modelo MOS foi originalmente desenvolvido para avaliar a qualidade dos padrões de codificação e embora seja subjetivo, é relevante porque são os usuários da rede de voz que avaliam o serviço. No entanto, o modelo MOS é baseado em avaliações subjetivas que envolvem percepção humana. Este modelo pode demandar um tempo excessivo na avaliação da qualidade de fala e esta pode não ter a acuidade necessária para a efetiva gestão do serviço de VoIP sobre WLAN. Além disso, fatores culturais podem afetar a avaliação de qualidade de fala, como ressaltam Rix e Hollier (2003, p.9): “A avaliação pode variar entre nativos de um idioma e pode ser diferente entre pessoas com línguas-mãe distintas”.

A escala de avaliação é considerada simples e facilita a definição de seus valores em indicadores de nível de serviço. Contudo, como a obtenção da pontuação MOS é um procedimento que permite reprodução mas é custoso e isto o torna pouco aderente às necessidades de revisão e análise crítica dos indicadores de nível de serviço, fator este explícito nas áreas de governança de gerenciamento de recursos e de desempenho.

Dada esta característica considera-se que o MOS não atende aos *frameworks* governança de TIC, pois não traz respaldo técnico para análise e a

permite a reprodutibilidade das avaliações de qualidade, mas o custo da infraestrutura para essas avaliações é muito alto, por isso preferem-se métodos objetivos e não subjetivos.

5.2 *Perceptual Evaluation of Speech Quality (PESQ)*

A ITU, em sua publicação P.862, define o método *Perceptual Evaluation of Speech Quality* – PESQ, para medição de qualidade de fala. Na realidade mede a diferença entre dois sinais: se são iguais a nota PESQ é máxima, mesmo que sejam de péssima qualidade ambos. O objetivo do PESQ é fornecer um modelo que seja utilizável para prever os resultados de uma avaliação de percepção de qualidade de fala em sistemas de telefonia.

O PESQ utiliza um modelo sensorial que compara o sinal original (não processado) com os sinais processados pela rede e por seus elementos (sinal degradado). Os resultados da variação entre o sinal não processado e o sinal degradado são convertidos a escala de qualidade preconizada pelo modelo MOS. Os ajustes finos para os testes de previsão de qualidade são baseados em extensivos bancos de dados com os resultados de testes anteriores.

O algoritmo do método PESQ leva em consideração “(...) distorções, erros, perdas de pacotes e variáveis de atraso e as consolida em componentes análogos de rede análogos”. (RIX e HOLLIER, 2003, p.4). A pontuação deste método possui alta correlação com a escala MOS para testes subjetivos de qualidade de fala em diferentes idiomas.

Segundo Pennock (2001) o método PESQ não é adequado para inserção em SLA, devido à impossibilidade de relacionar variações na qualidade de fala ao método de análise, que compara trechos de voz padrão com trechos

degradados e não considera os indicadores dos elementos de rede envolvidos na provisão do serviço, não permitindo assim a análise crítica dos serviços e a melhoria contínua. O mesmo autor revela que o PESQ apresenta grande valor para projetos de voz, auxiliando na avaliação de qualidade de fala.

Deve-se considerar ainda que em virtude de o método PESQ possuir um algoritmo proprietário e baseado em comparação de trechos de voz não processados com trechos degradados. Acrescentando-se ainda o fato da necessidade do armazenamento das ligações para comparação dos resultados, o que pode tornar o processo custoso do ponto de vista de armazenamento e pode não atender em tempo hábil as análises do serviço, preconizadas pelos *frameworks* de governança de TIC. Apoiando-se nestas características, é possível considerar que o modelo PESQ não seja adequado para inserção em SLA de VoIP sobre WLAN.

5.3 Modelo E (Conversational Quality of 3.1 KHZ handset telephony)

Segundo Lustosa *et al.* (2004), devido à subjetividade e a dificuldade de reprodutibilidade do modelo MOS, a comunidade acadêmica tem optado pelo desenvolvimento e implementação de métodos objetivos para estimar a qualidade de fala percebida em sistemas de comunicação que utilizam a tecnologia de voz sobre IP. Entre esses métodos objetivos, destaca-se o Modelo E, definido na recomendação G.107 da ITU.

O Modelo E implementa um algoritmo baseado na soma de termos que representam distorções na qualidade da fala, tais como atrasos de transmissão, eco, distorções introduzidas pelos equipamentos utilizados, entre outros fatores.

O algoritmo do Modelo E é de domínio público e suas especificações

estão disponíveis no *website* da ITU, para análise de toda a comunidade. Esta característica permite que o modelo seja analisado e melhorado continuamente, o que atende ao requisito de melhoria contínua de serviços.

O Modelo E tem sido objeto de estudos para aplicá-lo como ferramenta de monitoração da qualidade da fala no cotidiano de redes VoIP. O princípio fundamental deste modelo é o conceito de que “fatores psicológicos numa escala subjetiva são aditivos”. (ITU-T, 2005, p.6). Ou seja, cada contribuição ocasionada por um fator de perda na degradação de um sistema de comunicação de voz pode ser computada separadamente, embora isso não implique que tais fatores não estejam correlacionados. O resultado final do cômputo dos fatores de perda é um fator escalar R (*rating factor*), que varia de 0 (pior caso) a 100 (excelente).

O fator R pode ser convertido para escala de pontuação MOS através da seguinte expressão:

$$\text{Para } R < 0: \text{MOS} = 1$$

$$\text{Para } 0 \leq R \leq 100: \text{MOS} = 1 + 0,035 R + 7 \times 10^{-6} R (R-60) (100-R)$$

$$\text{Para } R > 100: \text{MOS} = 4,5$$

Normalmente, o fator R é descrito em categorias de valores, tal como pode ser consultado na figura 16. A escala de pontuação do fator R , por ser diretamente relacionada ao modelo MOS.



Figura 16. Relação fator R e MOS

Fonte: ITU-R, 2006, p.17.

Segundo ITU (2005), o fator R é obtido pela seguinte fórmula:

$$R = R_o - I_s - I_d - I_e + A,$$

Na presente fórmula, segundo Lustosa *et al.* (2004), R_o representa a relação sinal-ruído; I_s está relacionado com as degradações que ocorrem simultâneas ao sinal de voz; I_d são as perdas associadas ao atraso fim-a-fim; I_e são as perdas associadas ao equipamento utilizado; e A representa ao fator de vantagem, ou fator de expectativa do usuário, para compensação dos fatores de degradação mencionados.

O fator de vantagem “A”, segundo o mesmo autor é utilizado para estabelecer o grau de tolerância de um usuário na utilização de uma determinada tecnologia. Sendo assim, um mesmo serviço pode ter fatores de vantagem distintos, se em um caso o serviço é pago e em outro, o mesmo serviço é gratuito.

Neste exemplo, é possível inferir que no caso em que o serviço é pago a expectativa mais alta do que no caso onde o mesmo serviço é oferecido gratuitamente. Sendo assim, o Modelo E pode atender a diversos cenários de prestação de serviço, com a definição adequada do fator de vantagem A.

Segundo o ITU-R (2006) os valores apresentados para fator de vantagem A varia de 0, para telefonia fixa local, a 20, para localidades de difícil acesso, que necessitam de enlace de satélite, por exemplo.

Considera-se então que o Modelo E seja aderente para um SLA de VoIP sobre WLAN, pois este mede o valor do serviço, que é a qualidade de fala percebida. Entretanto, o modelo de avaliação de percepção de qualidade de fala também deve fornecer subsídios técnicos para a análise e melhoria contínua do serviço.

Como o Modelo E é baseado também em indicadores de distorção permite que sejam feitas tanto análises em tempo real quanto *à posteriori*. Para assegurar esta característica recomendada pelos *frameworks*, além do fator R, foram analisadas também as medidas de variações do atraso (*jitter*) e da taxa de perda de pacotes nos cenários propostos.

Espera-se que as degradações influenciem no cálculo do fator R, sem a necessidade de uma correlação direta. Caso haja influência do desempenho das variáveis técnicas com o valor do fator R, pode-se afirmar que o Modelo E atende aos requisitos dos *frameworks* de governança de TIC, porém entende-se que isto se deve efetivamente por medir a qualidade de fala percebida, que é um indicador de valor do serviço, e por fornecer respaldo para análises técnicas do serviço, que é um indicador de melhoria contínua dos serviços.

A variação de atraso (*jitter*) é um fenômeno que ocorre em virtude dos atrasos diferentes que acontecem para cada pacote de informação de voz ao longo do caminho percorrido. Esclarece Colcher (2005, p. 121) que: “O *jitter* pode resultar em intervalos de silêncio dentro de um surto de voz, ou diminuir, ou até mesmo eliminar esses intervalos, o que pode causar a perda da inteligibilidade da informação no destino”.

De acordo com Vianna (2006) a taxa de perda de pacotes expressa a quantidade de pacotes não entregues. Este fator pode ocasionar degradação da qualidade de fala visto que a perda dos pacotes dificultará a compreensão da audição plena da fala.

Busca-se então comprovar a hipótese de que o fator R diminui com o aumento do jitter e da taxa de perda de pacotes, por meio da análise de dados obtidas em um experimento de emulação de serviços VoIP sobre a tecnologia IEEE 802.11g, em um ambiente controlado por meio de emulação em laboratório.

6 METODOLOGIA APLICADA

Para responder a questão levantada na Introdução deste trabalho, referente à possibilidade de elaboração um SLA para um serviço de VoIP sobre WLAN, respaldado pelos *frameworks* de governança e gestão de serviços de TIC, e que possibilite a avaliação de qualidade de fala percebida em diferentes cenários CODEC, buscou-se identificar um método para definição de SLA em que a abordagem *top-down* fosse considerada, partindo dos conceitos de governança corporativa para TI, indo ao encontro do correlacionamento entre os *frameworks* de governança e gerenciamento de serviços de TIC.

Aplicou-se então este método de definição de SLA ao serviço de VoIP sobre WLAN, que considerou o fator R, originado no modelo E, como método de avaliação de qualidade de fala percebida. Após a definição deste SLA, foram analisados dados obtidos em estudos anteriores referentes a emulação de serviços VoIP sobre WLAN, para comprovação do modelo de SLA.

A figura 17 apresenta o método proposto para a definição de um SLA em conformidade com os *frameworks* de governança e gestão dos serviços de TIC.

