

**ANÁLISE QUALITATIVA DE INFRAESTRUTURA PARA UMA
CENTRAL DE ATENDIMENTO DE NOVA GERAÇÃO – NGN**

SIDNEY DIAS TAVARES

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ENGENHARIA
ELÉTRICA
DEPARTAMENTO DE EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

FACULDADE DE TECNOLOGIA

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**ANÁLISE QUALITATIVA DE INFRAESTRUTURA
PARA UMA CENTRAL DE ATENDIMENTO
DE NOVA GERAÇÃO – NGN**

SIDNEY DIAS TAVARES

ORIENTADOR: LEONARDO GUERRA DE REZENDE GUEDES

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

PUBLICAÇÃO: PPGENE.DM-066/2010

BRASÍLIA/DF: AGOSTO – 2010

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

**"ANÁLISE QUALITATIVA DE INFRAESTRUTURA PARA UMA
CENTRAL DE ATENDIMENTO DE NOVA GERAÇÃO - NGN"**

SIDNEY DIAS TAVARES

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO PROFISSIONALIZANTE SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE.

APROVADA POR:

LEONARDO GUERRA DE REZENDE GUEDES, Dr., UCG
(ORIENTADOR)

FLAVIO ELIAS GOMES DE DEUS, Dr., ENE/UNB
(EXAMINADOR INTERNO)

DJAMEL FAWZI HADJ SADOK, Dr., UFPE
(EXAMINADOR EXTERNO)

**BRASÍLIA, 09 DE AGOSTO DE
2010.**

FICHA CATALOGRÁFICA

TAVARES, SIDNEY DIAS

Análise Qualitativa de Infraestrutura para uma Central de Atendimento de Nova Geração-NGN. [Distrito Federal] 2010

xv, 112p., 210 x 297 mm (ENE/FT/UnB, Mestre, Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia).

Departamento de Engenharia Elétrica

1. Central de Atendimento

2. NGN

3. IMS

4. VoIP

I. ENE/FT/UnB

II. Título (série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

TAVARES, S. D. (2010). Análise Qualitativa de Infraestrutura para uma Central de Atendimento de Nova Geração- NGN. Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica, Publicação PPGENE.DM-066/2010, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 112p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Sidney Dias Tavares.

TÍTULO: Análise Qualitativa de Utilização de Infraestrutura para uma Central de Atendimento de Nova Geração - NGN.

GRAU: Mestre

ANO: 2010

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Sidney Dias Tavares

QE-34 , Conjunto , Casa 15, Guará II.

71.065-162 Brasília – DF – Brasil.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha esposa Rosemari e às minhas filhas, Amanda e Daniela pelo apoio e incentivo durante os momentos de dificuldade e pela compreensão nos momentos de ausência.

Aos meus pais Denilton e Tereza, que sempre me apoiaram em todos os momentos minha vida.

AGRADECIMENTOS

Aos meus orientadores, Prof. Dr. Leonardo Guerra de Rezende Guedes e Msc. Marcio Rodrigo Borges, por todo apoio e orientações recebidas, que foram fundamentais para o sucesso desta dissertação.

A todos os professores e colegas de trabalho que me ajudaram, de alguma forma, a desenvolver meus conhecimentos que resultaram na realização deste trabalho.

RESUMO

Autor: Sidney Dias Tavares

Orientador: Leonardo Guerra de Rezende Guedes

Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica

Brasília, mês de Agosto de 2010

É possível utilizar a infra-estrutura da NGN com Servidor de Aplicação como Distribuidor Automático de Chamadas (DAC) e Servidores de Mídia como Unidade de Resposta Audível (URA) para substituir uma infraestrutura tradicional de Central de Atendimento com DAC e URAs TDM ?

A maior parte das Centrais de Atendimento (plataformas de “Call Center”) existentes na planta da Brasil Telecom logo após a privatização eram resultado de aquisições realizadas pelas diversas Empresas do grupo Telebrás, ocasionando uma grande diversidade de tecnologias, portes e localização física das plataformas.

Após a privatização das operadoras de telecomunicações, a Brasil Telecom com o objetivo obter uma nova visão centralizada e de holding, determinou uma ação em busca de uma centralização, racionalização e realocação das Centrais de Atendimento herdadas das Empresas anteriores. O principal objetivo na época era a padronização Centrais de Atendimento e obter ganhos de escala pela centralização do atendimento.

Ao longo do tempo poucas ações foram tomadas no sentido de organizar o uso e aplicação das plataformas de atendimento, em especial no que diz respeito as tecnologias existentes, resultando em uma diversidade de condições, que vem impedindo um melhor uso desses recursos.

Para se atingir as metas de melhoria produtividade e de redução de custos operacionais ações isoladas foram adotadas, porém sem considerar uma visão global da utilização do conjunto de plataformas existentes. Neste sentido o objetivo desta dissertação é realizar uma análise das mais recentes tecnologias de plataformas voltadas para atendimento à clientes verificar se ocorreram reduções de custos nas centrais de atendimento obtidas com a implantação de novas tecnologias IP convergentes.

Além disso, este trabalho apresenta alguns estudos de caso de utilização de infraestrutura NGN associadas ao DAC como Servidor de Aplicação e as URAs IP como Servidores de Mídia em substituição de uma estrutura tradicional com DAC e URAs TDM.

ABSTRACT

Author: Sidney Dias Tavares

Supervisor: Leonardo Guerra Rezende Guedes

Graduate Program in Electrical Engineering

Brasília, August of 2010

You can use the infrastructure of the NGN with Application Servers such as Automatic Call Distributor (ACD) and Media Servers as IVR (IVR) infrastructure to replace a traditional Call Center ACD and IVR with TDM?

Most Service Centers (platforms "Call Center") on the plant in Brazil Telecom after privatization were the result of acquisitions made by various Group companies Telebras, causing a variety of technologies, sizes and physical location of platforms.

After the privatization of telecom operators, the Brazil Telecom in order to obtain a new vision of centralized holding and determined action in search of centralization, rationalization and relocation of Central Support Services inherited from previous companies. The main objective then was to standardize Service Centers and obtain economies of scale through centralization of care.

Over time, few actions have been taken to organize the use and implementation of service platforms, in particular as regards the existing technologies, resulting in a variety of conditions, which has prevented the best use of resources.

To achieve the goals of improving productivity and reducing operating costs isolated actions were taken, but without considering an overview of the use of all the existing platforms. In this sense the goal of this dissertation is an analysis of the latest platform technologies focused on customer service to see if there were cost savings in call centers obtained with the deployment of new converged IP technologies.

In addition, this paper presents some case studies of use of NGN infrastructure associated with the ACD as Application Server and IP IVR as Media Server to replace a traditional structure with ACD and TDM IVRs.

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 - OBJETIVOS GERAIS	2
1.1.1 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
1.2 - ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	2
1.3 - METODOLOGIAS UTILIZADAS	3
2 - ASPECTOS CONCEITUAIS DE UMA CENTRAL DE ATENDIMENTO.....	4
2.1 - ASPECTOS OPERACIONAIS DE UMA CENTRAL DE ATENDIMENTO.....	4
2.2 - CONCEITOS DE TECNOLOGIAS VOLTADOS À CENTRAIS DE ATENDIMENTO	6
2.2.1 - DAC	7
2.2.2 - Discadores automáticos	7
2.2.3 - CTI.....	8
2.2.4 - URA	9
2.2.5 - WFM.....	9
2.3 - FATORES QUE INFLUENCIAM A PRODUTIVIDADE E REDUÇÃO DE CUSTOS DE UMA CENTRAL DE ATENDIMENTO.....	10
2.3.1 - Unidades de Resposta Automática (URA)	11
2.3.2 - Conceitos de roteamento das chamadas	11
2.3.3 - Conceito de Produtividade e Eficiência para discadores automáticos	12
2.3.3.1 - Otimizadores:	13
2.3.3.2- Ferramentas para planejamento:.....	13
2.3.3.3 - Algoritmos para melhoria de desempenho:.....	13
2.3.3.4 - Benefícios das ferramentas de otimização	14
2.4 - TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS NA ÁREA DE CENTRAIS DE ATENDIMENTO	15
2.4.1 - Tecnologias voltadas para Centrais de Atendimento.....	15
3 - CONCEITOS DE NGN / IMS.....	17
3.1 - CONTEXTO HISTÓRICO E MOTIVAÇÃO.....	17
3.2 - CARACTERÍSTICAS DA NGN.....	19
3.2.1 - Conceitos NGN e Recomendação Y.2001	19

3.3 - NGN E IMS	20
3.3.1. Arquitetura NGN/IMS	21
3.3.1.1 - Camada de acesso.....	22
3.3.1.2 - Camada de transporte	23
3.3.1.3 - Camada de controle.....	23
3.3.1.4 - Camada de serviços	24
3.3.2 - Protocolos IMS/NGN	25
3.3.2.1 - MGCP	26
3.3.2.2 - MEGACO / H.248	26
3.3.2.3 - SIP	26
3.3.2.4 - H.323	28
3.3.2.5 - RTP e RTCP.....	30
3.4 ASPECTOS RELEVANTES EM PROJETOS NGN PARA	
CENTRAIS DE ATENDIMENTO	32
3.4.1 - QoS em voz sobre IP (VoIP).....	32
3.4.2 - Fatores que influenciam a qualidade de voz sobre IP (VoIP)	34
3.4.2.1 - Atraso de pacote	35
3.4.2.2 Jitter de atraso	36
3.4.2.3 - Perda de pacotes	38
3.4.2.4 - Largura de Faixa.....	39
3.4.3 Avaliação de Codecs	39
3.4.4 Técnicas para melhorar a eficiência e qualidade de voz em rede IP	43
3.4.4.1 Compressão RTP	44
3.4.4.2 - Fragmentação e interleaving	45
4 - EVOLUÇÃO DAS CENTRAIS DE ATENDIMENTO DA BRASIL TELECOM	47
4.1 - HISTÓRICO DA INFRAESTRUTURA LEGADA.....	47
4.2 - MIGRAÇÃO DA CENTRAL DE ATENDIMENTO DE UMA	
ARQUITETURA TDM PARA IP/NGN.....	50
4.2.1 - Modelo de Central de Atendimento na NGN.....	51
4.2.2 - Componentes da Central de Atendimento de nova geração - NGN	52
4.2.3 - Vantagens da Central de Atendimento na NGN:	53
4.2.4 - Pontos Fortes e Fatores Críticos da Central de Atendimento NGN/IP... 	53
4.2.5 Central de Atendimento na NGN – Pontos de Atenção	55
5- ESTUDOS DE CASO	56

5.1 - CASO 1: PROJETO DE GRAVAÇÃO COM ARQUITETURA IP/NGN.....	56
5.1.2 - Fluxo de chamada solução de gravação IP/NGN	58
5.2 - CASO 2: ATENDIMENTO AO DECRETO 6.523 (SAC)	
UTILIZANDO ARQUITETURA IP/NGN.....	60
5.2.1 Dimensionamento do Stream Manager	61
5.2.2 Arquitetura da solução implantada	61
5.2.3 Análise dos resultados	63
5.3 - SITUAÇÃO ATUAL X RESULTADOS ESPERADOS	64
5.3.1 - Situação atual.....	64
5.3.2 - Ganhos Esperados :.....	64
5.3.3 - Premissas de redução de OPEX	65
5.3.4 - Análise financeira :.....	65
6- AVALIAÇÃO DA CENTRAL DE ATENDIMENTO DE NOVA	
GERAÇÃO SEGUNDO NORMAS ISO/IEC 9126 E ISO/IEC 14598.....	69
6.1 - NORMAS ISO/IEC	69
6.2 O PROCESSO DE AVALIAÇÃO.....	70
6.2.1 - Estabelecimentos dos requisitos de avaliação	71
6.2.2 - Especificação da avaliação.....	75
6.2.3 - Projeção da avaliação.....	78
6.2.4 - Execução da avaliação.....	78
6.3 - UM MODELO PARA A QUALIDADE.....	80
6.3.1 - Funcionalidade.....	82
6.3.2 - Confiabilidade.....	82
6.3.3 - Usabilidade.....	83
6.3.4 - Eficiência	83
6.3.5 - Manutenibilidade.....	83
6.3.6 - Portabilidade.....	84
6.4 - RESULTADOS DA ANÁLISE PARA UMA CENTRAL DE	
ATENDIMENTO.....	85
7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	93
7.1 – CONCLUSÕES	93
7.2 – RECOMENDAÇÕES PARA PESQUISAS FUTURAS	94
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	95

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1- Escala MOS de medição de qualidade de voz	35
Tabela 3.2 – Comparativo do MOS entre diferentes CODECs	40
Tabela 3.3 – Comparativo do consumo de banda nominal entre diferentes CODECs	41
Tabela 3.4 – Comparativo de tempo de processamento entre codecs	42
Tabela 4.1- Classificação dos Serviços x Localidades das Centrais de Atendimento	46
Tabela 4.2 - Mapeamento das facilidades das Centrais de Atendimento	48
Tabela 4.3 - Comparativo entre Central de Atendimento : (TDM) versus IP (NGN).....	53
Tabela 5.1 - Descritivo do Fluxo de Chamada de Gravação na NGN.....	57
Tabela 5.2 –Descritivo do Fluxo de Chamada na NGN	62
Tabela 5.3 – Parâmetros do cenário "A"	65
Tabela 5.4 – parâmetros do cenário “B”	65
Tabela 5.5 – Calculo do “ pay-back”	66
Tabela 5.6 – Resumo da análise financeira	67
Tabela 6.1- Avaliadores da Qualidade de Uso de fatores Internos e Externos	84
Tabela 6.2 - Avaliação ISO 9126/14598 para Qualidade de Uso – Central de Atendimento IP	85
Tabela 6.3-Avaliação ISO 9126/14598 para qualidade de interna e externa - Central de Atendimento IP	86

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Arquitetura de uma Central de Atendimento tradicional.....	06
Figura 2.2 – Produtividade x Efetividade para discadores.....	12
Figura 2.3 – Evolução das tecnologias de Centrais de Atendimento.....	16
Figura 3.1 – Perfil evolutivo do tráfego telefônico.....	18
Figura 3.2 – Visão global IMS.....	20
Figura 3.3 – Arquitetura NGN/IMS.....	22
Figura 3.4 – Protocolos NGN/IMS.....	25
Figura 3.5 – Estabelecimento de uma sessão SIP simples.....	27
Figura 3.6 – Pilha de Protocolo H.323.....	29
Figura 3.7 – Pacote RTP.....	30
Figura 3.8 – Modelo QoS Básico.....	33
Figura 3.9 - Efeito do atraso na dificuldade de conversação.....	36
Figura 3.10 – Limites de atraso e perda.....	38
Figura 3.11 –Compressão de cabeçalho RTP.....	43
Figura 3.12 – Técnica de Compressão de cabeçalho RTP.....	43
Figura 3.13 – Técnica de Fragmentação e interleaving.....	44
Figura 4.1 – Distribuição dos serviços das Centrais de Atendimento x localidades.....	46
Figura 4.2 – Antiga topologia das Centrais de Atendimento.....	47
Figura 4.3 – Topologia das Centrais de Atendimento com integração via links TDM.....	49
Figura 4.4 – Arquitetura da Centrais de Atendimento na NGN.....	50
Figura 4.5 – Exemplos de telefones SIP comerciais.....	51
Figura 5.1 - Sistema de Gravação Convencional (TDM).....	56
Figura 5.2 – Sistema de Gravação na NGN.....	56
Figura 5.3 – Fluxo de Chamada Gravação IP/NGN.....	57
figura 5.4 – Arquitetura do estudo de caso 2.....	61
Figura 6.1 - O Processo de Avaliação.....	70
Figura 6.2 - Níveis de Pontuação para as Métricas.....	76
Figura 6.3 - As Qualidades Internas e Externas da ISO/IEC 9126.....	80
Figura 6.4 - Modelo ISO/IEC 9126 de Características de Qualidade.....	80
Figura 6.5 – Evolução de não conformidade após entrada da URA IP/SIP.....	90
Figura 6.6 – Evolução de reclamações de defeitos apos entrada da URA IP/SIP.....	90

LISTA DE SÍMBOLOS, NOMENCLATURA E ABREVIACÕES

3GPP	Third Generation Partnership Project
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AGW	Access Gateway
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
AP	Application Servers
ATM	Asynchronous Transfer Mode
BrTCC	Brasil Telecom Call Center
CAPEX	Capital Expenditure
CRM	Customer Relationship Management
CRTP	Compressed Real-time Transport Protocol
CODEC	Codificador e Decodificador
CSC	Call Session Controller
CTI	Computer Telephony Integration
DAC	Distribuidor Automático de Chamadas
DIALER	Discador
EAI	Enterprise Application Interface
ETSI	Instituto Europeu de Padrões de Telecomunicações
FDDI	Fiber Distributed Data Interface
FTP	File Transfer Protocol
GSM	Global System for Mobile Communications
HCM	Holistic Contact Management
HTTP	Hypertext Transfer (or Transport) Protocol
IEC	International Electrotechnical Commission
IETF	Internet Engineering Task Force
IMS	IP Multimedia Subsystem
IP	Internet Protocol
IPCC	IP Contact Center
IPNS	ISDN PBX Networking Specification Forum
IPX	Internet Packet Exchange
ISDN	Integrated Services Digital Network
ISO	International Organization for Standardization
ITU-T	International Telecommunication Union
JTC	Joint Technical Committees
MAC	Media Access Control
MEGACO	Media Gateway Control Protocol

MG	Media Gateway
MGC	Media Gateway Controller
MOS	Mean Opinion Score
MS	Media Server
MTU	Maximum Transmission Unit
NGN	Next Generation Network
ONS	Organismos de Normalização Setorial
OPEX	Operational Expenditure
OSS	Operational Support System
PPP	Point-to-Point Protocol
QoS	Quality of Service
RDSI	Rede Digital de Serviços Integrados
RED	Random Early Detection
RTP	Real-time Transport Protocol
RTCP	Real-time Control Protocol
SAC	Serviço de Atendimento a Clientes
SBC	Session Border Controller
SG	Signaling Gateway
SIP	Session Initiation Protocol
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol
SPAN	SERVICE AND PROTOCOL FOR ADVANCED NETWORKING
TDM	Time Division Multiplexing
TGW	Trunking Gateway
TIPHON	Telecommunication and Internet Protocol Harmonization Over Networks
TISPAN	Telecommunication and Internet Services and Protocols for Advanced Networking
TMO	Tempo Médio de Operação
TTL	Time-to-Live
UDP	User Datagram Protocol
URS	Universal Router System
VoIP	Voice Over IP
WAN	Wide Area Network

1 - INTRODUÇÃO

O mercado de centrais de atendimento a clientes, neste trabalho também denominado como *Call Center* ou *Contact Center*, é um dos mais expressivos na atualidade, tendo em vista que o atendimento ao cliente é uma peça chave no sucesso de uma empresa, e muitas vezes representa seu cartão de visita (primeiro e/ou único ponto de contato com cliente/usuário) e um dos principais meios para venda de produtos e serviços.

Uma Central de Atendimento é de extrema importância para grande maioria das empresas e condição básica na competição instalada no mercado atual (globalizado), em que o cliente está cada vez mais exigente e procura o melhor produto e o melhor atendimento.

O objetivo deste trabalho é apresentar como as tecnologias voltadas para centrais de atendimento ao cliente podem auxiliar na redução de custos e de produtividade, sendo de fundamental importância na gestão de uma Central de Atendimento.

Adicionalmente, este trabalho mostra um estudo de caso, apresentando a evolução tecnológica das centrais de atendimento ao cliente de uma empresa de telecomunicações, apresentando os resultados do ponto de vista da tecnologia e da gestão da operação.

Tendo em vista que uma Central de Atendimento é um ambiente bastante complexo, este trabalho estará focado nas principais tecnologias relacionadas com centrais de atendimento, Discadores Automáticos, sistemas de Gerenciamento de Força de Trabalho (WFM – *Work Force Management*), CTI (*Computer Telephony Integration*) e Unidades de Resposta Automática (URA) que são os principais componentes para automatizar e otimizar os processos de atendimento a clientes e que proporcionam redução de custo e aumento da produtividade na Central de Atendimento.

Além das tecnologias tradicionais de Centrais de Atendimento também será abordado neste trabalho a tendência do mercado com relação às suas novas tecnologias baseadas em infraestruturas IP (*Internet Protocol*) e NGN (*Next Generation Network*).

1.1 - OBJETIVOS GERAIS

Analisar o cenário e tendências tecnológicas para área de plataformas de atendimento a clientes e os resultados obtidos com a implantação de infraestrutura NGN(*Next Generation Network*) baseadas em IP/SIP (*Internet Protocol / Session Initiation Protocol*) com relação ao aumento de produtividade e redução de custos de uma Central de Atendimento à clientes.

1.1.1 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apresentar a estratégia de implementação de novas de tecnologias IP relacionadas com centrais de atendimento à clientes .
- Mapeamento dos resultados obtidos com a introdução de novas tecnologias IP em uma Central de Atendimento a clientes.
- Analisar os resultados obtidos realizando comparação com o cenário anterior e com a expectativa de ganhos de produtividade e de redução de custos.

1.2 - ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação está organizada da seguinte forma:

O Capítulo 2 contextualiza o problema e apresenta conceitos básicos de uma Central de Atendimento de uma forma geral.

O Capítulo 3 apresenta conceitos básicos de infraestrutura NGN (*Next Generation Network*) e detalha aspectos relevantes a ser considerando em projeto de NGN.

O Capítulo 4 apresenta o histórico de evolução das Centrais de Atendimento da Brasil Telecom, que migraram de uma arquitetura tradicional em TDM para uma arquitetura baseada em infraestrutura IP (*Internet Protocol*) / NGN (*Next Generation Network*).

O Capítulo 5 apresenta 02 estudos de caso baseadas em solução IP/NGN nas Centrais de Atendimento da Brasil Telecom.

O Capítulo 6 traz uma revisão bibliográfica sobre as normas ISO/IEC 9126 e ISO/IEC 14598, cujo modelo de qualidade é proposto para analisar sob uma ótica única os diferentes aspectos relacionados com a implantação de uma nova infraestrutura tecnológica (IP/NGN) nas Centrais de Atendimento da Brasil Telecom.

O Capítulo 7 apresenta as conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

No final são apresentadas as Referências Bibliográficas.

1.3 - METODOLOGIAS UTILIZADAS

Com relação à metodologia este trabalho pode ser classificado quanto à natureza de investigação como uma pesquisa aplicada, focada em tecnologia de Centrais de Atendimento, porém este estudo não objetiva elaborar hipóteses a serem testadas, mas esta focado em definir objetivos e buscar mais informações quanto à aplicabilidade do modelo indicado.

O método científico de pesquisa utilizado neste trabalho é o método qualitativo utilizando-se de pesquisa exploratória (estudos de caso e pesquisa bibliográfica) e descritiva (técnica padronizada para coleta de dados: questionário e observações sistemáticas) utilizando metodologia baseada nas normas ISO/IEC 9126 14598.

2 - ASPECTOS CONCEITUAIS DE UMA CENTRAL DE ATENDIMENTO

Neste capítulo trataremos os aspectos operacionais de uma Central de Atendimento, serão apresentados os principais fatores que influenciam na produtividade em uma Central de Atendimento e as tendências tecnológicas voltadas à área de Centrais de Atendimento.

2.1 - ASPECTOS OPERACIONAIS DE UMA CENTRAL DE ATENDIMENTO

A seguir, apresentam-se os principais componentes de uma operação de uma Central de Atendimento e posteriormente serão detalhados os aspectos voltados à tecnologia de Centrais de Atendimento.

Uma Central de Atendimento é um sistema complexo envolvendo aspectos ligados a recursos humanos até à aspectos tecnológicos.

Do ponto de vista de recursos humanos os principais componentes são :

- Atendente (operador) : que realiza o primeiro atendimento junto ao cliente da empresa,
- Supervisores : que realizam a supervisão de grupos de atendentes, com objetivo de apoiar no atendimento e de controlar a produtividade dos operadores. Para Centrais de Atendimento de maior porte em média existe uma relação de 01 supervisor para cada grupo de 15 posições de atendimento (operadores).
- Coordenadores : realizam o controle e acompanhamento de grupos maiores de atendimento e são focados na produtividade de determinados serviços (ex.: coordenadores da equipe de vendas, coordenadores da equipe de suporte).
- Monitores : realizam o processo de monitoração da qualidade do atendimento, utilizando como apoio a monitoração (escuta) e gravação do atendimento realizado pelos operadores.
- Instrutores : responsáveis pelo treinamento dos operadores e repasse de novos processos e procedimentos dentro da operação da Central de Atendimento (ex.: uma nova campanha de venda, implantação de um novo sistema cobrança, etc).
- Área de Suporte (Staff) : responsável pelo acompanhamento e controle dos recursos operacionais da Central de Atendimento (ex.: dimensionamento de operadores, controle dos recursos de monitoria, gerenciamento de campanhas, etc.).
- Gerente : responsável pela Central de Atendimento como um todo, realizando a gestão do Central de Atendimento do ponto de vista de metas operacionais como dos demais recursos

da operação (ex.: gastos com recursos humanos, despesas em geral,...)

Do ponto de vista de processo dentro de uma Central de Atendimento também existe o conceito de *front-end* e *back-office*.

O “*front-end*” é o recurso (humano e tecnológico) relacionado pelo primeiro atendimento ao cliente (Ex.: operador, sistemas de cadastramento de cliente, etc), já o “*back-office*”(retaguarda) são recursos (humanos e tecnológicos) também relacionados com o atendimento ao cliente porém quando a resposta não pode ser dada imediatamente ao mesmo pelo *front-end*, tais como : acompanhamento de registro de reclamação, tratamento de fila de espera, etc.

Do ponto de vista do modo de operação da Central de Atendimento a mesma pode ser dividida em receptiva e ativa.

O atendimento receptivo é quando o operador somente recebe ligações (ex.: suporte, serviço de informações, etc.).

O serviço ativo é quando a Central de Atendimento efetua chamadas externas (ex.: campanha de vendas, operações de cobrança, etc.).

Em Centrais de Atendimentos mais modernas também é possível configurar que determinados grupos de atendentes operem nos dois modos de operação (ativo e/ou receptivo) de forma automática.

A operação de uma Central de Atendimento de empresas de médio e grande porte possui uma dinâmica muito grande e exige um conjunto de ferramentas tecnológicas para um acompanhamento diário de seus gestores para atendimento de seus objetivos.

2.2 - CONCEITOS DE TECNOLOGIAS VOLTADOS À CENTRAIS DE ATENDIMENTO

Como existem várias tecnologias envolvidas em uma Central de Atendimento, desde infraestrutura de rede de dados/voz até sistemas de informação (ex.: banco de dados de clientes), este trabalho focou os principais componentes, que afetam diretamente na produtividade de uma Central de Atendimento, a saber:

- DAC,
- DISCADORES AUTOMÁTICOS,
- CTI,
- URA,
- WFM .

A figura 2.1 apresenta uma visão de uma Central de Atendimento tradicional (TDM), onde se pode observar que o DAC (Distribuidor Automático de Chamadas) é o elemento principal da Central de Atendimento, estando os demais componentes direta ou indiretamente associados ao mesmo.

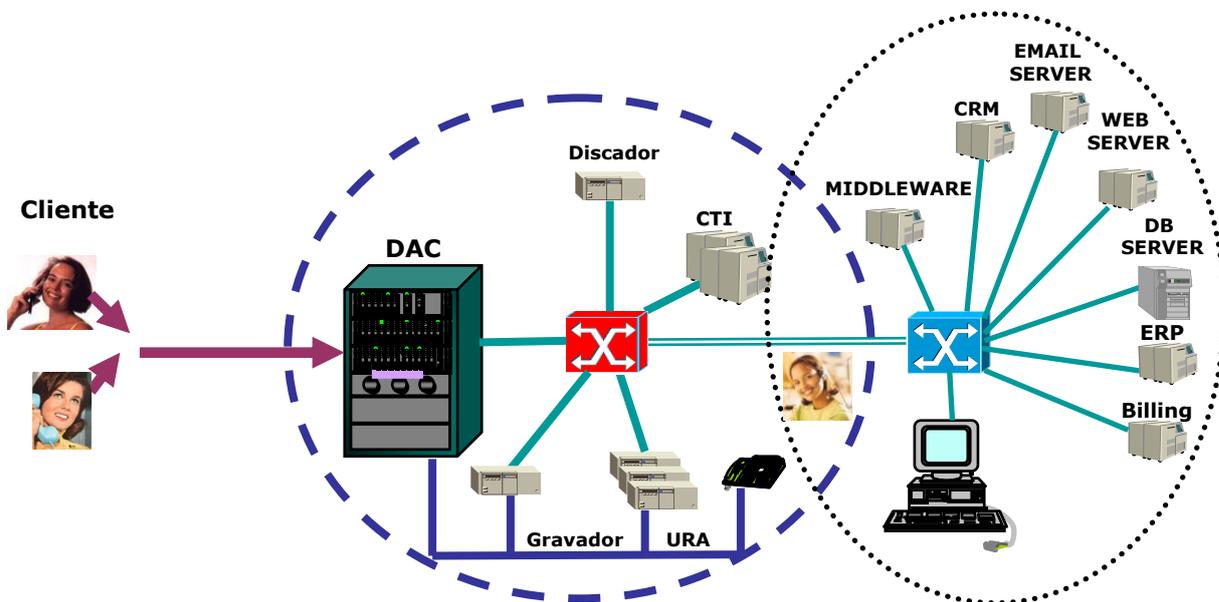


Figura 2.1 – Arquitetura de uma Central de Atendimento tradicional

2.2.1 - DAC

O DAC (Distribuidor Automático de Chamada) é um recurso (funcionalidade) dentro da Central de Atendimento, sendo que sua principal função é distribuir as chamadas para as posições de atendimento da maneira mais otimizada e racional.

Quando todos os atendentes estiverem ocupados, o DAC atende a chamada, com mensagem gravada, e pede que aguarde. Coloca as chamadas em espera e com música. Quando os atendentes ficam disponíveis, o DAC descarrega a fila de espera, atendendo-a pela ordem de chegada. Além dessas vantagens, o DAC permite a emissão de relatórios gerenciais. (DANTAS, 2000, p. 158).

O DAC é um dos componentes básicos em uma Central de Atendimento uma vez que todas as chamadas obrigatoriamente são tratadas por este componente.

2.2.2 - Discadores automáticos

Este recurso é um dos mais importantes em uma Central de Atendimento, e normalmente está ligado às operações ativas de vendas ou cobrança, as quais são fundamentais para qualquer empresa.

Este recurso aparentemente simples permite obter ganhos de produtividade elevados em relação às centrais que não possuem esta tecnologia, em que as chamadas são manuais e totalmente sob controle dos operadores.