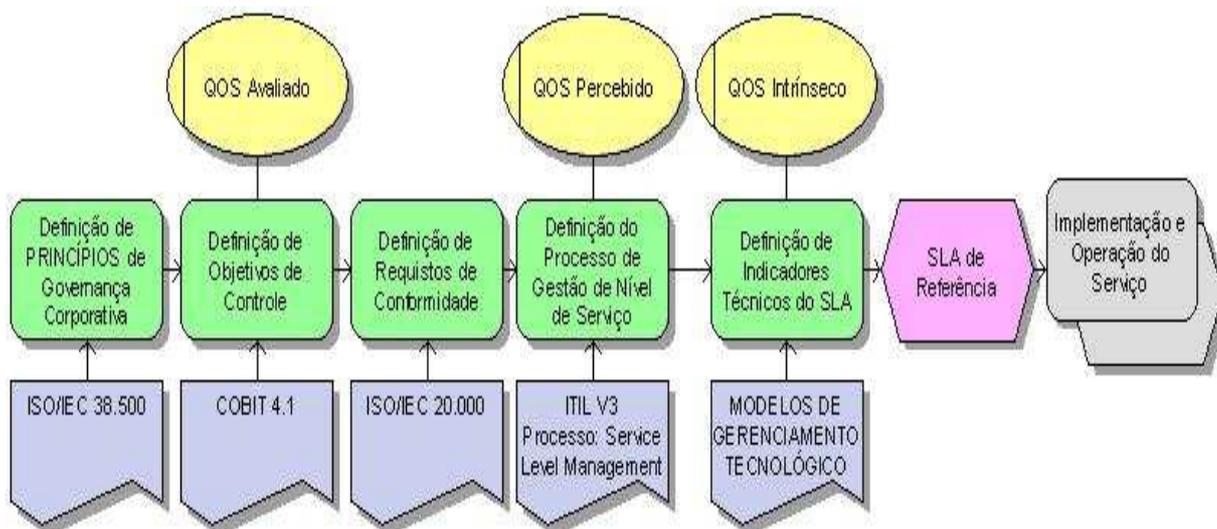


Figura 17. Método de elaboração de SLA apoiado nos *frameworks* de governança e gestão de serviços

Fonte: Elaborado pelo autor

A atividade de Definição de Princípios consiste na análise da norma ISO/IEC 38.500 em busca de princípios de governança que se apliquem ao SLA.

Para gerenciar o atendimento a estes princípios, é necessário que estes sejam traduzidos em objetivos de controle. Estes controles devem ser gerenciáveis e para tanto, o CobiT 4.1 define que é necessário evidenciar a conformidade da gestão do serviço com os critérios de governança. Os objetivos de controle devem fornecer indicadores de QoS Avaliado, que retratem a avaliação de qualidade de um serviço para uma organização.

Uma vez definidos os objetivos de controle, parte-se para um estudo sobre a gestão dos serviços para que possam ser obtidas evidências de conformidade com os *frameworks* certificadores. Utilizou-se para este fim a norma ISO/IEC 20.000-1, que especifica requisitos de conformidade e é base para o processo de certificação internacionalmente reconhecido em qualidade no gerenciamento de serviços de TIC.

Deve-se então definir os processos de gestão do serviço que reflitam os indicadores de QoS Percebida, relativos à percepção de qualidade pelos

usuários. Para esta atividade, adotou-se o processo SLM da versão três do ITIL. Durante a elaboração do SLA, faz-se fundamental identificar quais são as cláusulas do SLA em que modelos de avaliação de QoS intrínseca, relacionadas as medidas técnicas, devem ser inseridos para medir a qualidade de serviço percebida.

Neste ponto da aplicação do método, deve-se definir um SLA de referência que será utilizado como base para as avaliações de qualidade. Uma vez definido o SLA, as próximas atividades são referentes à implantação e gestão do serviço, que deverão atender aos requisitos estabelecidos no SLA.

Nota-se que este modelo de definição de SLA para conformidade com *frameworks* de gestão pode ser aplicado a qualquer serviço de TIC, visto que ele é focado no uso fim-a-fim dos serviços de TIC e não aplicável exclusivamente a um único tipo ou tecnologia de serviços.

Elaborou-se então um SLA de referência para o serviço de VoIP sobre WLAN e a partir dele analisou-se as medidas de fator R, *jitter* e perda de pacotes.

Foram analisadas métricas de fator R coletadas em um ambiente emulado configurado para representar fielmente as características de um ambiente real. Este ambiente se constituiu por meio de uma emulação do uso de comunicação VoIP sobre WLAN num local específico da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, designado como Praça de Alimentação.

A PUC-Campinas oferece acesso à rede WLAN aos discentes, docentes e funcionários neste espaço que é um ambiente coberto, com cerca de 1000 m², o que permite analogia a um ambiente de escritórios, onde a mobilidade requerida na velocidade de pedestre e uso da aplicação VoIP sobre WLAN se faz por meio de microcomputadores.

Para análise da qualidade percebida, definiu-se que o indicador de qualidade de fala inserido no SLA, o fator R, fosse superior a 80, que é o limiar inferior para usuários satisfeitos de acordo com o relacionamento do fator R e da escala do modelo MOS.

O objetivo então foi identificar se o Modelo E permitia a medição do

fator R com diferentes equipamentos CODEC. Analisou-se então a variação na qualidade de fala, com estes diferentes dispositivos e cenários. No ambiente de emulação foi utilizada a ferramenta *Fluke Networks Education 7.0* para medir o fator R por três vezes nos cenários propostos.

O tipo de dispositivo CODEC influi diretamente no cálculo do fator R, entretanto, para a comprovação da hipótese, buscou-se identificar se, independente do cenário ou do dispositivo CODEC utilizado, é possível definir um valor nominal para o fator R que pudesse ser estabelecido como requisito de um SLA. Tal comportamento denotaria que o Modelo E mede as variações de qualidade de fala percebida nos diferentes dispositivos CODEC.

Comparou-se então, nos mesmos cenários, a variação do *jitter* e da taxa de perdas de pacotes. Tais métricas de qualidade de serviço compõem o Modelo E e também servem como base para análises técnicas de sua causa raiz. Comparou-se então a variação destas métricas com a variação do fator R, para analisar o relacionamento entre elas. Foi utilizada a ferramenta *Lantraffic* para medir o jitter e a taxa de perda de pacotes.

6.1 Critérios para o modelo de elaboração de SLA

Para atender ao objetivo deste estudo, foi necessário detalhar o modelo proposto, aplicando-o aos serviços de VoIP sobre WLAN. A figura 18 apresenta a aplicação deste modelo de definição de SLA.

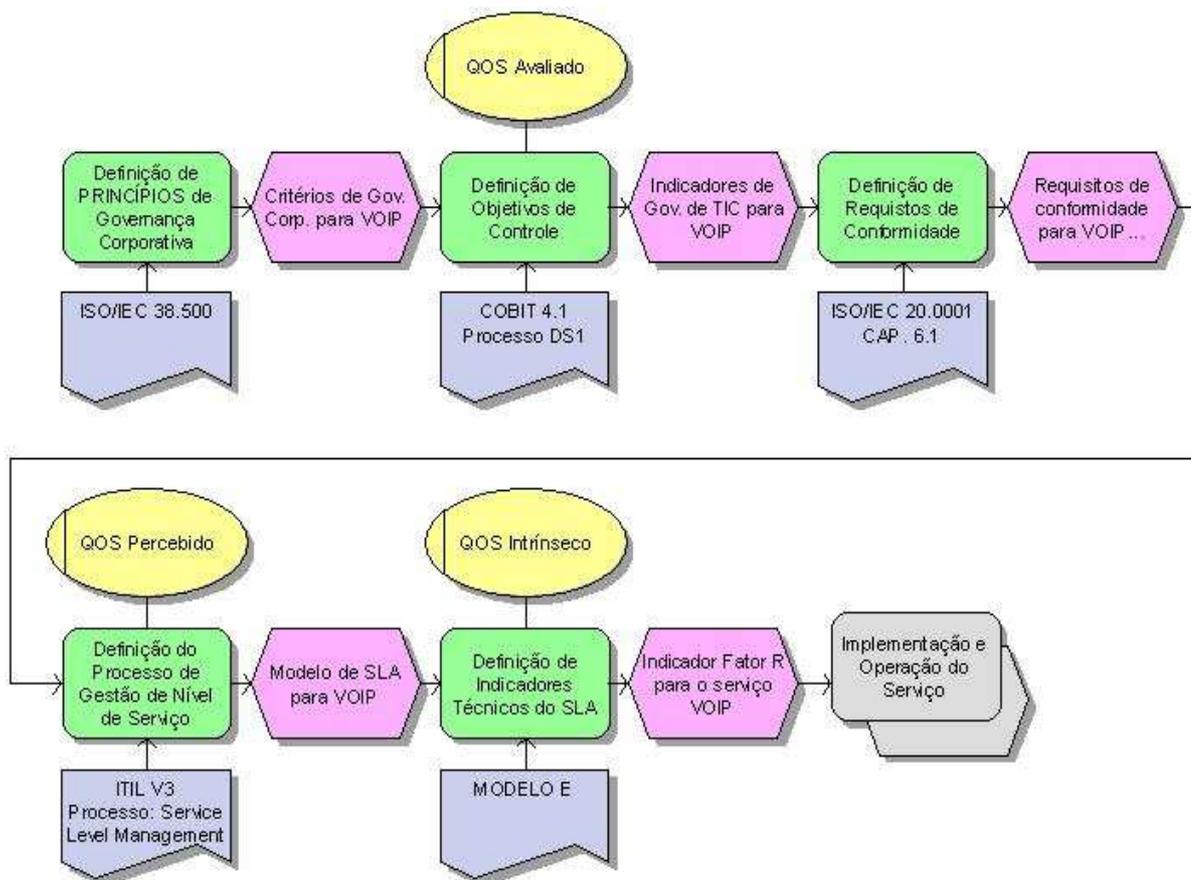


Figura 18. Método de elaboração SLA aplicado ao serviço de VoIP

Fonte: Elaborado pelo autor

A primeira atividade proposta no modelo de elaboração de SLA é buscar nos fundamentos da governança corporativa para TIC os critérios aplicáveis ao serviço de VOIP sobre WLAN.