Do ponto de vista de modo de operação os principais modos são os discadores do tipo “*progressive dialling*”, “*preview dialling*” e o “*predictive dialling*”, cuja característica é descrita a seguir :

- *Discagem preditiva (predictive dialling)* : controla as chamadas com base no conhecimento prévio da disponibilidade do operador, utilizando dados de campanhas anteriores e da campanha em andamento. Isso pode gerar uma porcentagem de chamadas improdutivas; algumas vezes, pode haver uma seleção.
- *Discagem com visualização prévia (preview dialling)* : mostra ao operador o número e o histórico do cliente ; o operador deve clicar para iniciar a chamada.
- *Discagem progressiva (progressive dialling)* : indicada para campanhas em que a expectativa é de quase todas as chamadas serão atendidas (como na área de *business-to-business*), este recurso garante que não haja chamadas improdutivas com a discagem de um número por operador

disponível.(Dantas, 2000, p. 169).

Para centrais de atendimento de grande porte e para campanhas massivas normalmente é utilizado o recurso de *discagem preditiva* (*predictive dialling*) para obter maior produtividade, pois pelo próprio perfil da campanha já é considerado que um percentual de chamadas não será atendida.

2.2.3 - CTI

O CTI é o componente que permite uma solução integrada entre o mundo de telefonia e o mundo da informática denominada de integração CTI (*Computer Telephony Integration*).

O recurso de CTI permite uma integração dos diversos componentes (URA, Discador, Gravador, etc.) da Central de Atendimento, visando uma otimização da produtividade dos Atendentes, bem como prover a transferência de informações entre os vários módulos da Central de Atendimento, obedecendo as regras de negócio definidas pelo gestor da mesma. O CTI é um dos principais componentes da Central de Atendimento, pois o mesmo faz a integração do mundo de telecomunicações com o mundo da informática (sistemas de informação), permitindo a criação de regras de encaminhamento dinâmicas em função de parâmetros como:

- origem da chamada,
- serviço desejado pelo cliente,
- recurso disponível,
- opção selecionada em uma URA (Unidade de Resposta Audível).

Com a utilização do CTI, conforme Dantas (2000) “em uma Central de Atendimento, que receba, por exemplo, 50 milhões de ligações por ano, pode economizar em torno de 13 operadores e reduzir em 2 segundos o tempo médio gasto em cada chamada”.

Uma das funções do CTI é realizar o sincronismo de tela, que significa que um atendente ao receber uma chamada (voz) recebe em sua tela (*screen popup*) as informações a referente ao atendimento que deve ser realizado (ex.: número e nome do cliente, opção digitada na URA, etc.)

2.2.4 - URA

O papel principal de uma URA (Unidade de Resposta Audível) em uma Central de Atendimento é realizar uma interação com os clientes/usuários de maneira a direcionar o atendimento ao recurso humano mais adequado ou passar informações de forma totalmente automática.

Para automatização, é necessário uma forte integração entre a parte de telefonia e dos sistemas de computacionais da empresa, além disso quando for necessário à transferência da URA para o atendimento humano a integração CTI se faz presente possibilitando transferir para a atende a chamada com informações que podem facilitar o atendimento do cliente que estava interagindo com a URA, tais como o número do telefone do cliente, serviço escolhido, opções que foram digitadas na URA antes da transferência da chamada (ex.: solicitação de segunda via de conta, solicitação de determinado tipo de serviço, etc.).

As URAs são importante para automatização do atendimento e conseqüentemente estão diretamente relacionadas com a quantidade de operadores necessários em uma Central de Atendimento, portanto quanto maior o percentual de retenção das chamadas na URA menor será a necessidade de operadores na Central de Atendimento.

2.2.5 - WFM

O WFM (“*Work Force Management*”) é um recurso que permite gerenciar a força de trabalho de uma Central de Atendimento de forma automática, utilizando para tanto séries históricas do atendimento que são utilizadas para dimensionamentos do quadro de operadores da Central de Atendimento, com isso reduzindo o quadro pessoal necessário para dimensionar o quadro de operadores bem como ter uma ocupação de posições de atendimento a mais otimizada possível na Central de Atendimento.

Um sistema de WFM deve calcular o “*forecast*”(previsão do quadro de pessoal da Central de Atendimento) com base em dados históricos, tais como : volume de ligações, tempo médio de chamada e número de agentes.

Sistemas de WFM guardam informações históricas a cada intervalo (ex.: de 15 ou 30 minutos) dos últimos anos (ex.: dos últimos 3 anos) correspondentes ao volume de contatos atendidos e abandonados e tempo médio de atendimento, para cada tipo de contato individualmente.

Baseado no histórico acumulado do último período (ex.: treze últimas semanas) o sistema de WFM calcula a média ponderada dos volumes de ligação e tempos médios dos intervalos considerando fatores de taxa de crescimento anual, sazonalidade, padrões diferenciados de comportamento por semana do mês e dia da semana, apresentando como resultado o volume de contatos esperado futuramente. De acordo com o nível de serviço desejado, parâmetros de ocupação máxima e informações históricas do tempo médio de atendimento o WFM fornece a previsão do número necessário de agentes calculado a partir da fórmula Erlang C¹.

Para os tipos de contato como email e fax, que têm níveis de serviço medido em tempo máximo de resposta na escala de horas ou até dias, o sistema de WFM utiliza o conceito de *workload* para calcular o número de recursos necessários a cada intervalo para que a resposta aos contatos recebidos nos intervalos anteriores possam ser efetivadas dentro do nível de serviço. Assim, para o nível de serviço definido a para cada intervalo, o sistema de WFM faz a previsão do número de contatos que se espera receber e o tempo médio de atendimento observado, o número de contatos que se necessita responder e o número de recursos necessários para tanto.

2.3 - FATORES QUE INFLUENCIAM A PRODUTIVIDADE E REDUÇÃO DE CUSTOS DE UMA CENTRAL DE ATENDIMENTO

Para maioria das centrais de atendimento o custo mais representativo é com pessoal (atendentes/supervisores, treinamento), portanto procura-se administrar a operação da Central de Atendimento de forma tal que não haja ociosidade de pessoal, evitando-se gastos desnecessários. Neste sentido, os recursos de discagem automática, CTI e gerenciamento de força de trabalho (*Work Force Management* - WFM) são fundamentais pois aumentam a produtividade e reduzem os custos de pessoal.

¹ Erlang C :: fórmula matemática utilizada no estudo de sistemas com perdas e é utilizada para dimensionamento de recursos em qualquer sistema constituído por filas, inclusive em centrais de atendimento.

2.3.1 - Unidades de Resposta Automática (URA)

Um dos fatores muito importante para redução de custos operacionais é o grau de automatização do atendimento através de URAs, pois quanto maior o percentual de retenção das chamadas na URAs menor será o custo com atendentes.

Em uma Central de Atendimento busca-se o equilíbrio para que sejam atendidos ou gerados os maiores volumes de chamadas com o menor quadro de atendentes e com o menor custo do serviço de telecomunicação.

Quanto aos custos dos serviços de telecomunicação procura-se dimensionar os meios de transmissão necessário e suficientes para atender a demanda das chamadas com a quantidade de recursos necessária de forma mais otimizada para redução dos custos de telecomunicação junto às prestadoras dos serviços de telecomunicações.

A seguir apresentamos conceitos referentes a roteamento de chamadas e conceitos de produtividade e eficiência relacionados com discadores automáticos.

2.3.2 - Conceitos de roteamento das chamadas

A facilidade de gerenciamento do roteamento permite que uma plataforma de atendimento compare grupos específicos, determinando qual grupo atenderá a chamada com o melhor recurso (serviço) para esta chamada.

Se não houver agentes disponíveis em algum grupo considerado, a chamada ficará em fila de espera no grupo que possui o melhor nível de serviço de atendimento no momento.

A facilidade do tipo de gerenciamento do roteamento é útil para operação da Central de Atendimento de múltiplas localidades (*multi-site*), ou seja, com mais de uma Central de Atendimento. Neste caso a facilidade de roteamento dinâmico *multi-site* permite a análise através de uma rede de plataformas de Central de Atendimentos, comparando grupos de atendimento locais, grupos de remoto ou ambos, roteando a chamada para o recurso que permitirá um melhor atendimento.

O gerenciamento de roteamento de múltiplas localidades (*multi-site*) permite uma integração total da rede de centrais de atendimento para um melhor balanceamento de tráfego e otimização da operação como um todo, proporcionando:

- Aumento da satisfação do cliente: através da diminuição dos tempos de espera, permite que uma chamada seja transferida para o melhor recurso especializado para atender esta chamada, diminuição dos índices de abandono e otimização da

utilização de troncos.

- Redução de custo: menor ocupação dos troncos.
- Aumento de produtividade dos atendentes: aumenta a eficiência do atendimento sem aumento do número de atendentes disponíveis ou diminuição do número de atendentes sem perda do nível de atendimento.
- Aumento de receita: melhor utilização dos atendentes, maior volume de chamadas atendidas com mesma quantidade de atendentes, menos chamadas abandonadas.
- Flexibilidade da operação: aumenta a flexibilidade da operação já que permite que as chamadas sejam atendidas em outra localidade em casos de contingência (greves ou problemas na operação automaticamente)

2.3.3 - Conceito de Produtividade e Eficiência para discadores automáticos

Atualmente além de produtividade também busca-se a otimização do desempenho do discadores automáticos, tornando-os mais eficientes, conforme mostra a figura 2.2.



Figura 2.2 – Produtividade x Efetividade para discadores
(Fonte : modificado - IEX)

A seguir apresentam-se os principais componentes para aumentar a eficiência dos discadores automáticos:

- a) Otimizadores,
- b) Ferramentas para planejamento,
- c) Algoritmos para melhoria de desempenho.

2.3.3.1 - Otimizadores:

São recursos que predizem o melhor momento para contactar alguém se baseando em algoritmos e histórico de contatos.

O objetivo dos otimizadores de discagem preditiva é aumentar a efetividade do contato, com flexibilidade operacional e com mínima intervenção humana durante o dia, proporcionando :

- Otimização da operação do preditivo,

- Atualizações da previsão dentro do dia (*Intraday*),
- Operação balanceada de ativo x receptivo (“*blending*”),
- Gerenciamento de listas pequenas,
- Configurações múltiplas localidade (*Multi-site*), múltiplo discador (*Multi-dialer*),
- Múltiplos objetivos de campanha.

2.3.3.2- Ferramentas para planejamento:

O objetivo das ferramentas de planejamento é realizar a previsão (*forecast*) do número de agentes necessários em uma operação ativa (*outbound*), se baseando em objetivos, infraestrutura e orçamento disponíveis, proporcionando:

- Previsão de recursos,
- Previsão do pessoal de suporte (*Staff*) necessário baseado em:
 - Objetivos de campanha,
 - Recursos disponíveis,
 - Entradas de valores para controle de custos.
- Indicação de receita potencial na adição de agentes adicionais ao máximo estabelecido,
- Indicação de “gargalos” de Recursos,
- Indicadores de produtividade,
- Medida de benefício líquido,
- Alocação de agentes pela Hora do Dia,
- Integração com WFM.

2.3.3.3 - Algoritmos para melhoria de desempenho:

O objetivo dos algoritmos é coletar os dados de diversos equipamentos de Central de Atendimento e disponibilizar relatórios gerenciais e de controle de desempenho, tais como:

- Histórico individual de contatos,
- Controle dos resultados de chamadas possíveis,
- Maximização de eficiência em campanhas pequenas.
-

2.3.3.4 - Benefícios das ferramentas de otimização

Os principais benefícios da utilização de ferramentas de otimização são:

- Rápido retorno de investimento;
- Redução dos custos de telecomunicações pela diminuição do número de contatos não efetivos;
- Aumento de produtividade, pela ampliação da capacidade de realização de contatos sem aumento dos recursos, mesmo em centrais que operam de forma automática em modo receptivo e ativo (modo *blended*);
- Redução do número de tentativas necessárias para contatar quem vai decidir,
- Utilização do ativo em horários de pico somente para contatos realmente localizáveis;
- Melhores resultados com menor número de tentativas em cada lista;
- Utilização em um ou várias localidades simultâneas;
- Inteligência contínua no contato aumentando desempenho de discadores preditivos;
- Gerenciamento dos diversos objetivos de campanhas;
- Dimensionamento do quadro (*forecast*) otimizado do número de agentes;
- Minimização de intervenção humana.

2.4 - TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS NA ÁREA DE CENTRAIS DE ATENDIMENTO

Nos itens anteriores foram mostrados os conceitos básicos de uma Central de Atendimento, a seguir serão as tendências voltadas à tecnologia de Centrais de Atendimento.

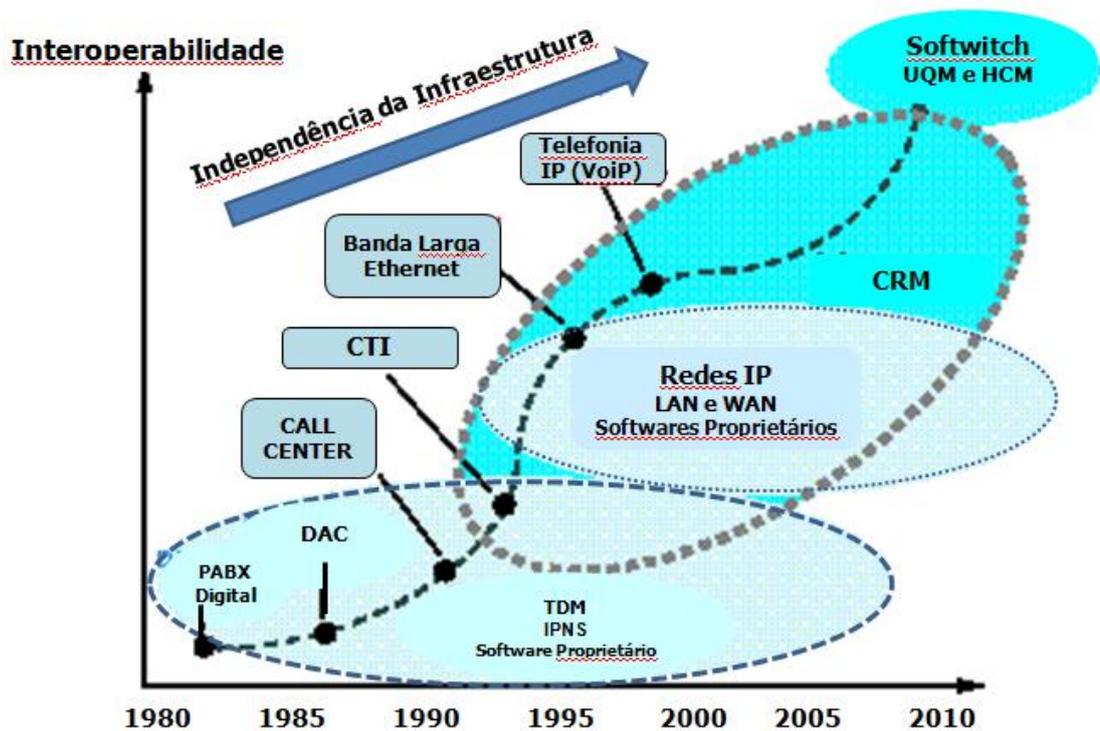
2.4.1 - Tecnologias voltadas para Centrais de Atendimento

Apresentamos as tendências tecnológicas para área de atendimento a clientes baseados em pesquisas do Gartner Group:

- 70% das propostas de serviços das Centrais de Atendimento serão baseadas em tecnologia IP;
- Tecnologia de auto-atendimento: resposta automática de correio eletrônico (*e-mail response*) busca através de reconhecimento natural de voz (*natural language search*), reconhecimento de contextual de voz (*knowledge taxonomies*);
- Outras tecnologias: *text chat*, VoIP, “*call me back*”, *support automation* (transmitir informação de status entre sistemas) e integração básica de aplicações;
- Serviços Secretos (ocultos): será possível e bastante popular a oferta de serviços secretos, onde agentes humanos atuam como “contingência manual” quando os sistemas falham, sem que o cliente necessariamente saiba que exista intervenção humana. A atuação humana ocorrerá para esclarecer solicitações ambíguas ou interpretá-las em caso de falha do reconhecimento de fala;
- 30% dos recursos humanos de Centrais de Atendimento estarão dedicados a prover serviços secretos a clientes como parte de uma interface automática com o cliente;
- a tendência dos fabricantes tradicionais de Centrais de Atendimento, como Avaya, Alcatel, Nortel e Siemens será de descontinuar o desenvolvimento e suporte das plataformas de Centrais de Atendimento baseadas em TDM,
- haverá uma migração das infra-estruturas baseadas em TDM para infra-estruturas baseadas em IP;
- IPCC (*IP Contact Center*) é uma tecnologia fortemente baseada em software, que permite que uma aplicação de Centrais de Atendimento seja distribuída sobre uma grande área com infra-estrutura de rede limitada. O enfileiramento de chamados e a gravação de voz serão centralizados e não serão impactadas por mudanças de pessoas ou sites.

Com base nas as informações da figura 2.3 observa-se que as tendências das Centrais de Atendimento (*Call Center*) serão das mesmas tornarem-se efetivamente um *Contact Centers*, que significa ser uma Central de Atendimento convergente integrando vários locais e mídias (voz/dados/web/vídeo) como uma única Central de Atendimento.

As Centrais de Atendimento serão baseadas em *Softswitch*, que significa ter soluções baseadas em uma arquitetura de rede de nova geração NGN (*Next Generation Network*), utilizando uma infraestrutura de rede baseada em IP (*Internet Protocol*), ganhando independência e flexibilidade das redes IP .



Legenda :

- CRM = customer relationship management
- CTI = computer telephony integration
- HCM = holistic contact management
- IP = Internet Protocol
- IPNS = ISDN PBX Networking Specification Forum
- ISDN = Integrated Services Digital Network
- PBX = private branch exchange
- TDM = time division multiplexing
- UQM = universal queue management

Figura 2.3 – Evolução das tecnologias das Centrais de Atendimento
(Fonte : modificado - Gartner Group)

3 - CONCEITOS DE NGN / IMS

No capítulo anterior foi mostrado que a tendência das centrais de atendimento é evoluir de uma estrutura tradicional(TDM) para uma infraestrutura baseada em IP e NGN.

Neste capítulo serão apresentados os conceitos básicos de redes de nova geração, NGN (*Next Generation Network*) e IMS (*IP Multimedia Subsystem IP Multimedia Subsystem*), considerando que este assunto é extenso neste trabalho o foco será apresentar os principais elementos e protocolos necessários para uma Central de Atendimento de Nova Geração.

Também serão mostrados os fatores que devem ser levados em consideração em projeto de rede NGN, principalmente com relação à qualidade da voz em redes IP (VoIP), uma vez que este é um requisito muito importante em uma Central de Atendimento na NGN.

3.1 - CONTEXTO HISTÓRICO E MOTIVAÇÃO

Segundo POIKSELKA (2006, p.30) as redes fixas e móveis têm passado a maior transição nos últimos 20 anos. No mundo da telefonia móvel os sistemas de primeira geração (1G), introduzidos em meados da década de 80 ofereciam serviços básicos, com maior ênfase aos serviços de voz. Os serviços móveis de segunda geração (2G) da década de 90 trouxeram alguns serviços de dados e serviços suplementares mais sofisticados. A terceira geração (3G) atualmente permite serviços de dados de alta velocidade e vários serviços multimídia.

Do lado da telefonia fixa as redes de telefonia pública comutada (RTPC) e redes digitais de serviços integrados (RDSI) tinham domínio dos tradicionais serviços de comunicação de voz e vídeo. Recentemente, devido ao aumento das velocidades e redução de custos ao acesso à Internet utilizando tecnologias do tipo ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*), cada vez mais usuários utilizam a Internet para realizar conversação de voz

Com base no cenário descrita acima, as operadoras de telecomunicações perceberam uma mudança rápida e drástica no perfil de tráfego de suas redes como representado na figura 3.1 a seguir. Como se pode constatar, a participação da voz a partir de terminais fixos de redes tradicionais (TDM) decresce continuamente, dando lugar a um crescimento vigoroso do tráfego de assinantes móveis (especialmente após a consolidação do padrão GSM (*Global System for Mobile Communications*), uma demanda cada vez maior por dados (explicada pela popularização da internet entre os usuários residenciais), onde se destaca a participação do tráfego VoIP (*Voice over IP*).

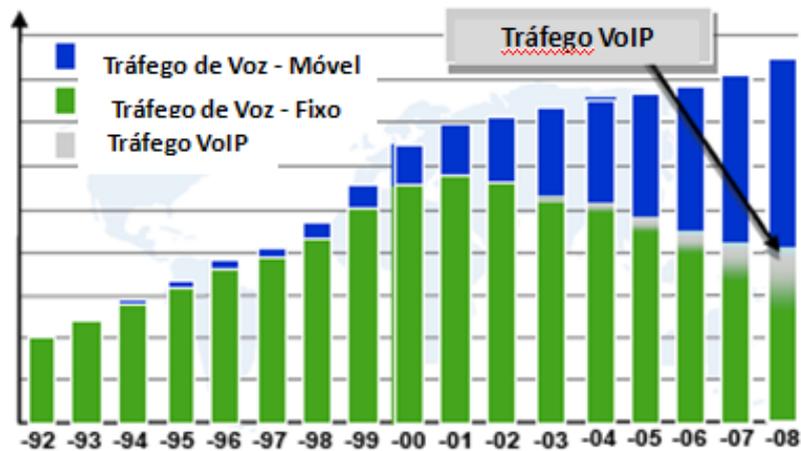


Figura 3.1 – Perfil evolutivo do tráfego telefônico de voz
(Fonte : modificado - Nokia)

Do ponto de vista econômico, as operadoras precisam conseguir uma maneira de reduzir custos operacionais e continuar oferecendo novos serviços aos seus usuários, sem descartar totalmente o investimento já realizado para a implantação da Rede de Telefonia Pública Comutada (RTPC). Do ponto de vista dos usuários, o que se deseja é a disponibilidade de um conjunto de serviços totalmente integrados, de fácil acesso, a preços baixos e com total mobilidade entre redes de diversos provedores; e ao final, recebendo uma única fatura do provedor de sua preferência, discriminando os serviços utilizados.

Neste contexto, surge o conceito de NGN (*Next Generation Network*) e de IMS (*IP Multimedia Subsystem*), uma estrutura modular criada para suprir esta nova demanda tecnológica. A idéia é proporcionar uma infraestrutura que possibilite o tráfego de diferentes tipos de mídia como telefonia fixa, telefonia móvel, internet e vídeo e construir um arquitetura que flexibilize o processo evolutivo de cada uma delas, sem desprezar os investimentos já realizados.

3.2 - CARACTERÍSTICAS DA NGN

O seguir serão apresentados os conceitos básicos e elementos básicos de uma rede NGN e fatores que influenciam a qualidade de voz de uma rede IP.

3.2.1 - Conceitos NGN e Recomendação Y.2001

Segundo a Recomendação Y.2001 (Dez 2004) do ITU-T a definição de NGN é “uma rede baseada em pacotes capaz de prover serviços de telecomunicações e de fazer uso de múltiplas tecnologias de transporte banda larga e com suporte à QoS, e na qual as funções de serviço são independentes das tecnologias de transporte”.

Conforme (Chakraborty, 2007), estas características possibilitam acesso flexível aos usuários e mobilidade generalizada, que permitirá provisão de serviços consistentes a todos os usuários e por diversos provedores, encorajando investimentos e promovendo maior competição na oferta dos mesmos.

A NGN possibilita a criação de serviços convergentes sobre as redes de transportes baseadas em pacotes, incluindo os serviços básicos de voz (telefonia) até os serviços de dados, vídeo, multimídia, banda larga avançada e aplicações de gerenciamento da rede.

A Recomendação Y.2001 especifica as características chaves da NGN:

- Transferência baseada em pacotes;
- Separação entre as funções de controle e capacidades de suporte, sessão/chamada e aplicação/serviço;
- Independência entre provisão de serviço e transporte e provisão de interfaces abertas;
- Suporte para uma larga gama de serviços, aplicações e mecanismos baseados em Blocos Construtores, incluindo serviços do tipo: *real time / streaming / non-real time* e multimídia;
- Capacidades de banda larga com qualidade de serviço (QoS) fim-a-fim;
- Interoperação com redes legadas via interfaces abertas;
- Mobilidade generalizada, garantindo interconectividade e roaming;
- Acesso de usuários a diferentes provedores de serviço;
- Uma variedade de esquemas de identificação;
- Características de serviço unificadas para o mesmo serviço como percebido pelo usuário;

- Serviços convergidos entre fixo e móvel;
- Independência das funções relacionadas a serviço das tecnologias relacionadas às transporte;
- Suporte de múltiplas tecnologias de última milha;
- Conformidade com todos os requisitos regulatórios.

3.3 - NGN E IMS

O IMS (*IP Multimedia Subsystem*) é uma arquitetura NGN (*Next Generation Network*) que permite as operadoras de telefonia oferecer serviços multimídia. Embora o IMS tenha surgido com o objetivo de integrar os serviços de telefonia celular tradicional e de Internet, essa arquitetura é fundamental tanto para as operadoras de rede móvel como os operadores de rede fixa que quiserem oferecer serviços multimídia baseados neste padrão.

Segundo (Chakraborty, 2007) o IMS permite a convergência fixo-móvel, sendo a ponte para integrar os dois ambientes, conforme visão geral apresentada na figura 3.2. Neste sentido, a arquitetura IMS suporta os sistemas de telefonia atuais baseados em comutação por circuito, assim como os sistemas baseados em comutação de pacotes.

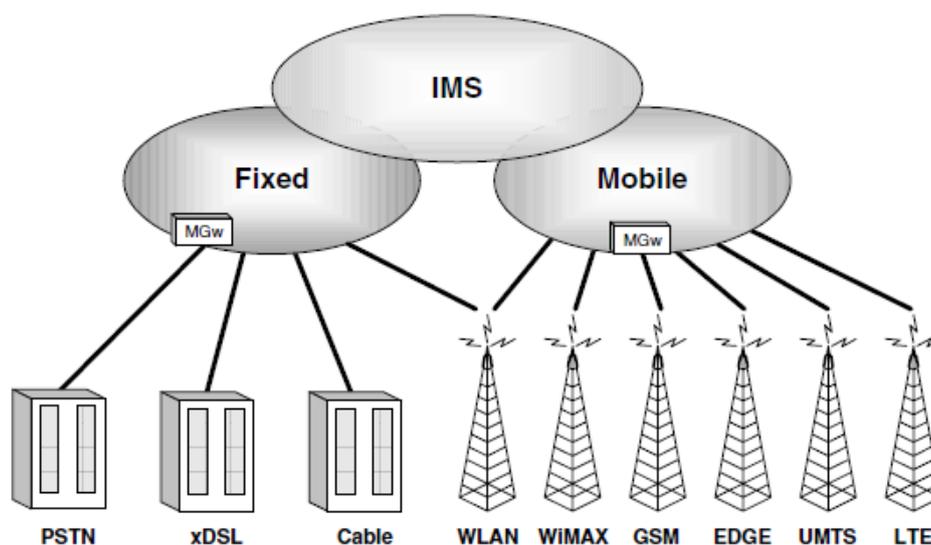


Figura 3.2 – Visão global IMS

(Fonte : modificado – Chakraborty, 2007)

O desacoplamento de serviços e transporte é ponto-chave na conceituação de NGN para permitir que estes elementos sejam ofertados separadamente e evoluam de maneira independente.

Segundo (Chakraborty, 2007), o padrão IMS oferece uma abordagem para convergência que abrange os conceitos de NGN, separando as funções de transporte das de serviços, mas, no entanto, privilegia a manutenção do controle de sessões e serviços pelas mesmas operadoras que oferecem a infraestrutura de transporte.

Um dos principais órgão internacionais para padronização da arquitetura IMS/NGN é o ETSI (Instituto Europeu de Padrões de Telecomunicações), que reconhecendo a convergência entre a comunicação de voz e a comunicação de dados e também entre as redes fixa e móvel, iniciou as pesquisas para padronização em dois grupos de trabalho, o TIPHON (Telecommunication and Internet Protocol Harmonization Over Networks) e o SPAN (Service and Protocol for Advanced Networking) que em setembro 2003 foram fundidos em um único grupo, o TISPAN (Telecommunication and Internet Services and Protocols for Advanced Networking) para, a partir da release 6 do IMS produzida pelo 3GPP, definir como será a evolução da rede fixa de voz comutada.

3.3.1. Arquitetura NGN/IMS

A arquitetura NGN/IMS é dividida em 4 camadas :

- Acesso,
- Controle,
- Transporte,
- Serviço.

A figura 3.3.apresenta uma visão geral da arquitetura NGN/IMS e nos itens subseqüentes será feito um detalhamento das camadas e seus principais componentes.