Os critérios para governança corporativa para TIC foram baseados nos princípios de governança estabelecidos pela norma ISO/IEC 38.500 e estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2. Critérios de Governança Corporativa para TIC

Critérios de Governança Corporativa para TIC de acordo com a ISO/IEC 38.500	
Identificador	Princípio
1	Responsabilidade
2	Estratégia
3	Aquisições
4	Desempenho
5	Conformidade
6	Comportamento Humano

O princípio de Responsabilidade deve influenciar a elaboração de um SLA, visto que são nestes acordos que ocorre o estabelecimento de papéis, responsabilidades, direitos e deveres referentes a todos os envolvidos no SLA.

O princípio de Estratégia não é aplicado diretamente ao SLA, mas é este princípio que define quais serviços tecnológicos devem ser implementados. Entende-se, portanto, que a análise estratégica do serviço VOIP deverá ser baseada nos indicadores de serviços obtidos e nas tendências e necessidades futuras da organização.

O Princípio de Aquisição é aplicado ao SLA, sendo que este princípio visa à transparência no processo de aquisição. Para que o SLA seja formalizado, é necessário que as demais atividades de aquisição e implementação dos serviços tenham atendido a este princípio.

O Princípio de Desempenho é o que tem maior aderência ao SLA, sendo que é por meio deste princípio que se faz necessário definir, acordar e medir o desempenho do serviço, em suas características técnicas e funcionais.

O princípio de Conformidade é aplicável ao SLA, sendo que é recomendado que todos os requisitos de conformidade sejam claramente expressos no SLA.

O princípio de Comportamento Humano é aplicável ao SLA, visto que

por meio deste princípio devem ser resguardadas características de serviço que respeitem o comportamento humano.

A segunda atividade do modelo proposto é buscar na governança de TIC os critérios necessários para apoiar os critérios da governança corporativa para TIC. Buscou-se então no CobiT estes critérios e identificou-se os objetivos de controle apresentados no processo DS1- Definir e Gerenciar Níveis de Serviço.

O CobiT em sua versão 4.1 define seis objetivos de controle para o processo DS1, conforme descritos na tabela 3.

Tabela 3. Objetivos de controle DS1 – CobiT 4.1

COBIT 4.1 - PROCESSO DS1		
Sigla	Objetivo de Controle	Descrição Sucinta
DS1.1	Modelo de referência para Gestão de Níveis de Serviço	Definir um modelo de referência que formalize o processo de gestão de níveis de serviço entre clientes e provedores de serviços
DS1.2	Definição de serviço	Definir os serviços baseados em suas características e requisitos de negócio.
DS1.3	Acordos de Nível de Serviço (SLA)	Definir e formalizar SLA
DS1.4	Acordos de Nível Operacional (OLA)	Definir e formalizar OLA
DS1.5	Prestação de contas dos níveis de serviço atingidos	Definir um processo de prestação de contas do nível de serviço atingido e seus critérios de desempenho
DS1.6	Análise de SLA e contratos	Revisar regularmente os SLA e os contratos com os fornecedores

Observa-se que o objetivo de controle DS1.1 requer definição de um modelo de referência para a gestão de serviços, o que o torna a adoção de um modelo que seja internacionalmente requerido uma alternativa para atender este objetivo de controle. O objetivo de controle DS1.2 cobra que os serviços sejam definidos de acordo com a necessidade dos negócios. Nota-se que nos objetivos de controle DS1.3 e DS1.6 há uma menção clara aos SLA, enquanto no DS1.4 são referenciados outro tipos de acordos, que são os de nível operacional, que

visam sustentar o SLA definido com o cliente. Para atender ao objetivo de controle DS1.5 a prestação de contas sobre os serviços e a comparação com os níveis de serviço acordados deverá ser baseada nos critérios definidos no SLA.

Para fundamentar o modelo de referência para gestão de serviços preconizado no objetivo de controle DS1.1 utilizou-se o *IT Infrastructure Library* (ITIL), em sua versão 3, como base o processo de Gestão de Nível de serviço, ou *Service Level Management* (SLM).

Para atender aos objetivos de controle DS1.2 e DS1.5 e DS1.6, buscou-se, além do ITIL, modelos de avaliação de qualidade de fala percebida que pudessem ser definidos e monitorados. Investigou-se na *International Telecommunications Union* (ITU) estudos relacionados à medição de qualidade de fala em VoIP, especificamente o Modelo E.

A norma ISO/IEC 20.000-1 especifica dentre outros requisitos que todos os serviços devem ser definidos, acordados e documentados em um ou mais SLA e que este deve ser monitorado em relação aos seus objetivos, mostrando sempre as informações atuais e suas tendências de evolução. As causas de não conformidade devem ser relatadas e analisadas criticamente. Ações para melhoria dos serviços devem ser registradas para fornecer informações para planos de melhoria nos serviços.

Os critérios de conformidade aplicáveis aos processos de gestão de nível de serviços estão apresentados na tabela 4.

Tabela 4. Requisitos de Conformidade Gestão de Nível de Serviços - ISO/IEC 20.001

Requisitos de Conformidade Gestão de Nível de Serviços - ISO/IEC 20.001	
Identificador	Descrição
1	A gama completa de serviços a ser fornecidos juntamente com o correspondente nível de serviço deve ser acordada entre as partes, registrado e formalizado.
2	Cada serviço prestado deve ser definido, acordado e documentado em um ou mais SLA.
3	Os SLA e seus contratos de apoio devem ser acordados entre as partes e registrados e formalizados;
4	O SLA deve ser mantido por revisões periódicas pelas partes para garantir que estão atualizados e permanecem efetivos através do tempo.
5	Níveis de serviço devem ser monitorizados e relatados ao encontro dos objetivos, mostrando informações atuais e suas tendências.
6	As razões para a não-conformidade devem ser comunicadas e analisadas. As ações de melhoria identificadas durante esse processo devem ser registradas para contribuir para melhoria contínua do serviço.

É possível observar que os requisitos 2, 3 e 4, apresentados na tabela 4, fazem menção direta uma cláusula de um SLA, no caso, a de monitoração e revisões periódicas. Entretanto todas as demais tratam do SLA indiretamente, pois se referem primeiramente ao processo de SLM. Nota-se então que a norma ISO 20.001 pouco define sobre um SLA em si, mas esta diretamente alinhada a seu propósito, que no capítulo 6.1 pretende estabelecer requisitos para o processo de SLM.

Buscou-se então identificar na versão três do ITIL quais as atividades relacionadas do processo de SLM. Entretanto, como a implementação dos processos pode depender de cada organização, optou-se por analisar também os indicadores do serviço, que em vias gerais, pretender analisar o processo de SLM de um modo geral. Os indicadores do processo de SLM da versão 3 do ITIL estão apresentados na tabela 5.

Tabela 5. Indicadores do processo de Gerenciamento de Níveis de Serviço –ITIL

Indicadores do Processo de Gerenciamento de Nível de Serviços ITIL V3	
Identificador	Descrição
1	Percentual de aumento da percepção de satisfação com o atendimento do SLA.
2	Percentual de redução de custos referentes á provisão do serviço.
3	Percentual de serviços que possuem evidência de seu desempenho, conforme o SLA.

O indicador 1 está diretamente relacionado a qualidade percebida, que no caso do serviço VoIP sobre WLAN é relacionada a qualidade de fala. O indicador 2 esta relacionado ao alinhamento estratégico do serviço de VoIP sobre WLAN com as estratégias de custos de TIC. O indicador 3 implica na possibilidade de análise de evidencias da prestação do serviço, o que faz com o método de análise de qualidade de fala seja produza evidências de qualidade.

Baseados nestes indicadores e no valor do serviço VoIP sobre WLAN, identifica-se que a percepção de qualidade esperada do serviço deve estar explícita no SLA para que seja possível estabelecer os níveis de serviços desejados e a sua agregação de valor.

6.2 Definição de SLA piloto

Ao seguir na metodologia, faz-se fundamental definir um SLA piloto para comprovação da aderência aos *frameworks*. A base para a elaboração deste SLA foi o modelo proposto na versão três do ITIL.

Foram definidas duas entidades, uma denominada Fornecedor, que

representa o Fornecedor do serviço VoIP, que pode ser interno ou externo à organização. A segunda entidade definida é a entidade Cliente, que é responsável por definir e contratar o serviço VoIP de acordo com as características de seu negócio.

- **Definição das Partes Envolvidas:** Nesta cláusula devem ser relacionados todos os envolvidos na prestação e suporte do serviço. A elaboração desta cláusula atende parcialmente ao princípio de Responsabilidade de governança corporativa para TIC, visto que define claramente as partes envolvidas no serviço. Todas as responsabilidades dos envolvidos serão descritos nas demais cláusulas do SLA. Também são definidas nesta cláusula qual o prazo de validade do SLA e quais os períodos de revisão, atendendo assim ao requisito 1 referente à norma ISO 20.000-1 que especifica que todos os serviços têm que ser analisados periodicamente e seus objetivos e metas revistos para alinhamento aos negócios.
- **Descrição do serviço:** Nesta cláusula deve ser elaborada uma descrição pormenorizada para incluir as principais funções empresariais apoiadas pelo serviço, assim como todos os produtos e informações relevantes ao serviço descrito, incluindo-se ainda sua escala de uso, prioridades e impactos para a organização. Esta cláusula atende ao objetivo de controle DS1. 2 do CobiT, que recomenda que os serviços sejam claramente descritos. Atende também ao requisito 2 da norma ISO/IEC 20.001, que requer que cada serviço prestado deve ser definido, acordado e documentado em um ou mais SLA. A descrição do serviço atende também ao princípio de desempenho da norma ISO/IEC 38.500, pois segundo este princípio, todas as soluções de TIC devem ser desenhadas para atender aos requisitos da organização.
- **Escopo do SLA:** Nesta cláusula são especificadas quais atividades fazem parte do acordo. O ITIL v3 recomenda que nesta cláusula sejam também explícitas as atividades que não fazem parte do serviço. Por se tratar de um refinamento da descrição do serviço, esta cláusula apóia a o objetivo de controle DS1.2, requisito 2 da norma ISO/IEC 20.001 e no princípio de Desempenho da norma ISO/IEC 38.500.

- **Horários do Serviço:** Deverão ser definidos os horários normais de funcionamento do serviço, assim como procedimentos para agendar o serviço em horários especiais. Um exemplo de horários de serviço é a definição de qual os dias e horas em que o serviço estará. A definição dos horários de serviço é importante para o cálculo da disponibilidade de serviço, visto que esta será medida apenas nos horários de serviços acordados no SLA. Por se tratar também de um refinamento da descrição do serviço, esta cláusula apóia a o objetivo de controle DS1.2, requisito 2 da norma ISO/IEC 20.001 e no princípio de Desempenho da norma ISO/IEC 38.500, assim como as duas anteriores.
- **Disponibilidade do Serviço:** Esta cláusula refere-se objetivos de disponibilidade dos serviços aos qual o fornecedor deverá atender. Para tanto, considera-se como disponibilidade do serviço o percentual total de disponibilidade dos serviços dentro dos horários de serviços estabelecidos, excluindo-se as paradas de manutenção programadas e acordadas entre o cliente e o prestador do serviço. É importante notar que a disponibilidade do serviço prevê que ele esteja acima do nível tolerável de uso; abaixo disso, o serviço é considerado indisponível. Neste ponto se faz fundamental identificar um indicador de qualidade de fala que forneça limiares claros entre a qualidade mínima aceitável para uma ligação VoIP, sem a qual o serviço será considerado indisponível. É neste ponto que o fator R atua como um elo entre os indicadores de qualidade de fala e os frameworks de governança de TIC, assegurando que um indicador técnico baseado em qualidade de serviço represente um indicador de disponibilidade do serviço, afetando diretamente a qualidade de serviço avaliada. Os Valores de Desempenho e Comportamento Humano podem influenciar esta cláusula, assegurando que a disponibilidade do serviço seja um elemento da mensuração do desempenho do serviço e que considere a qualidade de fala percebida como um elemento do cômputo do SLA.
- **Confiabilidade do serviço:** A confiabilidade do serviço refere-se ao número de interrupções toleradas no serviço em um determinado período

de tempo ou número máximo de interrupções de serviço que pode ser tolerada durante um período acordado. A definição específica do que é ruptura de um serviço deve ser detalhada e caracterizada, para evitar desentendimentos conceituais. Como esta cláusula atende a um detalhamento da descrição do serviço, esta cláusula apóia o objetivo de controle DS1.2, requisito 2 da norma ISO/IEC 20.001 e no princípio de Desempenho da norma ISO/IEC 38.500.

- **Atendimento ao Usuário:** Detalhes de como entrar em contato com o suporte ao serviço, assim como o horário de funcionamento do suporte e procedimentos e autorizações devem ser definidos pelos clientes. É nesta cláusula que deverão ser definidas as metas para gestão de incidentes no serviço, considerando-se limites de tempo, de qualidade e de custos. É importante esclarecer quais são os serviços de suporte não prestados ao usuário, para que este não suponha disponibilizar de serviços aos quais não foram contratados pelo cliente. É necessária uma definição do que seja uma resposta ao incidente. Entende-se como resposta ao incidente como a resolução e recuperação do serviço ao qual o incidente afetou. Entretanto, estas definições devem ser estabelecidas a cada SLA, tomando-se as devidas precauções para manutenção da coerência entre os diversos SLA. Esta cláusula atende aos valores de Desempenho, ao definir as situações em que um usuário poderá solicitar suporte e também ao princípio de Comportamento Humano, visto que estabelece como o serviço deve prezar pelos valores de respeito pessoal no atendimento aos usuários.
- **Pontos de contato e de escalada:** Os detalhes dos contatos no âmbito de cada uma das partes envolvidas no acordo e o processo de escala de incidentes devem ser esclarecidos nesta cláusula do contrato. Recomenda-se também a definição de um processo e um canal para queixas e reclamações sobre o serviço. Esta cláusula atende ao princípio de Desempenho, pois os contatos e pontos de escalada devem atender aos requisitos do negócio, além do objetivo de controle e ao requisito 2 da ISO norma ISO/IEC 20.001.

- **Desempenho do serviço:** Detalha-se o tempo de resposta esperado dos serviços de TIC. Isto deve incluir indicação do volume de tráfego, *throughput*, limitações e dependências de serviços. Para esta cláusula, que atende generalizadamente a todos os frameworks alvo deste trabalho, deve-se estabelecer um limiar de referência para o desempenho do serviço. Neste ponto, a definição do fator R e sua escala comparada a escala do modelo MOS, fornece subsídios para a definição dos limiares de desempenho. O princípio de Desempenho orienta que o desempenho do serviço deve ser aderente as necessidades da organização e é atendido por esta cláusula do SLA, assim como o princípio de Comportamento Humano, uma vez que a análise de qualidade de fala foi apoiada em um modelo de avaliação de qualidade percebida, respeitando assim os critérios referentes ao comportamento humano no uso do serviço. Ao se definir os critérios de desempenho do serviço, está se fundamentando a possibilidade do requisito 5 da norma ISO/IEC 20.001, que prega que o desempenho do serviço deve ser avaliado perante os requisitos estabelecidos.
- **Gerenciamento de Mudanças:** Nesta cláusula deve ser realizada uma breve referência para o processo de Gerenciamento de Mudanças adotado pela organização, reforçando a necessidade de conformidade com este processo. Qualquer mudança no SLA deve ser submetida ao processo de gestão de mudanças, assegurando assim a conformidade com o item 3 da norma ISO 20.001 e ao objetivo de controle DS1.2
- **Continuidade dos Serviços:** Nesta cláusula deve ser elaborada uma menção ou referência para os planos de continuidade de negócios da organização. Pormenores de quaisquer responsabilidades específicas de quaisquer dos envolvidos e detalhes da invocação de planos e de cobertura de quaisquer questões de segurança, devem ser explicitamente explicados. O valor Responsabilidade mais uma vez é respaldado pelo SLA.
- **Segurança e Conformidade dos Serviços:** Uma breve descrição ou referência à Política de Segurança (abrangendo questões como controles

de senhas, violações, softwares não autorizados, vírus, etc.) deve ser elaborada nesta cláusula do SLA. Devem ser descritas também todas as legislações aplicáveis ao serviço e os processos de conformidade a estas normas e requerimentos. Essa cláusula atende diretamente ao princípio de Conformidade, no qual é requerido em conformidade com toda legislação e regulamentação aplicável. Por se tratar de um refinamento da descrição do serviço, esta cláusula apóia o objetivo de controle DS1.2, requisito 2 da norma ISO/IEC 20.001 e o Princípio de Desempenho da norma ISO/IEC 38.500.

- **Responsabilidades:** Detalham-se as responsabilidades de todas as partes envolvidas no serviço e as suas responsabilidades acordadas, incluindo cliente, fornecedores e também os usuários do serviço. Esta cláusula atende diretamente ao princípio de Responsabilidade.
- **Cobrança:** Explicita-se qualquer fórmula de cobrança utilizada assim como os processos de faturamento; condições de pagamento devem ser inclusas. Deverá incluir detalhes de quaisquer sanções financeiras ou bônus que será pago se metas de serviço não forem atendidas as expectativas. Por se tratar de um refinamento da descrição do serviço, esta cláusula apóia o objetivo de controle DS1.2, requisito 2 da norma ISO/IEC 20.001 e o Princípio de Desempenho da norma ISO/IEC 38.500.
- **Revisão e informações sobre o serviço:** Inclui o conteúdo, a periodicidade e a distribuição de relatórios de serviço, bem como a frequência das reuniões de análise de verificação do serviço. Também detalhes de como e quando os SLA e os serviços conexos terão suas metas revistas. Esta cláusula atende aos requisitos 4 e 6 da norma ISO /20.001, nos quais tratam, respectivamente de revisões periódicas e análises críticas do serviço. Esta cláusula atende também aos objetivos de controle DS1.5 e 1.6 do CobiT
- **Glossário:** Explica-se as abreviaturas ou qualquer terminologia utilizada, para ajudar a compreensão dos clientes.
- **Folha de alteração:** Deve-se utilizar esta cláusula para incluir um registro

de quaisquer alterações acordadas, com detalhes das alterações, as datas e os signatários. Deve também conter informações sobre o histórico de mudanças no documento e suas revisões.

A tabela 6 apresenta as cláusulas de um SLA baseado na versão 3 do ITIL e seu correlacionamento com os demais *frameworks*.

Tabela 6. Correlacionamento de *frameworks*

ITIL VERSÃO 3	ISO/IEC 20.001	COBIT 4.1	ISO/IEC 38.500	MODELO E
Cláusulas do SLA	Requisito	Objetivo de Controle	Princípio	Fator R
Definição das partes envolvidas	1	Não Aplicável	Responsabilidade	Não Aplicável
Definição do serviço	2	DS 1.2	Desempenho	Não Aplicável
Escopo do SLA	2	DS 1.2	Desempenho	Não Aplicável
Horários de serviço	2	DS 1.2	Desempenho	Não Aplicável
Disponibilidade do serviço	2	DS 1.2	Desempenho Comportamento Humano	Aplicável
Confiabilidade do serviço	2	DS 1.2	Desempenho	Não aplicável
Atendimento ao usuário	2	DS 1.2	Desempenho Comportamento Humano	Não aplicável
Pontos de contato e escalada	2	DS 1.2	Responsabilidade	Não aplicável
Desempenho do serviço	5	DS 1.2	Desempenho Comportamento Humano	Aplicável
Gerenciamento de mudanças	2 3	DS 1.2	Estratégia	Não Aplicável
Segurança e conformidade dos serviços	2	DS 1.2	Conformidade	Não Aplicável
Responsabilidades	1	DS 1.3	Responsabilidade	Não Aplicável
Cobrança		DS 1.3	Estratégia	Não Aplicável
Revisões e informações sobre o serviço	4 6	DS 1.6 DS 1.5	Estratégia	Aplicável

É importante notar que as cláusulas do SLA propostos na versão três do ITIL possuem respaldo de todos os *frameworks* envolvidos, porém não de todos os seus requisitos. Entende-se que este fato se deve aos *frameworks* serem orientados ao processo de SLM, e não ao SLA em si. Diante disto, é possível afirmar que todos os princípios, objetivos de controle e requisitos de conformidade que não são aplicáveis ao SLA são aplicáveis ao processo de SLM.

É importante notar também que o fator R foi inserido nas cláusulas de Desempenho; este fator é considerado um indicador de desempenho de qualidade de fala. Foi também referenciado na cláusula de disponibilidade do serviço, onde o mesmo limiar definido para a cláusula de Desempenho pode ser considerado como mínimo desempenho tolerável, e cujo valor inferior o limite mínimo poderá ser considerado como serviço indisponível. O fator R também foi adicionado na medição e comprovação dos valores, uma vez que este pode ser utilizado para comprovação das avaliações de qualidade de fala.