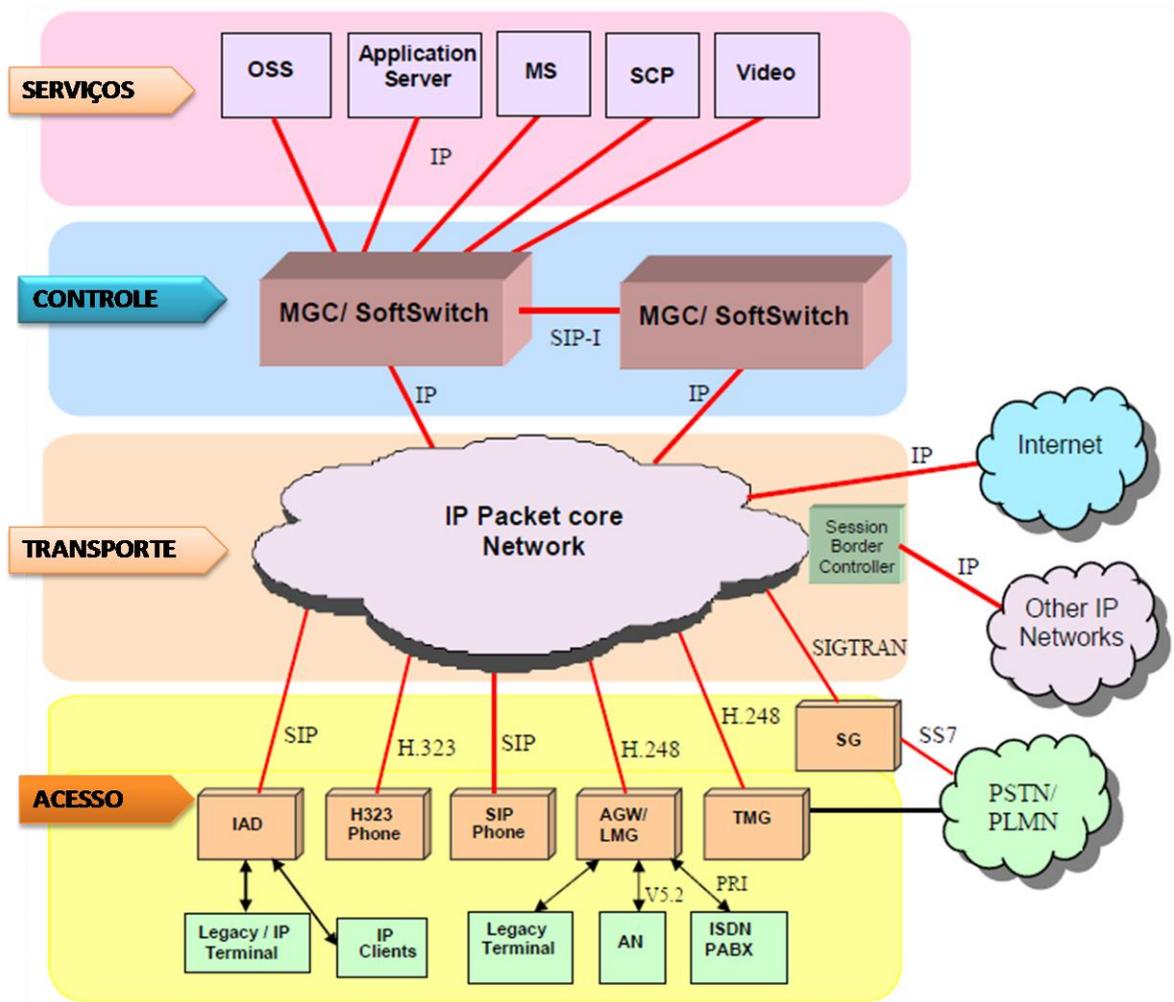


Figura 3.3 – Arquitetura NGN/IMS

(Fonte: modificado – TEC - Telecommunication Engineering Centre)

3.3.1.1 - Camada de acesso

A camada de acesso realiza duas funções principais: conectar os usuários legados e os que já estão baseados em IP e converter o formato da informação de circuito para pacote e vice-versa. É a camada responsável por fazer a conexão da NGN com as redes externas, como as redes de telefonia fixa e móvel e as redes IP (baseadas em pacotes).

Componentes da camada de acesso:

- *Media Gateway (MG) ou Trunking Gateway (TGW):* são os componentes que realizam a integração com as redes legadas baseadas em circuitos (ex.: TDM) convertendo a informação para pacotes (ex.: redes IP) e vice-versa.

- *Access Gateway* (AGW): é o componente que fica mais próximo do usuário do serviço, realizando as conversões necessárias entre os meios de transporte (ex.: meio analógico ou digital para rede de pacotes IP e vice-versa).
- *Signaling Gateway* (SG): é o componente que permite o controle de sinalização das chamadas que entram das redes legadas para rede NGN e vice-versa.
- Controlador de Borda de Sessão ou *Session Border Controller* (SBC): gerencia as sessões multimídia do ponto de vista de aplicação de regras de segurança, acordos de níveis de serviços, controle de congestionamento, gerenciamento de qualidade de serviço (QoS), interoperabilidade de protocolos entre outras funcionalidades.
- Equipamentos terminais ou *endpoints*: são dispositivos multimídia que dispensam a intermediação de um *Media Gateway*, registrando-se diretamente nos Controladores de Media Gateways (MGC), normalmente através de protocolos como SIP ou H.323.

3.3.1.2 - Camada de transporte

A camada de transporte é composta basicamente por roteadores e switches localizados no infraestrutura da rede de dados. Provê o roteamento e transporte de pacotes IP. Provê aos usuários uma plataforma integrada de transporte de dados que deve assegurar alta confiabilidade, alta capacidade e qualidade de serviço (*Quality of Service* - QoS).

Componentes da Camada de Transporte:

A camada de transporte pode utilizar diversos equipamentos da infraestrutura da rede de dados para trafegar as informações, desde switches e roteadores até fibras ópticas.

Um dos aspectos mais importante na camada de transporte, dentro de uma arquitetura IMS/NGN, é que determinados fatores (ex.: latência, perda de pacotes, largura de banda, etc.) sejam respeitados para garantir a qualidade dos serviços transportados.

3.3.1.3 - Camada de controle

A camada de controle é responsável pelo estabelecimento e controle das conexões (sessões e/ou chamadas).

Componentes da Camada de Controle:

O principal elemento da camada de controle é o controlador de mídia gateways ou *Media Gateway Controller* (MGC), também denominado de *Softswitch*.

O *Softswitch* é dividido em dois blocos: MGC (*Media Gateway Controller*) e CSC (*Call Session Controller*).

A função principal do MGC é interagir com os *Media Gateways*, situados na camada de acesso, controlando a sinalização destes com os dispositivos aos quais os mesmos se conectam.

A função principal do CSC é ser responsável pelas interações com a camada de serviços.

O *Softswitch* se comunica com os demais elementos predominantemente fazendo uso dos protocolos SIP e H.248.

3.3.1.4 - Camada de serviços

A camada de serviços ou de aplicação provê os serviços necessários para executar os serviços destinados ao usuário final, tais como serviços valor agregado convergentes (ex.: caixa de correio de voz, videoconferência, etc.) e as funções de suporte a operação também conhecidas como OSS (*Operational Support System*).

Componentes da Camada de Serviços:

- Servidores de Aplicação ou *Application Servers* (AP): são os elementos onde residem as aplicações que provêm os serviços da NGN/IMS (ex.: PABX Virtual, URA, etc).
- Servidores de Mídia ou *Media Servers* (MS): são os elementos que normalmente realizam interação com os usuários da rede IMS/NGN. Um *Media Server* pode realizar o papel equivalente às “maquinas anunciadoras” de uma rede TDM tradicional, e podem também realizar funções mais complexas como às de URA (Unidade de Resposta Automática) com interação com base de dados externas.

3.3.2 - Protocolos IMS/NGN

A figura 3.4 apresentada uma visão dos principais protocolos da arquitetura IMS/NGN .

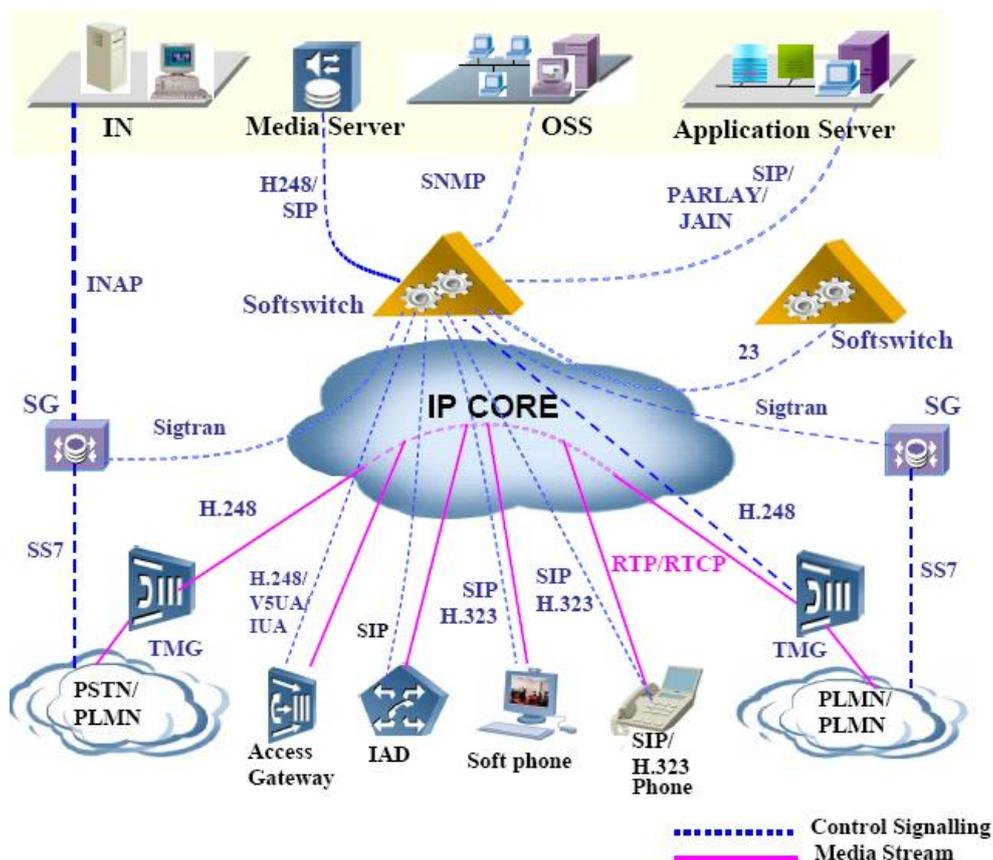


Figura 3.4 – Protocolos IMS/NGN

(Fonte : TEC - Telecommunication Engineering Centre)

Os principais protocolos usados nas redes de nova geração são: SIP (*Session Initiation Protocol*), H.323, Megaco/H.248, MGCP (*Media Gateway Control Protocol*), RTP – *Real Time Transport Protocol* e RTPC – *Real Time Transport Control Protocol* (Poikselka, 2004); nos próximos itens serão apresentadas as principais características destes protocolos.

3.3.2.1 - MGCP

O protocolo controlador de gateways de mídia (*Media Gateway Controller Protocol*-MGCP) é especificado no informativo RFC 2705 do IETF (*Internet Engineer Task Force*) HERSENT (2002, p.170)

Segundo Davidson (2008, p.303) o MGCP é baseado no paradigma mestre/escravo no qual o MGC é mestre que emite comandos ao MG (escravo).

Nesta arquitetura, o MG manipula as funções de mídia, tais como conversão de sinais analógicos/TDM (multiplexação por divisão temporal) em fluxo RTP/RTCP, e o MGC gerencia as funções de sinalização da chamada.

3.3.2.2 - MEGACO / H.248

Segundo Davidson (2008, p. 318) o H.248 (como é conhecido no mundo ITU) ou MEGACO (como é conhecido no mundo IETF) é similar ao MGCP em termos de arquitetura e propósito. A arquitetura deste protocolo foi desenvolvida pelo Grupo de Trabalho MEGACO do IETF e pelo Grupo de Estudo 16 do ITU-T.

O MEGACO/H.248 é constituído por três elementos: *Media Gateway Controller* (MGC), *Media Gateway* (MG) e *Signalling Gateway* (SG).

O plano de controle, MGC (também conhecido como *Softswitch*), e o plano de conexão, o MG, é separado fisicamente por ele.

O H.248/MeGaCo (*Media Gateway Control*) é o protocolo de controle mais utilizado em Redes NGN, por ser mais poderoso que seus antecessores como MGCP e por que ele é um padrão aberto, pode ser revisado e ajustado, possui alta interoperabilidade com vários fabricantes, possui poucas inconsistências e é aplicável para todo tipo de rede de pacotes.

3.3.2.3 - SIP

Segundo Davidson (2008, p. 271) o *Session Initiation Protocol* (SIP) é um protocolo de sinalização que controla a inicialização, modificação e terminação de sessões interativas multimídia. As sessões multimídia podem ser tão diversas como chamadas de áudio ou vídeo entre dois ou mais interlocutores, sessões de conversa, ou sessões de jogos.

O estabelecimento, mudança ou término da sessão é independente do tipo de mídia ou aplicação que será usada na chamada; uma chamada pode utilizar diferentes tipos de dados, incluindo áudio e vídeo.

O Protocolo de Iniciação de Sessão (SIP) é um padrão da Internet Engineering Task Force (IETF) (RFC 3261, 2002), que utiliza o modelo cliente-servidor, similar ao HTTP (*Hypertext Transfer (or Transport) Protocol*), para iniciar sessões de comunicação interativa entre usuários.

Enquanto o HTTP efetua essa integração através de uma página web, o SIP integra diversos conteúdos a sessões de administração.

O SIP recebeu uma adoção rápida como padrão para comunicações integradas e aplicações que usam presença. O SIP foi desenvolvido inspirado em outros protocolos de Internet baseados em texto como o SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*) e o HTTP (páginas da web) e foi desenvolvido para estabelecer, mudar e terminar chamadas em um ou mais usuários em uma rede IP de uma maneira totalmente independente do conteúdo de mídia da chamada.

Como o HTTP, o SIP leva os controles da aplicação para o terminal, eliminando a necessidade de uma central de comutação.

O protocolo SIP possui as características como simplicidade, possui apenas seis métodos, independência do protocolo de transporte, baseado em texto.

Na figura 3.5 mostra o estabelecimento de uma sessão SIP simples, no exemplo ilustrado por Jonhston (2004, p.43), assume-se que ambos dispositivos estão conectados em uma rede IP e cada um conhece o endereço IP do outro.

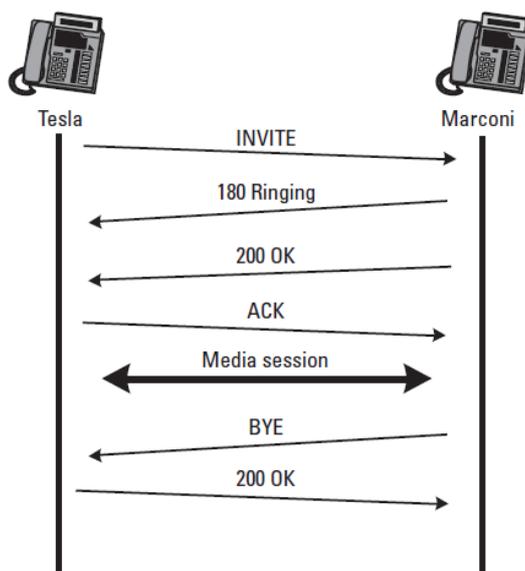


Figura 3.5 - Estabelecimento de uma sessão SIP simples
(Fonte: Johnston (2004))

3.3.2.4 - H.323

O H.323 é parte da família de recomendações ITU-T (International Telecommunication Union Telecommunication Standardization sector) H.32x, que pertence à série H da ITU-T, e que trata de "Sistemas Audiovisuais e Multimídia".

A recomendação H.323 tem o objetivo de especificar sistemas de comunicação multimídia em redes baseadas em pacotes e que não provêem uma Qualidade de Serviço (QoS) garantida. Além disso, estabelece padrões para codificação e decodificação de fluxos de dados de áudio e vídeo, garantindo que produtos baseados no padrão H.323 de um fabricante interoperem com produtos H.323 de outros fabricantes.

Redes baseadas em pacotes incluem as redes IP (*Internet Protocol*) como a Internet, redes IPX (*Internet Packet Exchange*), as redes metropolitanas, as redes de longa distância (*Wide Area Network* - WAN) e ainda conexões discadas usando PPP (*Point-to-Point Protocol*). Ele é completamente independente dos aspectos relacionados à rede. Dessa forma, podem ser utilizadas quaisquer tecnologias de enlace, podendo-se escolher livremente entre as que dominam o mercado atual como Ethernet, Fast Ethernet, FDDI (*Fiber Distributed Data Interface*), ou Token Ring.

Também não há restrições quanto à topologia da rede, que pode consistir tanto de uma única ligação ponto a ponto, ou de um único segmento de rede, ou ainda serem complexas, incorporando vários segmentos de redes interconectados.

O padrão H.323 especifica o uso de áudio, vídeo e dados em comunicações multimídia, sendo que apenas o suporte à mídia de áudio é obrigatório. Mesmo sendo somente o áudio obrigatório, cada mídia (áudio, vídeo e/ou dados), quando utilizada, deve seguir as especificações do padrão. Pode-se ter uma variedade de formas de comunicação, envolvendo áudio apenas (telefonia IP), áudio e vídeo (videoconferência), áudio e dados e, por fim, áudio, vídeo e dados.