Entretanto, é necessário analisar o comportamento do Modelo E em diferentes cenários e CODEC. A análise buscou identificar a variação do fator R medido em quatro dispositivos CODEC distintos para observar a variabilidade entre eles.

6.3 Ambiente de emulação

Para assegurar a confiabilidade do experimento, partiu-se de estudos anteriores efetuados no laboratório de Sistema Rádio da Faculdade de Engenharia Elétrica da PUC-Campinas, que definiram a bancada de emulação de comunicação sem fio em um sistema cabeado. Nesta banca, o ponto de acesso (AP) que se conecta ao HUB é abrigado em uma caixa blindada. Este dispositivo envia sinais por meio de um cabo coaxial, sinal este que é recebido por um

dispositivo atenuador, cuja função é atuar na portadora de modo que seja possível emular os fenômenos pertinentes à propagação. O atenuador é gerenciado por um circuito de controle, composto por um conversor analógico digital e também por um circuito que oferece a regulagem do ganho do sinal, conforme apresentado na figura 19.



Figura 19. Bloco de controle

Fonte: GOES; BRANQUINHO, REGGIANI, 2007, p.234.

Para coleta dos dados referentes ao MODELO E, o experimento anterior utilizou da ferramenta de software *Fluke NetworkProtocol Education 7.0* Além disso, houve um sistema de software com a função de gravador a voz entre o pontos de acesso e de medidas, para a comparação da qualidade de voz, com a rede estável e com a rede sofrendo degradação por aumento das distâncias.

Os testes foram repetidos para os dispositivos CODEC G729, G711, G723 e GSM. É importante ressaltar aqui que a intenção não é avaliar qual o melhor CODEC, mas sim avaliar se a variação dos valores obtidos no modelo E é proporcional independentemente do cenário ou do codificador utilizado. Os cenários de testes considerados neste trabalho são mostrados na figura 20:

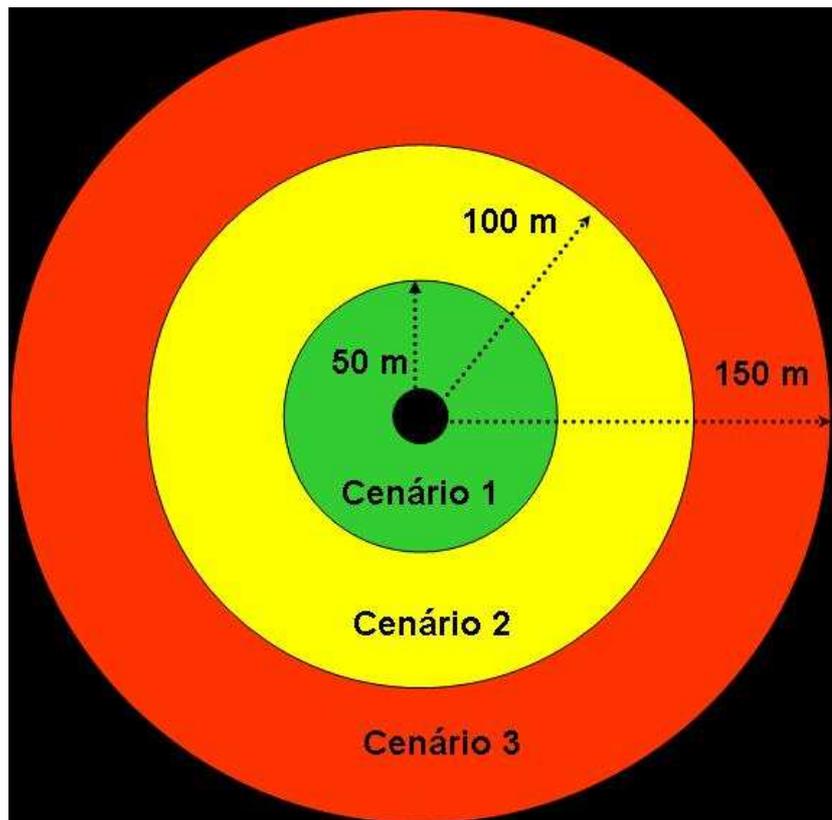


Figura 20. Cenários de Teste

Fonte: Elaborado pelo autor

Na emulação, o receptor foi deslocado em 50, 100 e 150 metros de distância do transmissor. Estas distâncias foram obtidas por meio de regulação de tensão do atenuador.

7 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

A análise dos dados obtidos na emulação de serviços VoIP sobre WLAN possibilitaram as análises da variação dos valores do fator R, do *jitter* e da taxa de perda de pacotes, nos três diferentes cenários com os quatro dispositivos CODEC escolhidos para o experimento.

Buscou-se identificar se o Modelo E poderia ser aplicável aos quatro dispositivos CODEC escolhidos. Para tanto, definiu-se que o valor de referência para a medição de qualidade de fala percebida estivesse entre 90 e 80 pontos do fator R. Estes valores são os limiares do indicador para definir uma situação em que os usuários do serviço estão satisfeitos. Dada esta definição, entende-se que o valor 80 é considerado o valor mínimo tolerável para a análise em questão. Sendo assim, quaisquer valores inferiores a 80 pontos de fator R indicam que o serviço está indisponível. Buscou-se então analisar as medições do fator R nos cenários onde a distancia de 50m, 100m e 150m entre o transmissor e o receptor.

A Tabela 7 apresenta os resultados do fator R nos Cenários experimentados.

Tabela 7. Fator R dos dispositivos CODEC nos Cenários de teste

CENÁRIO	CODEC			
	G729	G711	G723	GSM
1	90	60	80	60
2	60	50	60	50
3	50	40	50	50

No cenário 1, onde foi emulada uma distancia de 50 metros, o CODEC G729 atingiu um fator R de 90 pontos e correlacionando-se a escala do modelo

MOS, pode-se dizer que neste cenário todos os usuários estavam satisfeitos, tendendo a muito satisfeitos com a qualidade de fala. Neste cenário, o objetivo do SLA de 90 pontos de fator R foi atendido.

Uma pontuação semelhante foi concedida ao CODEC G723, que obteve o fator R de 80 pontos, com correlação MOS de usuários satisfeitos, porém no limiar inferior, tendendo a alguns usuários insatisfeitos. Mesmo assim, é possível afirmar que o SLA foi cumprido. Entretanto os dispositivos CODEC G711 e GSM apresentaram uma qualidade percebida muito ruim, com valores médios de 60 pontos para o fator R, o que caracteriza que muitos, ou aproximadamente todos os usuários estão insatisfeitos.

Nestes casos, é possível dizer que o serviço de VoIP sobre WLAN estava indisponível para estes dispositivos CODEC. O cenário 1 foi o que apresentou melhor QoS Percebida. Nos cenários 2 e 3, todos os equipamentos CODEC apresentaram um fator R muito baixo, sendo possível identificar que todos os usuários estão insatisfeitos.

O gráfico 1 apresenta o Fator R por CODEC, onde é possível analisar o desempenho de cada um nos três cenários de teste.

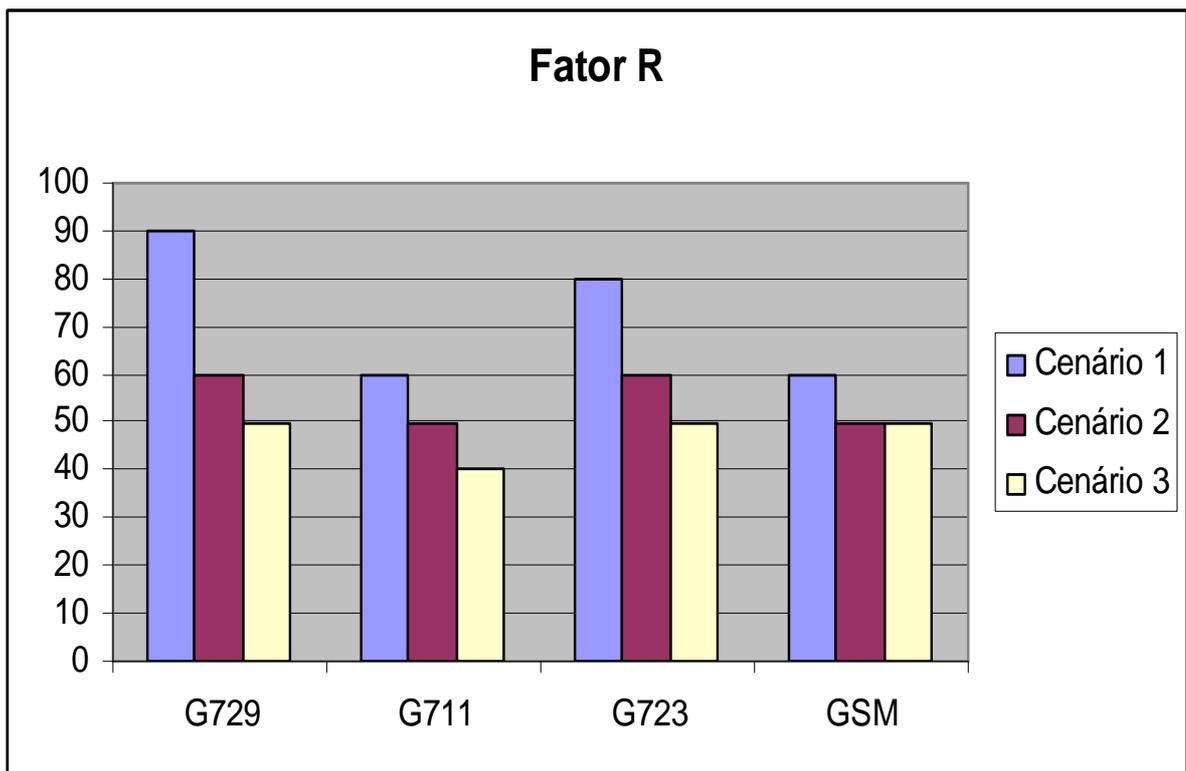


Gráfico 1. Fator R por CODEC

Neste gráfico é possível notar que o aumento da distancia interfere diretamente no fator R e, portanto, na qualidade de serviço percebida.

Nota-se que o CODEC G729 foi o que teve o melhor desempenho e também o que sofreu a maior degradação da qualidade de fala percebida devido ao aumento da distancia. Nota-se também que CODEC GSM apresentou resultados ruins nos três cenários, porém manteve o valor de qualidade de fala percebida nos cenários 2 e 3.

O gráfico 2 apresenta a variação do fator R por cenários.

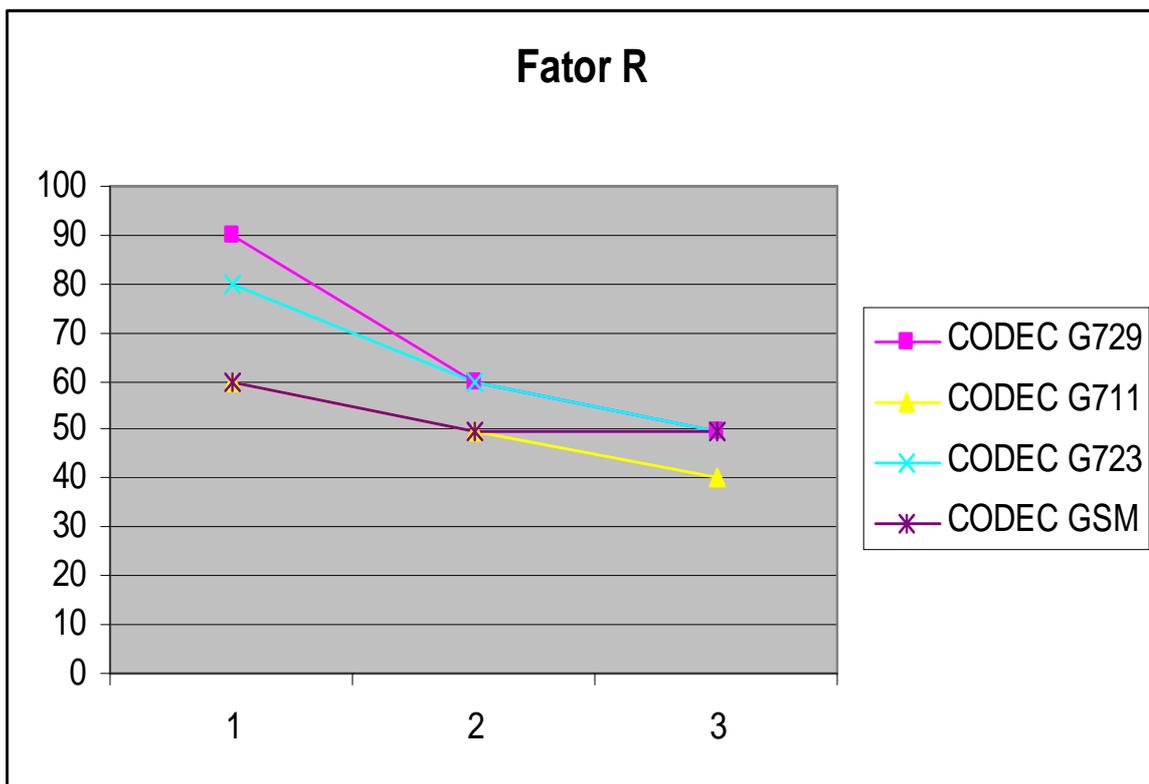


Gráfico 2. Distribuição do fator R por cenários.

Observa-se então que a distância ao ponto de acesso é fator que influencia na avaliação de qualidade de fala percebida em redes locais sem fio. No gráfico 2 nota-se que todos os codificadores obedeceram a uma mesma tendência de queda de qualidade de fala proporcional ao aumento de distância, com exceção do codificador GSM que apresentou pouca variação neste sentido.

O cenário 1 a uma distância de 50 metros, foi o ponto de maior divergência no fator R com variabilidade de 30%. Esta variabilidade diminui no cenário 2, onde a variabilidade fica em torno de 15% e se mantém no cenário 3, onde se observa que o fator R para o codec G711 foi o que teve a pior qualidade de fala e todos os demais apresentaram um valor de fator R em torno de 60 pontos.

O fator R como indicador de um SLA e sua correlação com a escala de qualidade do modelo MOS, permite observar que no cenário 1 a avaliação é de que quase todos os usuários estão satisfeitos com o serviço, em virtude da média

das avaliações estarem entre 80 e 90 pontos. Porém caracteriza-se uma tendência de queda na qualidade de acordo com o aumento da distância.

No cenário 3, a avaliação deste indicador de SLA informa que os usuários estão muito insatisfeitos, visto que a média de pontuação fica por volta de 60 pontos. Sendo assim, constata-se que o aumento da distância entre emissor e receptor fez com que a qualidade de fala fosse degradada.

Baseado nestas análises é possível afirmar que o Modelo E fornece um indicador de SLA de VoIP sobre WLAN e que este modelo é válido quando aplicado sobre os dispositivos CODEC G729, G711, G723 e GSM.

Para analisar se as causas técnicas desta variação podem ser identificadas a partir do modelo, foram analisados alguns componentes do Modelo E, para buscar identificar tendências de melhorias técnicas na rede de comunicação de dados. Os componentes analisados foram o *jitter* e o atraso de pacotes.

Na Tabela 8 é possível observar um resumo das medidas de *Jitter* em milissegundos para os três cenários e os quatro CODEC utilizados.

Tabela 8. Resumo de *Jitter* em ms

CENÁRIO	CODEC			
	G729	G711	G723	GSM
1	569	449	585	1294
2	3903	1802	3403	2402
3	6378	6818	4980	6333

O gráfico e mostra estes resultados.

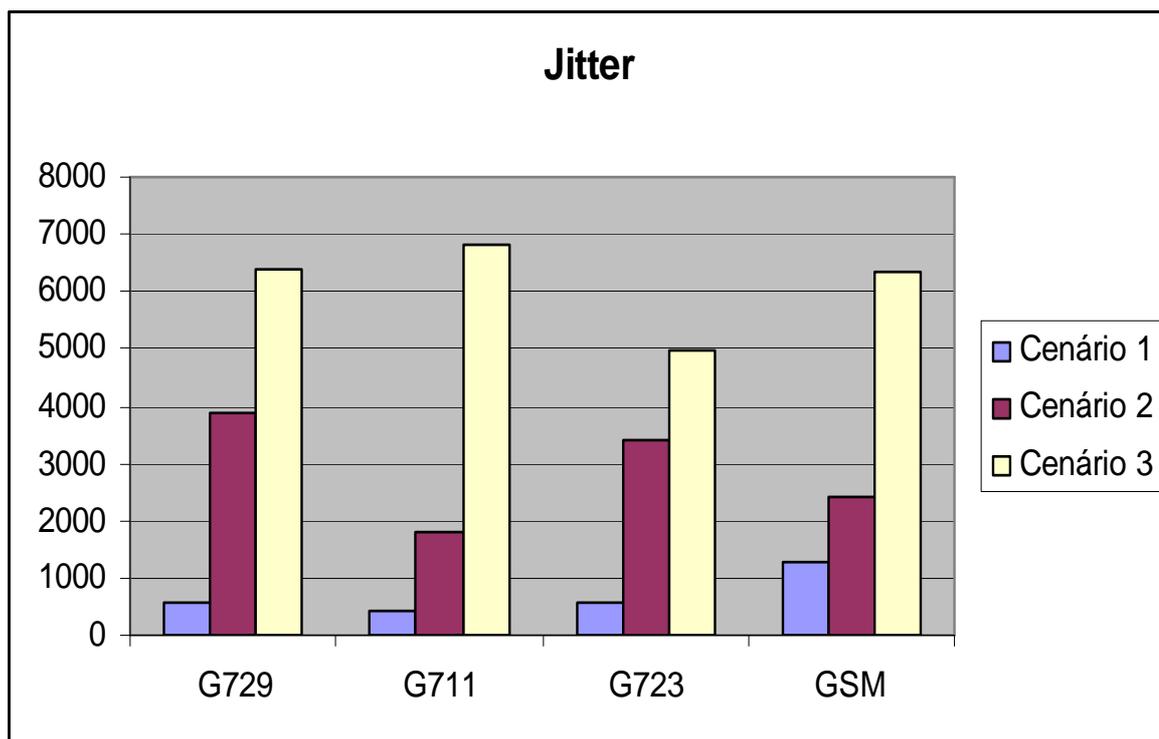


Gráfico 3. *Jitter* em ms por CODEC

Ao observar o gráfico 3 é possível perceber que o jitter no CODEC G729 teve um aumento significativo do cenário 1 para o cenário 2 e que este aumento persistiu, em taxa menor, do cenário 2 para o cenário 3. Já no CODEC G711, houve um pequeno aumento de jitter nos dois primeiros cenários, e um aumento de mais de 300% na mudança do cenário 2 para o cenário 3, atingindo o maior jitter de todos os equipamentos avaliados. O mesmo aumento abrupto de jitter dos cenários 2 e 3 pode ser observado também quando se analisa o CODEC GSM, porém neste caso com uma variação menor entre os dois casos. Neste cenário, o CODEC G723 foi o que apresentou o menor valor para o jitter.

No gráfico 4 é possível observar que houve uma tendência de aumento do *jitter* de acordo com o aumento da distância.

A variação de *jitter* entre os diferentes CODEC foi maior no cenário 2 e menor no cenário 1, sendo que no cenário 3 o CODEC GSM destaca-se por ser o único abaixo dos 5000 ms, enquanto todos os demais dispositivos CODEC estão acima de 6000 ms.