A figura 3.6 apresenta uma visão simplificada da pilha de protocolos do H.323.

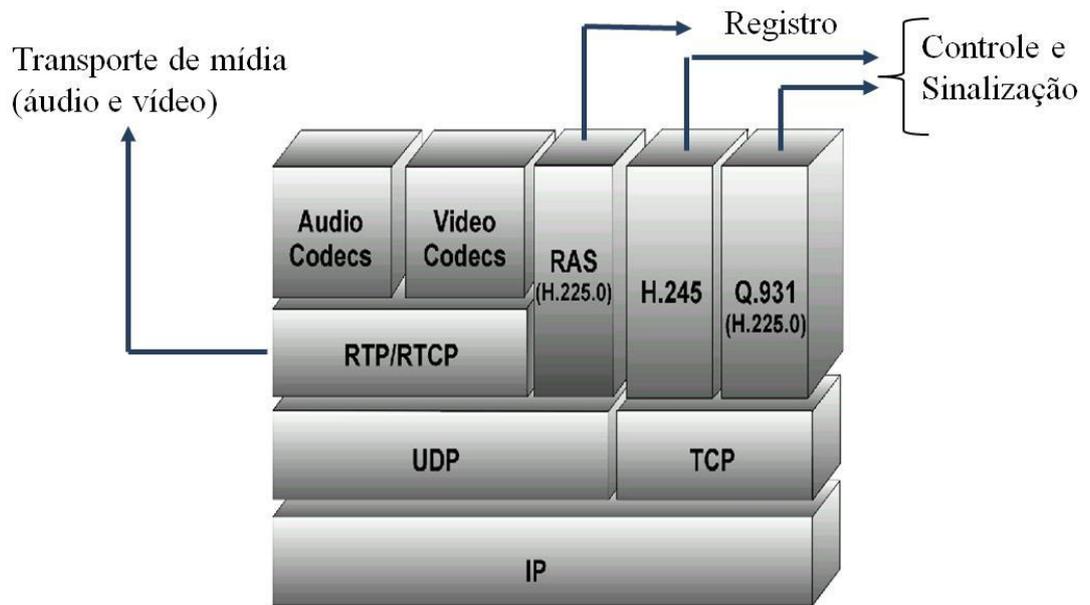


Figura 3.6 – Pilha de Protocolo H.323

(Fonte : modificado - RADCOM)

O H.225 RAS (*Registration, Admission and Status*), é o protocolo utilizado para efetuar registro, controle de admissão, mudanças de taxa de transmissão, status e procedimentos de desacoplamento entre terminais e *gatekeepers*.

O H.225 (Sinalização de Chamadas) é o protocolo utilizado no estabelecimento de conexões entre dois terminais H.323. Isto é possível através da troca de mensagens em um canal de sinalização de chamadas. Este canal é aberto entre dois terminais H.323 ou entre um terminal e o *gatekeeper*.

O H.245 (Sinalização de Controle) é protocolo usado para trocar mensagens fim a fim que controlam a operação do terminal H.323.

Estas mensagens carregam informações relativas à:

- Negociação de capacidades;
- Abertura e fechamento de canais lógicos de transmissão de fluxos de mídia (RTP);
- Mensagens de controle de fluxo;
- Comandos gerais e indicadores;

3.3.2.5 - RTP e RTCP

Nos itens anteriores foram apresentados protocolos basicamente de controle da chamada ou sessão (ex.: SIP, H.248, H.323, H.248); os protocolos que estão diretamente relacionados com transporte de fluxo de dados em tempo real, para tráfego multimídia (voz e/ou vídeo) são o RTP (*Real-Time Transport Protocol*) e o RTCP (*Real-Time Control Protocol*).

O RTP e RTCP são protocolos podem ser usado acima de qualquer protocolo de rede, no entanto os mesmos são principalmente usados em cima de UDP (*User Data Protocol*), uma vez que os mecanismos de retransmissão do TCP (*Transport Control Protocol*) não é o muito adequado para dados que precisam ser transportados com uma latência muito baixa, como no caso comunicações interativas.

O RTP, segundo Hersent (2002, p.10), define um modo de formatar pacotes IP que carregam dados isócronos e inclui:

- informações sobre o tipo de dado transportado;
- *timestamps*;
- número de sequências

A figura 3.7 apresenta a formatação básica de um pacote RTP conforme descrito e ilustrado em Hersent (2002, p.13).

V	P	X	CC	M	Tipo de payload	Número de sequência									
Timestamp															
Identificador de fonte de sincronização (SSRC)															
Identificador de fonte contribuinte (CSCR) Não usado no H.323															
Depende do perfil										Tamanho					
Dados															
0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30

Figura 3.7 – Pacote RTP

(Fonte : modificado – Oliver, 2002)

A seguir apresentamos uma descrição resumida dos campos do pacote RTP :

- V = versão do RTP.
- P = bit de padding (P) , indica se *payload* (carga útil) sofreu enchimento para fins de alinhamento.
- X = bit de extensão, indica a presença de extensões após eventuais CDRCs.
- CC = contador de CSRC (CC) de 4 bits, informa quantos identificadores de CSRC vêm após o cabeçalho fixo.
- Marcador (M) = 1 bit, seu uso definido pelo perfil do RTP.
- Tipo de *payload* (PT) = 7 bits, é definido pelo tipo de *payload*, no caso *payloads* estático é definido no RFC 1889 e no RFC “Assigned Numbers”(RFC 1700).
- Número de sequência = 16 bits , inicia com um valor aleatório e é incrementado a cada pacote RTP.
- *Timestamp* = 32 bits , a frequência do *clock* é definida de maneira diversa para cada tipo de *payload*. Para maioria dos codecs de áudio (G.711, G.723,G.729, etc), a frequência do clock RTP é colocada em 800 Hz.

O RTCP, segundo Hersent (2002, p.10), geralmente é usado com o RTP para permitir o transporte de alguns retornos sobre a qualidade de transmissão (a quantidade de *jitter*, a perda média de pacotes, etc) e no caso de conferência também pode ser usado para transportar algumas informações a respeito dos participantes.

Nos itens anteriores foram apresentados os conceitos básicos e principais componentes e protocolos de uma rede de nova geração (NGN), nos próximos itens serão apresentados aspectos relevantes a serem considerado em um projeto de rede NGN e os principais fatores que afetam qualidade de voz em redes IP (VoIP).

3.4 ASPECTOS RELEVANTES EM PROJETOS NGN PARA CENTRAIS DE ATENDIMENTO

Segundo (Chakraborty, 2007), existem alguns aspectos relevantes em projeto NGN a saber:

- QoS fim a fim: é necessária a definição de interfaces que permitam aos dispositivos de usuários negociarem com a NGN a qualidade requerida para o serviço, e que efetivamente estes parâmetros sejam atendidos dentro da complexidade de tecnologias e provedores envolvidos.
- Gerência da rede: deverão ser revistos os requisitos de específicos da NGN quanto a tolerância a falhas, tarifação, segurança, administração de usuários e engenharia de tráfego.
- Segurança: é um grande desafio, pois a NGN não é mais um sistema monolítico com interfaces rígidas com o mundo externo.
- Controle de comunicações: modelos de controle de chamadas/sessões deverão ser definidos para a NGN levando em conta os possíveis agrupamentos funcionais.
- Numeração e endereçamento de usuários: usuários individuais devem poder ser globalmente identificados tanto por nomes como por números e as implementações devem prever a portabilidade entre provedores.

Os itens subjacentes apresentam conceitos de QoS em telefonia IP ou VoIP, os principais fatores que afetam a qualidade de voz em uma rede IP, e dados sobre codecs (codificador-decodificador) de voz, que devem ser considerados no projeto de uma Central de Atendimento de nova geração - NGN.

3.4.1 - QoS em voz sobre IP (VoIP)

Segundo Davidson (2008, p.288) o conceito de QoS (*Quality of Service*) foi amplamente ignorado no projeto inicial do protocolo da Internet (*Internet Protocol-IP*). Desde sua origem, o protocolo IP foi desenvolvido e implementado como um protocolo de comunicação com controle de tráfego utilizando a regra do melhor esforço (*Best-*

effort Service), que não provê nenhum mecanismo de qualidade de serviços e, conseqüentemente, nenhuma garantia de alocação de recursos da rede para tráfego de voz ou vídeo. Até então, a “qualidade de serviço” que foi considerada como requisito era a garantia de integridade dos dados; ou seja os dados não deveriam ser danificados ou perdidos.

Com o crescimento da Internet, a tendência atual é a integração de voz (telefonia) e dados numa única infraestrutura de redes de pacotes, a rede IP. Essa emergente e crescente demanda pelos serviços de Telefonia IP também conhecida como Voz sobre IP (VoIP), como chamado pelo mercado, provocou uma corrida dos fabricantes de equipamentos de redes para desenvolver mecanismos que garantissem qualidade de serviços fim-a-fim.

A qualidade de serviço pode ser definida como a habilidade da rede para garantir e manter certos níveis de desempenho para cada aplicação de acordo com as necessidades específicas de cada usuário. O seu principal objetivo é priorizar o tráfego interativo sensível a retardo (ex.: voz, jogos, simulações, etc.), em detrimento ao tráfego referente à transferência de arquivos, que não é sensível a retardo. A figura 3.8 ilustra o modelo básico de QoS.



Figura 3.8 – Modelo QoS Básico

(Fonte :SILVA, 2010)

Embora o conceito de QoS usualmente se refira a fidelidade do sinal de voz recebido, ele também pode se aplicar a outros aspectos, tais como: disponibilidade da rede, probabilidade de bloqueio, existência de serviços especiais (conferência, identificação do usuário chamador, etc), escalabilidade e penetração.

Para se alcançar um nível de QoS adequado para o tráfego de voz sobre IP pode-se adotar um conjunto de medidas no sentido de garantir a banda necessária para a transmissão dos pacotes de voz, minimizar os atrasos sofridos pelos pacotes na rede e

torná-los o mais constante possível, e eliminar ou minimizar o jitter de atraso sofrido pelos pacotes.

As principais técnicas para se prover QoS em redes IP transportando tráfego de voz são:

- Classificação do tráfego, de modo a poder diferenciar um tipo de outro.
- Priorização dos pacotes de tráfego de voz.
- Policiamento e conformação do tráfego.
- Gerenciamento de congestionamento.
- Fragmentação de grandes pacotes de dados e entrelaçamento destes pacotes com os pacotes de voz.
- Garantia de largura de faixa para o tráfego de voz.
- Compensação, no receptor, da variação do atraso na rede.

Como este assunto é muito complexo e extenso, nos próximos itens iremos tratar dos fatores que afetam diretamente na qualidade do sinal em VoIP e apresentar algumas técnicas para melhorar a eficiência da ocupação da banda em redes IP.

3.4.2 - Fatores que influenciam a qualidade de voz sobre IP (VoIP)

Os requisitos de qualidade que devem adotados em uma de rede dado dependem da aplicação que a mesma deverá suportar, aplicações interativas em tempo real, como voz, têm requisitos mais sensíveis que devem atendidos para garantir uma qualidade mínima na conversação.

Este assunto é complexo e o ITU tem desenvolvido medidas padrões para se tentar quantificar a qualidade de reprodução de voz na rede telefônica.

Para a transmissão de voz sobre redes de pacotes, onde se enquadra a telefonia IP, também conhecida como VoIP (*Voice over IP*), existem quatro fatores principais que influenciam diretamente na qualidade do serviço:

- atraso (fim-a-fim) de pacote,
- jitter de atraso,
- perda de pacotes,

- largura de faixa.

3.4.2.1 - Atraso de pacote

O atraso de pacote é formalmente definido como a diferença de tempo, em segundos, entre o instante em que o terminal chamador envia o primeiro bit do pacote e o instante que o terminal chamado recebe este bit. Seu comportamento é aleatório em função da carga na rede.

Três problemas principais advêm deste atraso: o eco, a sobreposição do locutor e *jitter*, que é a variação no intervalo entre chegadas de pacotes no receptor, devido ao comportamento aleatório do atraso. A seguir apresentamos mais detalhes sobre eco e sobreposição do locutor, o *jitter* será tratado em item específico.

- Eco : nas redes de telefonia tradicionais o eco normalmente é causado por um descasamento de impedância nas híbridas utilizadas para conversão dos 4 fios do nó de comutação para os 2 fios do cabo telefônico que vai à casa do assinante. Este descasamento de impedância faz com que uma parte do sinal transmitido seja refletido de volta à origem, fazendo com que o usuário escute sua própria fala algum tempo depois da transmissão.

Segundo Davidson (2008, p.170), para o usuário ouvir sua própria voz no receptor enquanto está falando é normal e fornece segurança quanto ao que está sendo transmitido. No entanto, ouvir a própria voz com mais de 25 ms de atraso passa a ser percebido como eco e pode causar desconforto para o usuário. Assim, se o atraso fim-a-fim for superior a 25 ms o sistema deve prover mecanismos de cancelamento de eco para minimizar seus efeitos.

- Sobreposição do Locutor: O crescimento demasiado do atraso fim-a-fim leva a uma perda de qualidade pelo ponto de vista do usuário, pois a demora na escuta do sinal de voz de um assinante “A” pode levar o assinante “B” a iniciar sua fala, causando uma sobreposição dos locutores. O limite de atraso fim-a-fim, a partir do qual a queda de qualidade é percebida, pode variar muito de acordo com o usuário.

Para orientar os operadores de rede e os fabricantes de equipamentos no controle do atraso na rede, o ITU-T aprovou em 1996 a recomendação G.114, que estabelece o

limite máximo de atraso fim-a-fim em 400 ms.

Este valor é um limite máximo, após o qual a qualidade é considerada inaceitável.

Resultados de teste de qualidade de voz executados pelo ITU-T, e publicados na recomendação G.114, dizem que mesmo na completa ausência de eco, mais de 10% dos usuários experimentam dificuldades para manter a conversação para atrasos de 400ms.

Por outro lado a recomendação G.114 do ITU-T especifica que não mais de 150ms de atraso unidirecional fim a fim deve estar presente na rede para uma boa qualidade, conforme mostrado na figura 3.9. Atrasos entre 250 ms e 400 ms definem uma área de qualidade marginal, que pode ser aceitável para algumas aplicações de voz e inaceitável para outras.

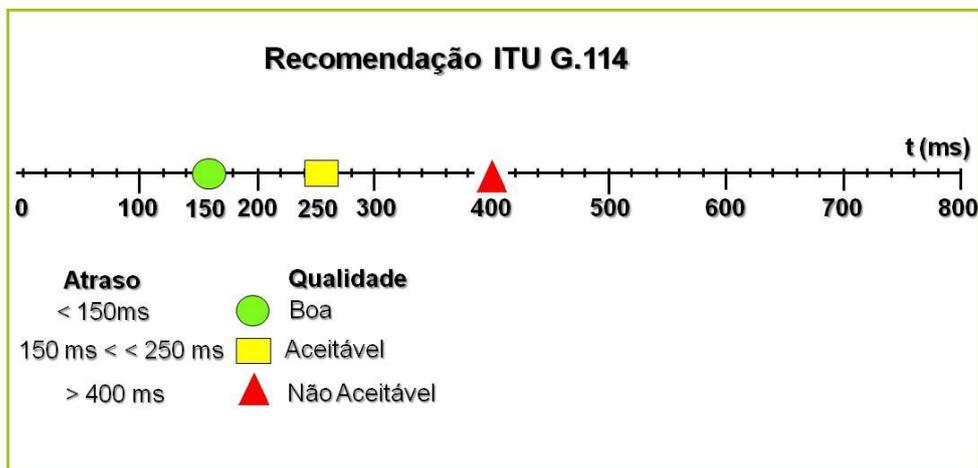


Figura 3.9 - Efeito do atraso na dificuldade de conversação
(Fonte: modificado – Alcatel 2006)

3.4.2.2 Jitter de atraso

O *jitter* é a variação no intervalo entre as chegadas de pacotes introduzidas pelo comportamento aleatório do atraso na rede.