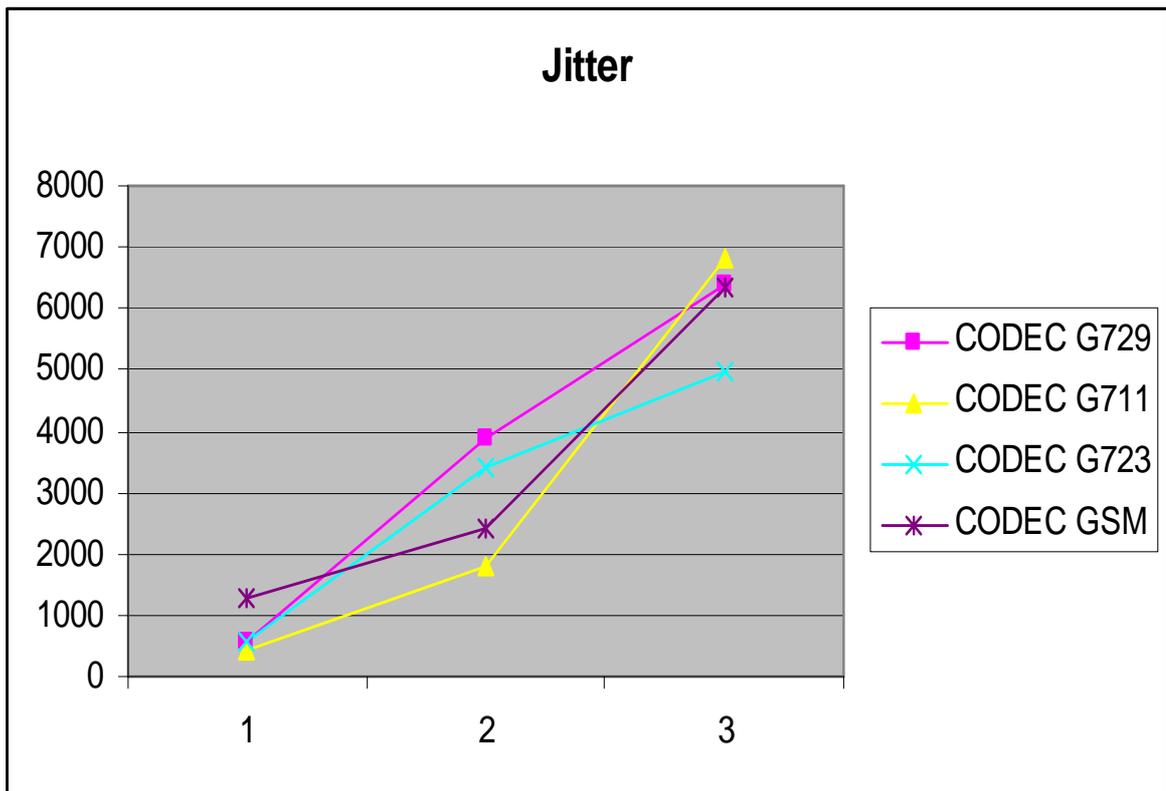


Gráfico 4: *Jitter* em ms por cenários

Baseado nestas análises é possível afirmar que as variações de *jitter* refletem-se no indicador de fator R. Entretanto não é possível afirmar que há uma relação unívoca, pois se pode observar que no CODEC GSM, enquanto o fator R apresentou estabilidade para os cenários 2 e 3, a variação de *jitter* foi a segunda maior entre os equipamentos CODEC comparados.

Foram analisadas também as taxas de perdas de pacotes em busca de sua relação com a variação do fator R.

No gráfico 5 pode-se observar que o CODEC G711 foi o que apresentou a maior taxa de perda de pacotes no cenário 3, enquanto o CODEC GSM foi o que apresentou o melhor desempenho neste cenário.

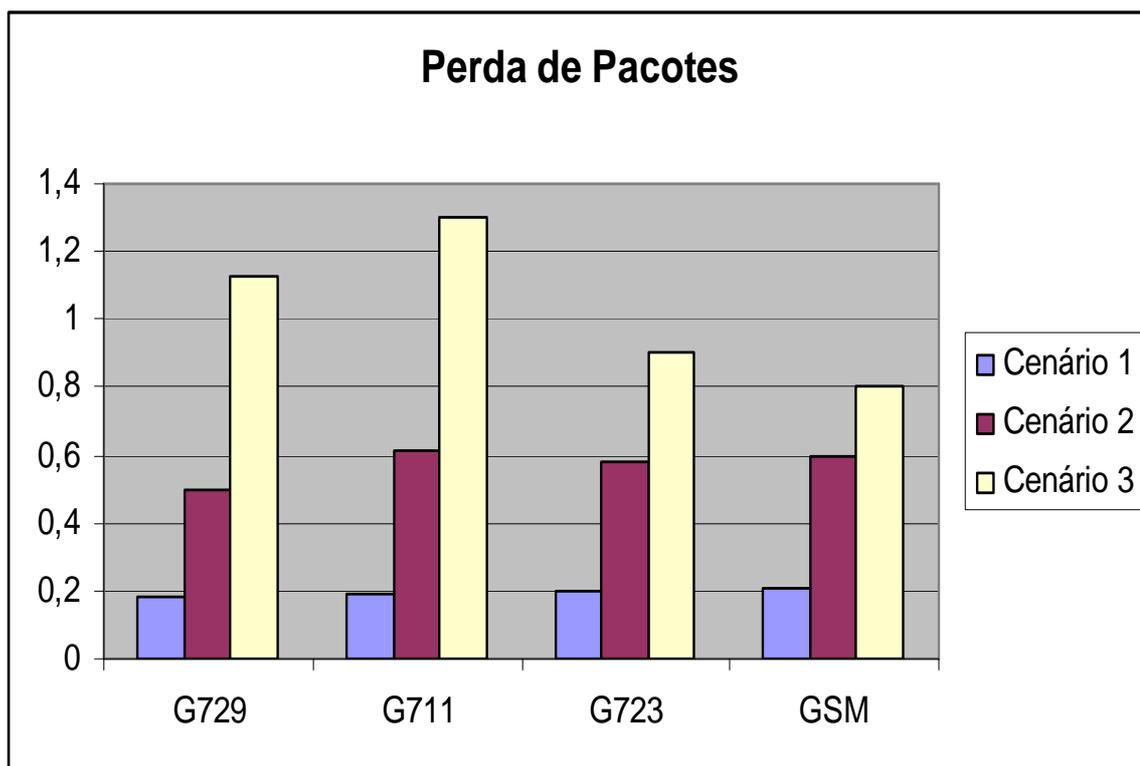


Gráfico 5. Perda de pacotes por CODEC (em %)

No gráfico 5 é também possível observar que no cenário 1, houve pouca variabilidade na taxa de perda de pacotes, apesar de serem apresentados valores do fator R com bastante variabilidade entre os diferentes dispositivos CODEC, quanto comparado a este mesmo cenário.

A variabilidade da taxa de perda de pacotes sofre um pequeno aumento no cenário 2 e uma grande variabilidade no cenário 3, onde o CODEC G729 apresenta a maior taxa de perda de pacotes e o CODEC GSM a menor (Gráfico 6).

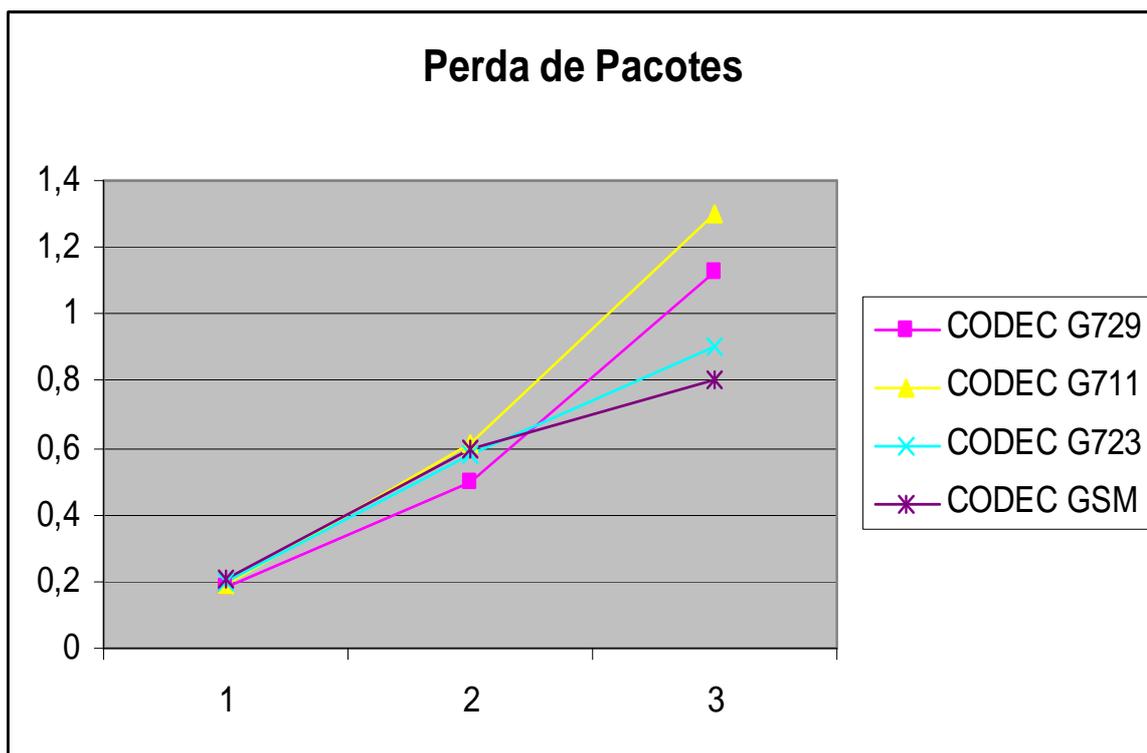


Gráfico 6. Perdas de pacotes por cenários (em %)

Observa-se que no cenário 1, tanto o *jitter* quanto a taxa de perda de pacotes apresentaram valores baixos, inversamente proporcionais aos do fator R neste cenário.

Nota-se que, neste cenário, o comportamento destas métricas manteve uma relação de causa e efeito. No cenário 2, ambas as medidas tiveram aumento e mantiveram a relação ao fator R. Entretanto, nota-se que os valores da taxa de perdas de pacotes apresentaram uma variabilidade menor que os as medidas de *jitter*. E esta relação se inverte no cenário 3, onde a dispersão dos valores da taxa de perdas de pacotes é maior.

Em ambos os casos, a variação dos cenários acarretou em aumento nos indicadores de *jitter* e taxa de perda de pacotes, demonstrando assim que a variação do fator R foi representada pela validação dos critérios técnicos.

Constata-se que o grau de variação de cada codificador em cada cenário é diferente, diferença esta possivelmente devida á características próprias de

cada codificador.

Entende-se que a elevação da qualidade de fala percebida possa ser apoiada por soluções que mitiguem as taxas de variação de atraso e de perdas de pacotes.

Ao aplicar estas medidas ao modelo proposto de elaboração de SLA, verifica-se que o indicador de qualidade de fala pode ser medido nos diferentes cenários e com diferente CODEC.

Nota-se que somente no primeiro cenário, dois dispositivos CODEC atenderam ao limiar de SLA (fator R maior que 80 pontos), todos os demais oferecendo qualidade de serviços inferiores ao estabelecido pelo SLA. Nos cenários dois e três, nenhum codificador atingiu o desempenho de qualidade estabelecido pelo SLA.

Baseados nestas análises, foi possível identificar que o fator R pode ser inserido como um indicador de SLA . Na experiência, o modelo adotado foi capaz de relacionar as variações técnicas de serviço a um indicador de qualidade de fala percebida, e este indicador pode fazer parte do processo de gerenciamento de níveis de serviço para serviços VoIP sobre WLAN.

8 CONCLUSÃO

Baseado nas análises dos *frameworks* de governança e gerenciamento de serviços de TIC e ainda das medidas de fator R, *jitter* e taxa de perda de pacotes, é possível responder afirmativamente ao questionamento elaborado na introdução deste trabalho, referente à possibilidade de elaboração de um SLA para o serviço do VoIP sobre WLAN que levasse em consideração a qualidade de fala percebida.

Observa-se que é viável elaborar um SLA, apoiado no framework CobiT, ITIL e nas normas ISO/IEC 38.500 e ISO/IEC 20.000, para o serviço de VoIP sobre WLAN que considere a qualidade de fala percebida como um elemento de um SLA.

Considerou-se aqui utilizar o fator R, produto do Modelo E, para compor as cláusulas de Desempenho, Disponibilidade e Revisão do serviço. Isto porque o modelo E pode ser utilizado para definir limiares de desempenho, inclusive os de desempenho mínimo tolerável, além de fornecer métricas para a validação de qualidade percebida, que considerem fatores técnicos e não dependam apenas da subjetividade de avaliação.

Na análise dos dados da emulação, comprovou-se que a definição de um nível de qualidade de fala sobre um serviço VoIP sobre WLAN pode ser dada por meio da especificação de valores do fator R.

Constatou-se que a qualidade de fala variou entre dispositivos CODEC em um mesmo cenário, e também que esta variação obedece a uma tendência de queda. A variação no resultado da qualidade de fala depende do CODEC utilizado, entretanto o fator R é capaz de mensurar em uma escala única, independente do dispositivo CODEC utilizado.

Sendo assim, é viável especificar valores de fator R esperados, os referenciados a escalas de qualidade de fala, no momento do estabelecimento do

SLA. Observou-se também que, independente do dispositivo CODEC, a distribuição da qualidade manteve uma tendência de queda em virtude do aumento da distância.

Os resultados obtidos permitem afirmar que o uso do modelo E permitiu definir um nível de serviço do ponto de vista do usuário e analisar o serviço por meio da análise do fator R.

É importante salientar também que a variação do *jitter* e da taxa de perdas de pacotes refletem diretamente no Modelo E e fornecem possibilidades de análise técnica da rede, o que torna o Modelo E apto a atender os requisitos de avaliação e melhoria contínua do serviço, baseada em dados técnicos.

Conclui-se então que é viável o uso do fator R como indicador de qualidade de fala em SLA de serviços de VoIP sobre WLAN fim-a-fim, viabilizando a aderência aos *frameworks* de governança de TIC.

Por fim, novos trabalhos podem surgir a partir deste, como por exemplo, o custeio e precificação de serviços VoIP sobre WLAN baseados em qualidade de fala percebida, a gestão de recursos tecnológicos de VoIP sobre WLAN, a definição de SLA para qualidade serviços *triple-play* sobre WLAN, entre os que podem fomentar o alinhamento estratégico organizacional com a evolução tecnológica.

9 REFERÊNCIAS

ALBERTIN, A. L.; MOURA, R. M. *Tecnologia da informação*. São Paulo: Atlas, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS. *NBR ISO 9.000*. Sistemas de gestão da qualidade: fundamentos e vocabulário. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

BENCHIMOL, B. L. S.; OLIVEIRA, D. V. F.; MOREIRA, W. A. *Voz sobre IP em redes sem fio padrão IEEE 802.11b*. 2005. Dissertação (Graduação) – Ciências da Computação, Universidade da Amazônia, Belém, 2005

BORGES, E. *Lançamento e implantação da ISO 20.000*. São Paulo. Brunise, 2006.

BRODBECK, H. J. *Governança de TI*. 2005. Disponível em: <<http://www.inf.ufrgs.br/~brodbeck/palestras/index.html#governanca>>. Acesso em: 20 fev 2009.

CENTRAL COMPUTER AND TELECOMMUNICATIONS AGENCY (CCTA). *ITIL managing IT services*. London: The Stationery office, 2000.

COLCHER, S. *VoIP: voz sobre IP*. Rio de Janeiro: Campus, 2005.

FAGUNDES, E. M. *CobiT: um kit de ferramentas para a excelência na gestão de TI*. 2003. Disponível em: <http://www.efagundes.com/Artigos/Arquivos_pdf/Cobit.PDF>. Acesso em: 12 dez. 2008.

FARAH, R. J. *Avaliação inicial da qualidade em serviços: análise das dimensões da qualidade no curso de Mestrado de Engenharia de Produção*. Relatório Final de Pesquisa. Universidade Metodista de Piracicaba, 2003.

GARTNER GROUP. *Special reports*. Disponível em: http://www.gartner.com/it/products/research/special_reports.jsp. Acesso em: 20 fev. 2009.

GHERMAN, M. *Controles internos: buscando a solução adequada*. Disponível em: http://www.checkuptool.com.br/artigo_04.htm; acesso em 11 fev 2009.

GÓES, A.; BRANQUINHO, O. C.; REGGIANI, N. Effect of Flat Fading in 802.11 MAC for Cross Layer Evaluation Using Channel Emulator. *IEEE Computer Society*, v. 1, p. 234, 2007.

GOOGLE. Disponível em: <<http://www.google.com/voice/about>>. Acesso em: 10 fev. 2009.

HARDY, G. Using IT governance and CobiT to deliver value with IT and respond to legal, regulatory and compliance challenges. *Information Security Technical Report*, v.11, n.1, p.55-61. Elsevier, 2006.

HILMER, F. G. *Strictly boardroom: improving governance to enhance company performance*. Melbourne: The Business Library, 1993.

INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS (IEEE). *Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical (PHY) Specifications*. IEEE Standard 802.11, 1999.

INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS (IEEE). *Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical (PHY) Specifications*:

Higher-Speed Physical Layer Extension in the 2.4 Ghz Band. IEEE Standard 802.11b, 1999.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARTIZATION (ISO). *ISO/IEC 20.000-1: information technology service management specifications*. December 2005.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARTIZATION (ISO). *ISO/IEC 20.000-2: information technology service management specifications*. December 2005.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARTIZATION (ISO). *ISO/IEC 38.500: corporate governace of information technology*. May, 2008.

INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION (ITU). *Mean Opinion Score (MOS) terminology*. P.800.1, jul. 2006.

INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION (ITU). *Perceptual evaluation of speech quality (PESQ): an objective method for end-to-end speech quality assessment of narrow-band telephone networks and speech CODEC*, P.862, Feb. 2001.

INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION (ITU). *The E-model, a computational model for use in transmission planning*, g.107, mar. 2005.

IT GOVERNANCE INSTITUTE (ITGI). *Control Objectives for Information and related Technologies (CobiT): management guidelines maturity models*, 2005.

IT GOVERNANCE INSTITUTE (ITGI). *Mapping ITIL to CobiT 4.1 maturity models*, 2008.

LAINHART IV, J. W. Why IT Governance is a top management issue. *The journal of corporate accounting & finance*, 18 ed, n.5, p.6, jul-aug, 2000.

LEWIS, L. *Spectrum service level management definition, offerings, and strategy*. Cabletron Technical Note, Mar 30, 1998.

LUSTOSA, L. C. G. et al. *Utilização do Modelo E para avaliação da qualidade da fala em sistema de comunicação baseados em voz sobre IP*. In: 22º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE REDES DE COMPUTADORES. Anais da SBRC'04, Gramado - RS, Brasil, 2004.

MACEDO, M. P.; DESCHAMPS, A. *ITIL*. Disponível em: <<http://www.apicesoft.com/common/articles>>. Acesso em: 10 fev. 2009.

MAGALHÃES, I. L.; PINHEIRO, W. B. *Gerenciamento de serviços de TI na prática: uma abordagem com base na ITIL*. São Paulo: Novatec, 2007.

MARCHESE, M. *QoS over heterogeneous networks*. England: John Wiley & Sons, 2007.

OFFICE OF GOVERNMENT COMMERCE (OGC). *ITIL: Service Design*. London: TSO, 2007.

O'HARA, B. L. M.S. LAN/MAN Standards Committee, [S.I], aug. 2006. Disponível em: <http://www.ieee802.org>. Acesso em: 18 jan. 2007.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT. (OECD). *Principles of Corporate Governance*, OECD, 1999.

PENNOCK, S. *Accuracy of the perceptual evaluation of speech quality (PESQ) algorithm*, MESAQIN: Praha, CTU, 2002.

RIX, A. W.; HOLLIER, M. P. The perceptual analysis measurement system for robust end-to-end speech quality assessment. IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ACOUSTICS, Speech and Signal Processing (ICASSP), june, 2003.

SIMONSON, M.; JHONSON, P. *Assessment of IT Governance: a prioritization of CobiT*. Estocolmo, 2005. Disponível em: <<http://www.ee.kth.se/php/modules/publications/reports/2006>>. Acesso em: 10 fev. 2009.

TANENBAUM, A. S. *Redes de computadores*. 4. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2003.

THE INSTITUTE OF INTERNAL AUDITORS. Disponível em: <<http://www.theiia.org/guidance/standards-and-guidance/ippf/standards/full-standards/?i=8317>>. Acesso em: 10 fev. 2009.

TURNBULL, S. Corporate governance: Its scope, concerns and theories. *Scholarly research and theory papers*, v. 5, n. 4, p. 180-205, October, 1997.

TURNER, M. J. ISO, ITIL and CobiT triple play fosters optimal security management execution. In: *SC Magazine UK*, 4 ed, n.3, p.7-8, abr. 2008.

TELEMANAGEMENT FORUM (TM FORUM). *e-TOM: enhanced telecommunications operations MAP*, 2007.

VIANNA, B. A. et al. *adaMOS, algoritmo MOS-adaptativo para fontes VoIP*. XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SISTEMAS MULTIMÍDIA E WEB (WebMedia 2006) , Natal, RN, Novembro de 2006.

WEILL, P.; ROSS, J. W. *Governança de TI: tecnologia da informação*. São Paulo:

M. Books, 2006.