Um método típico de contornar o problema do *jitter* é adicionar um buffer na recepção que acrescenta um atraso determinado, de tal forma que o atraso total experimentado pelo pacote, incluindo o atraso extra gerado pelo buffer seja igual ao máximo atraso possível na rede. Este método é razoável no ambiente de redes locais ou Intranets corporativas onde o máximo atraso é pequeno.

Em redes WAN onde o atraso máximo pode assumir valores elevados, este método não é aplicável. A escolha do máximo atraso a ser introduzido pelo buffer na recepção é, então, uma solução de compromisso entre o atraso total admissível e a taxa de perda de

pacotes.

O atraso de pacote possui diversos componentes, uns de natureza fixa e outros de natureza variável, que são descritos a seguir:

- Atraso de propagação: O atraso de propagação está relacionado com o tempo que o sinal leva para se propagar no meio de transmissão. Este atraso é fixo e depende de tipo do meio e da distância percorrida pelo sinal.

- Atraso de codificação/decodificação: O atraso de codificação é fixo e é composto basicamente de três parcelas: tamanho de quadro e "*lookahead delay*", que juntos compõem o chamado atraso algorítmico, e o atraso de processamento.

- Atraso de empacotamento: É o tempo necessário para se gerar um número suficiente de quadros de voz para preencher o *payload* do pacote IP. Para se enviar valores excessivos para o atraso de empacotamento pode-se enviar pacotes parcialmente carregados. O atraso de empacotamento pode, dependendo da situação, absorver ou se confundir com os atrasos de codificação.

- Atraso nos nós da rede: o principal atraso que os pacotes sofrem dentro da rede é o atraso de enfileiramento nos roteadores. Este atraso é variável e depende do tempo médio de serviço de um pacote, que é composto pelo tempo necessário para o roteador tomar a decisão de roteamento mais o tempo de transferência do pacote do buffer de entrada para o buffer de saída mais o tempo de transmissão do pacote no enlace de saída, e o fator de utilização de enlace de saída associado.

O atraso de enfileiramento é o principal responsável pela aleatoriedade do comportamento do atraso total experimentado pelo pacote, podendo assumir valores inaceitáveis em situações de congestionamento na rede.

- Atraso devido ao dejitter buffer: A variação do atraso é introduzida no sistema basicamente pelo comportamento aleatório do tempo de enfileiramento dos pacotes nos roteadores, e é um fator de degradação da qualidade do sinal.

A compensação desta variação é feita através de *buffers (dejjiter buffer)* que armazenam os pacotes que chegam com atraso variável para entregá-los ao decodificador com atraso constante.

No entanto, se a variação do atraso for muito elevada, o atraso adicional necessário para compensar a variação pode resultar em um atraso total fim-a-fim inaceitável. Por esta razão, definiu-se um valor máximo de atraso admissível para o dejitter buffer.

3.4.2.3 - Perda de pacotes

A perda de pacotes em uma rede IP é um problema sério e pode influenciar significativamente a qualidade do serviço de voz sobre IP.

A perda de pacotes é definida como a porcentagem de pacotes transmitidos pelo equipamento de origem (A) que não chegam ao equipamento de destino (B), e é devida, principalmente a alguns fatores como:

- Imperfeições na transmissão: problemas físicos nos equipamentos de transmissão podem resultar em perda de pacotes.
- Atraso excessivo: se o parâmetro de Tempo de Vida (“*Time-to-Live*” -TTL), do datagrama IP, definido para o pacote for excedido, o pacote é descartado pela rede.
- Congestionamento: o aumento em excesso do tráfego na rede pode resultar no congestionamento dos *buffers* dos roteadores, resultando na perda de pacotes. Além disto, se o protocolo RED (*Random Early Detection*) é utilizado, o roteador irá descartar aleatoriamente pacotes.
- Congestionamento (*Overflow*) do buffer de dejitter: se o jitter na rede for excessivo, poderá ocorrer um congestionamento no buffer utilizado para compensar o jitter, com conseqüente perda de pacotes.

As perdas de pacotes de voz são percebidas como interrupções na conversação, degradando a qualidade do serviço. Contudo, uma certa porcentagem de perda de pacotes, entre 3 e 5%, pode ser compensada por esquemas de recuperação dos codecs, a taxa máxima tolerável de perda de pacotes é usualmente fixada em 10%, porém a qualidade de voz nesta faixa não é considerada boa.

A figura 3.10 mostra os limites aceitáveis de atraso e perda de pacotes para a voz sobre IP para 02 tipos de Codecs (G.729 e G.723.1).

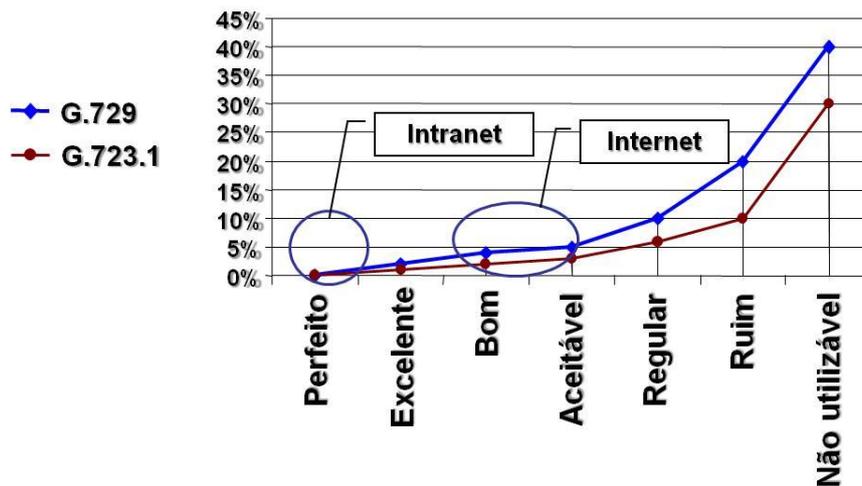


Figura 3.10 – Limites de atraso e perda

(Fonte: modificado – Alcatel 2006)

3.4.2.4 - Largura de Faixa

A largura de faixa disponível na rede e o mecanismo de compartilhamento desta largura de faixa entre as diversas aplicações têm influência direta no atraso sofrido pelo pacote e conseqüentemente na qualidade de serviço resultante. A largura de faixa mínima necessária para a transmissão do sinal de voz é função da técnica de codificação utilizada. No próximo item serão apresentados mais detalhes sobre codecs (Codificador Decodificar) e o impacto dos mesmos sobre a largura de faixa.

3.4.3 Avaliação de Codecs

Uma preocupação importante em um projeto que utiliza VoIP é o codec (Codificador/Decodificador) a ser utilizado na conversão do sinal analógico em PCM e seus reflexos na qualidade do áudio e na banda de rede alocada para transporte dos pacotes.

Segundo Hersent (2002, p. 236) para determinar a qualidade de um codificador de voz, medidas objetivas não são relevantes e medidas subjetivas de qualidade de voz, que exigem esforço substancial e despendem muito tempo, são indispensáveis. Esses testes são bem definidos e especificados nas recomendações ITU-T (ITU-T P.800 e P.830)

A escala da escala MOS (*Mean Opinion Score*), é uma das referências, mas não é a única, para medir a qualidade do áudio para diferentes codecs. A tabela 3.1 apresenta a escala de medição da qualidade do som, conforme ilustrado em Oliver (2002, p.237).

Tabela 3.1 – Escala MOS de medição de qualidade de voz

AVALIAÇÃO	NOTA
Excelente	5
Bom	4
Regular	3
Insatisfatório	2
Ruim	1

(Fonte: modificado - Hersent 2002).

A tabela 3.2 apresenta uma comparação do fator MOS (*Mean Opinion Score*) para diferentes codecs, conforme ilustrado em Davidson (2008, p.187).

Tabela 3.2 – Comparativo do MOS entre diferentes CODECs

Método de compressão	Taxa de Bit (kbps)	Tamanho da Amostra (ms)	Notas MOS
G.711 PCM	64	0,125	4,1
G.726 ADPCM	32	0,125	3,85
G.728 Low Delay Code Excited Linear Predictive (LD-CELP)	15	0,625	3,61
G.728 Conjugate Structure Algebraic Code Excited Linear Predictive (CS-ACELP)	8	10	3,92
G.729a CS-ACELP	8	10	3,7
G.723. MP-MLQ	6,3	30	3,9
G.723.1 ACELP	5,3	30	3,65

(Fonte: modificado - Cisco Labs)

Um dos fatores relevante a ser considerado na escolha do codec é a banda consumida pelo mesmo, na tabela 3.3 apresenta entre outros parâmetros a banda consumida por diversos codecs de voz do mercado.

Outro aspecto importante a ser observado é relação entre a banda consumida e a qualidade de voz do codec. Como exemplo, na tabela 3.3 podemos observar que a banda Ethernet necessária para Codec G.711 é de 87,2 kbps e o mesmo possui uma nota MOS de 4,1, já a banda Ethernet necessária para codec G.723.1 é 21.9 kbps e o mesmo possui uma nota MOS de 3,9, o que significa que deve-se buscar uma solução de compromisso entre a qualidade de voz e banda consumida pelo codec,

Tabela 3.3 – Comparativo do consumo de banda nominal entre diferentes CODECS

Codec Information				Bandwidth Calculations					
Codec & Bit Rate (Kbps)	Codec Sample Size (Bytes)	Codec Sample Interval (ms)	Mean Opinion Score (MOS)	Voice Payload Size (Bytes)	Voice Payload Size (ms)	Packets Per Second (PPS)	Bandwidth MP or FRF.12 (Kbps)	Bandwidth w/cRTP MP or FRF.12 (Kbps)	Bandwidth Ethernet (Kbps)
G.711 (64 Kbps)	80 Bytes	10 ms	4.1	160 Bytes	20 ms	50	82.8 Kbps	67.6 Kbps	87.2 Kbps
G.729 (8 Kbps)	10 Bytes	10 ms	3.92	20 Bytes	20 ms	50	26.8 Kbps	11.6 Kbps	31.2 Kbps
G.723.1 (6.3 Kbps)	24 Bytes	30 ms	3.9	24 Bytes	30 ms	34	18.9 Kbps	8.8 Kbps	21.9 Kbps
G.723.1 (5.3 Kbps)	20 Bytes	30 ms	3.8	20 Bytes	30 ms	34	17.9 Kbps	7.7 Kbps	20.8 Kbps
G.726 (32 Kbps)	20 Bytes	5 ms	3.85	80 Bytes	20 ms	50	50.8 Kbps	35.6 Kbps	55.2 Kbps
G.726 (24 Kbps)	15 Bytes	5 ms		60 Bytes	20 ms	50	42.8 Kbps	27.6 Kbps	47.2 Kbps
G.728 (16 Kbps)	10 Bytes	5 ms	3.61	60 Bytes	30 ms	34	28.5 Kbps	18.4 Kbps	31.5 Kbps

(Fonte : Cisco Labs)

Descrição das características da tabela 3.3:

Codec Bit Rate : Baseado no codec, este é o número de bits por segundo, que precisa de ser transmitida para entregar uma voz codificada

Tamanho da Amostra (Bytes) :Baseado no codec, é o número de bytes capturados pelo processador de sinal digital (DSP) em cada intervalo de amostragem do codec. Por

exemplo, o codificador G.729 opera em intervalos de amostra de 10 ms, correspondendo a 10 bytes (80 bits), por exemplo, a uma taxa de bits de 8 Kbps. (taxa Bit do codec = tamanho da amostra do codec / intervalo de amostragem do codec).

Intervalo Amostral do Codec (ms) : Este é o intervalo de amostragem na qual o codec funciona. Por exemplo, o codificador G.729 opera em amostra intervalos de 10 ms, o que corresponde a 10 bytes (80 bits) ,por exemplo, a uma taxa de bits de 8 Kbps. (Taxa de bit codec = amostra codec / intervalo de amostragem codec).

MOS : é um sistema de classificação da qualidade da voz ligações telefônicas. No MOS (*Mean Opinion Score*) um amplo leque de ouvintes julgam a qualidade de uma amostra de voz em uma escala de um (mau) a cinco (excelente). A pontuação é a média para fornecer a nota MOS para o codec.

Tamanho do Payload Voz (Bytes) : O tamanho da carga útil (*payload*) de voz representa o número de bytes (ou bits) que são preenchidos em um pacote. O *payload* de voz tamanho deve ser um múltiplo do tamanho da amostra codec. Para exemplo, os pacotes do G.729 podem usar 10, 20, 30, 40, 50 ou 60 bytes para voz de tamanho da carga de voz.

Tamanho Payload (ms) : O tamanho do payload de voz também pode ser representado em termos das amostras de codec. Por exemplo, para o G.729 tamanho da carga de voz é de 20 ms (duas amostras de codec de 10 ms) representa uma carga de voz de 20 bytes [(20 bytes * 8) / (20 ms) = 8 Kbps]

PPS: representa o número de pacotes que precisam ser transmitidos a cada segundo, a fim de entregar o taxa de bits do codec. Por exemplo, para uma chamada de voz em G.729 o tamanho da carga por pacote é de 20 bytes (160 bits), 50 pacotes devem ser transmitidos a cada segundo [= 50 pps(8 Kbps) / (160 bits por pacote)]

Além das características técnicas também deve ser verificado na avaliação do codec se o mesmo possui licença de uso proprietária ou não, pois alguns codecs como, por exemplo, o G.723 e G.729 possuem uma boa taxa de compressão e uma boa qualidade de voz, porém para o uso dos mesmos deve ser pago licenciamento para os detentores dos direitos autorais destes codecs.

O custo do licenciamento do codec deve ser considerado no custo do projeto da rede de dados como um todo, este custo eventualmente poderá inviabilizar a utilização de um determinado codec no projeto.

Como as aplicações de voz sobre IP são sensíveis a atrasos, muitas vezes o fator distância pode ser significativo na qualidade da ligação. A tabela 3.4 ilustra valores típicos para uma conexão de longa distância (ex.: Manaus x Porto Alegre). Neste exemplo esta sendo considerado um atraso induzido pelo meio de aproximadamente 10ms/1000 km, a este atraso deve ser somado o atraso introduzido pelo próprio algoritmo do codec, portanto é necessário realizar uma avaliação cautelosa destes aspectos na hora de implementar uma aplicação VoIP em redes de longa distância (*Wide Area Network* -WAN).

Tabela 3.4 – Comparativo de tempo de processamento entre codecs

CODEC	Atraso (ms)		
	Propagação	Δt Algoritmo	Total
G.711	40	0	40
G.729	40	25	65
G.723.1	40	100	140

(Fonte : modificado - Cisco)

3.4.4 Técnicas para melhorar a eficiência e qualidade de voz em rede IP

Obter a melhor eficiência nas conexões com voz sobre IP significa, neste caso, fazer um melhor uso da banda com os protocolos associados às aplicações de voz, com uma boa qualidade. Através de protocolos de compressão de dados, pode-se obter uma maior economia de banda.

Com tecnologias para fragmentação e interleaving, obtém-se uma melhor qualidade do sinal de voz.

Estas técnicas, quando aplicáveis, podem auxiliar no atendimento do nível de serviço (SLA – *Service Level Agreements*) planejado para rede com tráfego de voz sobre IP.

3.4.4.1 Compressão RTP

O protocolo cRTP (Compressed Real-time Transport Protocol) comprime o cabeçalho do pacote RTP, que transporta o tráfego de voz, conforme mostra a Figura 3.11, ilustrada em Davidson (2008, p.187). Os campos de dados de um pacote IP de voz é composto pelo pacote RTP, que transporta o sinal de voz, encapsulado num pacote UDP.

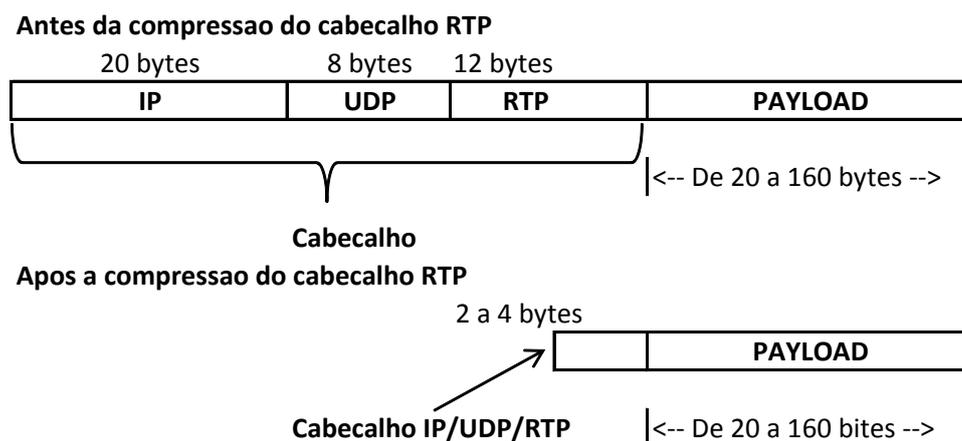


Figura 3.11 – Compressão do cabeçalho RTP
(modificado – Davidson, 2008)

O tamanho do cabeçalho RTP é de 12 bytes, o do UDP de 8 bytes e do IP de 20 bytes, totalizando 40 bytes. Considerando o payload IP de 20 bytes, só de cabeçalho teríamos 66,66% da banda da conexão.

Com a entrada do protocolo cRTP, que, na maior parte do tempo, consegue uma compressão de cabeçalho de 40 para 2 bytes, ou para 4 se considerarmos o checksum UDP. Essa compressão corresponde a uma redução de até 95% na sobrecarga (overhead) referente aos cabeçalhos.

A operação CRTP é simples, como apresenta a Figura 3.12. O tráfego total destinado a uma determinada interface é classificado, e o que for RTP é separado para compressão. O tráfego RTP é, então, processado num compressor e colocado novamente na fila para ser transmitido.

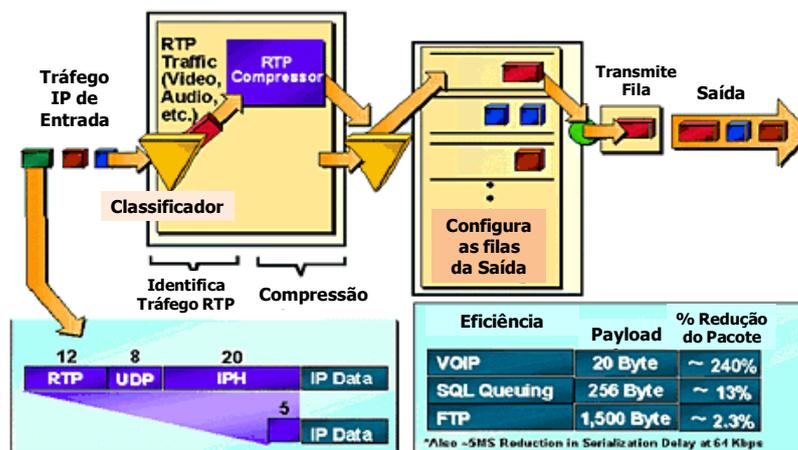


Figura 3.12 – Técnica de Compressão de cabeçalho RTP

(Fonte : modificado - SILVA, 2010)

Segundo Davidson (2008, p.188), o cRTP deve ser usado em qualquer WAN onde a capacidade é uma preocupação e existe uma alta porção de tráfego RTP. Por outro lado não é recomendado utilizar o cRTP em interfaces de alta velocidade (taxas acima de um T1 ou E1), pois a desvantagem de seu uso sobrepõem as vantagens.

A desvantagem do uso de cRTP é o aumento do tempo adicional para executar a compressão e descompressão e o eventual custo de hardware adicional em função maior utilização de CPU dos equipamentos envolvidos neste processo.

3.4.4.2 - Fragmentação e *interleaving*

Considere a existência de uma sessão FTP entre os dois pontos. Se, no momento da chegada de um pacote de voz, o roteador estiver processando um grande pacote FTP, o sinal de voz para o receptor chegará com pausas e, subjetivamente, soará como soluços. Se as pausas forem demoradas, o sinal pode até perder a inteligibilidade. Isso acontece, principalmente, em conexões com grande MTU (*Maximum Transmission Unit*). Essa situação é bastante inadequada para tráfego sensível a retardo.

A fragmentação consiste em quebrar, ou fragmentar grandes datagramas em partes menores. Já as técnicas de interleaving intercalam os pacotes menores, incluindo os de voz, entre os "pedaços" dos "datagramas grandes" para posterior transmissão.

Essas técnicas (ver figura 3.13) são bastante úteis em enlaces de baixa velocidade, reduzindo o atraso e a variação deste, conhecido como jitter.

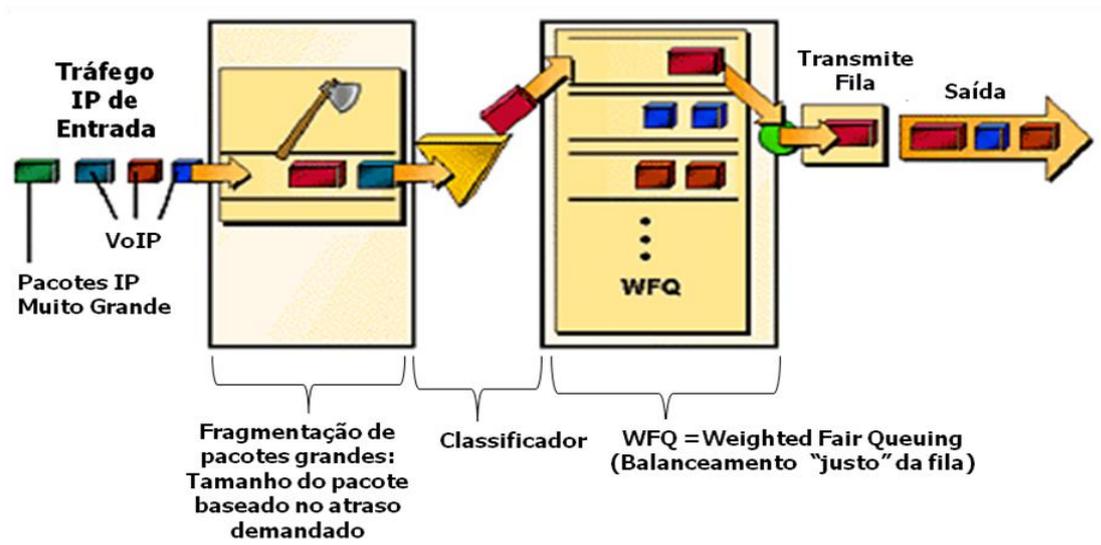


Figura 3.13 – Técnicas de fragmentação e *interleaving*

(Fonte : modificado – Davidson, 2008)

Neste capítulo tratamos dos conceitos básicos de NGN/IMS e os aspectos importantes que devem ser considerados em um projeto NGN, em especialmente quanto a qualidade de voz sobre IP.

No próximo capítulo será apresentada a evolução das centrais de atendimento da Brasil Telecom, que migraram de uma arquitetura tradicional (TDM) para uma arquitetura NGN.

4 - EVOLUÇÃO DAS CENTRAIS DE ATENDIMENTO DA BRASIL TELECOM

Neste capítulo será apresentado um resumo da evolução tecnológica das centrais de atendimento da BrasilTelecom, que migraram de uma arquitetura tradicional (TDM) para uma arquitetura IP/NGN, também será apresentado os aspectos positivos e pontos de atenção de uma solução Central de Atendimento nova geração - NGN.

4.1 - HISTÓRICO DA INFRAESTRUTURA LEGADA

Logo após o processo de privatização das operadoras de telecomunicações, a Brasil Telecom, na época denominada TCS (Tele Centro-Sul), iniciou um plano de migração de um cenário com 33 Centrais de Atendimento tradicionais (TDM) espalhadas em várias localidades para apenas 4 Centrais de Atendimento.

As Centrais de Atendimentos da Brasil Telecom ficaram centralizadas em quatro cidades: Curitiba (PR), Florianópolis (SC), Goiânia (GO) e Campo Grande (MS).

Os serviços prestados pelas Centrais de Atendimento foram classificados em Serviços Básicos (ex.: auxílio à lista e interurbano) e Serviços Especiais (ex.: vendas, serviços, reparos) e distribuídos conforme figura 4.1 e tabela 4.1 .

Tabela 4.1 – Classificação dos serviços x localidades das Centrais de Atendimento

CLASSIFICAÇÃO DO SERVIÇO	CIDADE
SERVIÇOS BÁSICOS	Florianópolis – SC
	Campo Grande - MS
SERVIÇOS ESPECIAIS	Curitiba - PR
	Goiânia - GO

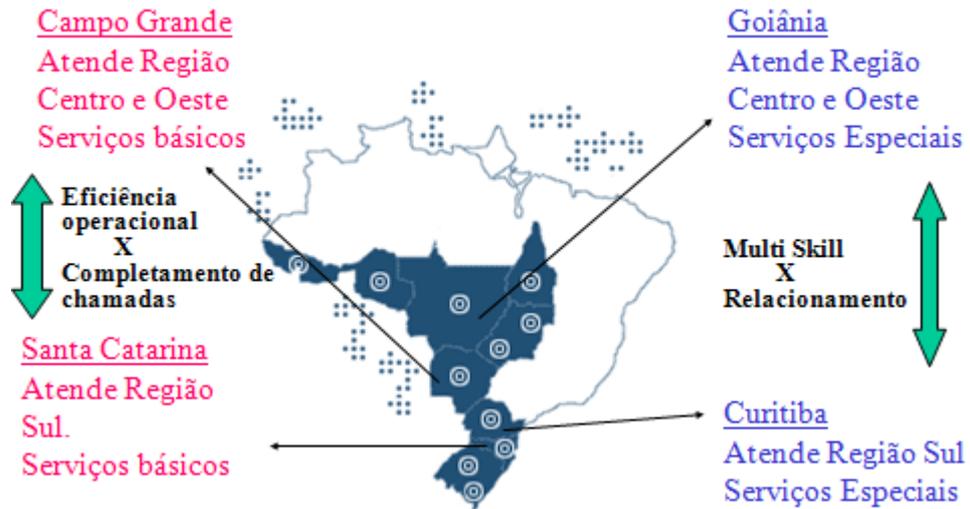
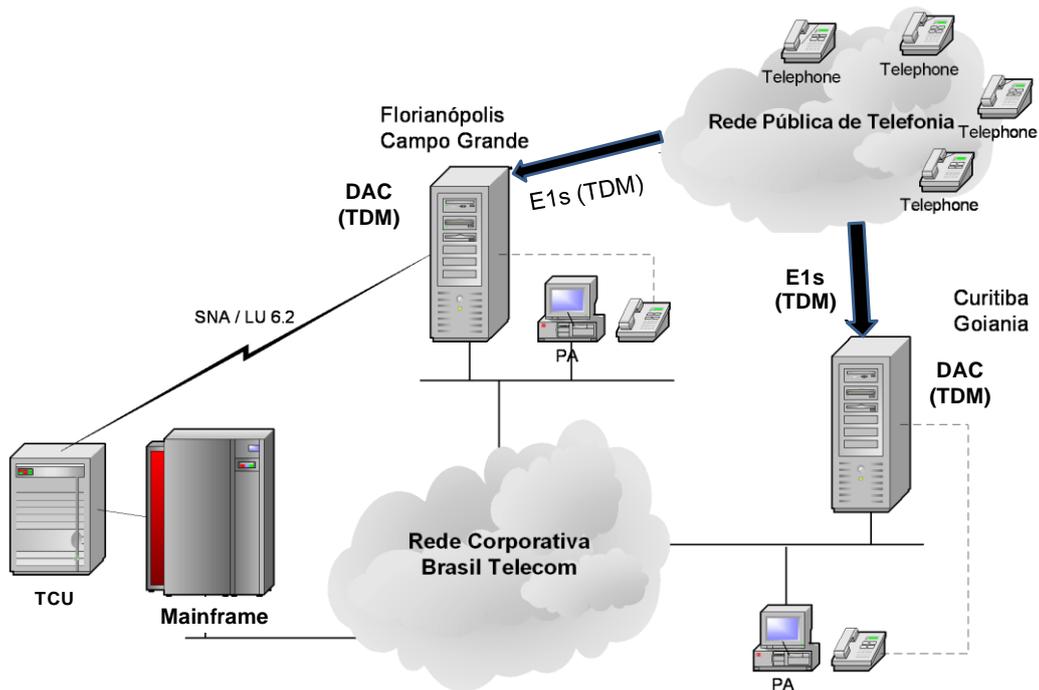


Figura 4.1 – Distribuição dos serviços de Atendimento x localidades

A topologia simplificada das Centrais de Atendimento nesta fase é apresentada na figura 4.2.



4.2 – Antiga topologia das Centrais de Atendimento

Nesta topologia as plataformas estavam isoladas, ou seja, funcionam como Centrais de Atendimento independentes, não permitindo o transbordo de chamadas entre elas. Após as centralizações do atendimento buscaram-se melhorias tecnológicas nas plataformas e uma visão mais integrada entre plataformas de atendimento.

Os principais benefícios/ganhos esperados com a implantação das novas tecnologias eram:

Do ponto de vista de Negócio/Operação:

- Implementação de transferência de chamada de forma automática entre grupos de atendimento e também entre localidades (Central de Atendimento Virtual), com o transferência “inteligente” de chamadas controladas automaticamente pelo DAC/CTI;
- Flexibilidade, permitindo que o fluxo da chamada possa ser alterado rapidamente - senão automaticamente - de maneira à atender a variações de demanda;
- Redução no TMO (Tempo Médio de Operação) do agente;
- Aumento da produtividade de 10 a 25%, devido à implementação de transbordo entre grupos ou *sites*;
- Implantação de produtos de mercado (WFM, CTI, Discadores Automáticos).

Do ponto de vista Financeiro:

- Maior receita com a priorização de chamadas;
- Maior eficácia nas campanhas de vendas promovidas;
- Telemarketing ativo com a criação de novas campanhas de fidelização de clientes para evitar penetração de concorrentes;
- Análise de novas oportunidades de negócios;

Com base no perfil de cada Central de Atendimento, foram mapeadas as tecnologias necessárias para cada tipo de *site* (básico, especial), conforme apresentado na tabela 4.2 .

Tabela 4.2 – Mapeamento das facilidades das Centrais de Atendimento

<i>FACILIDADE</i>	<i>Grau de necessidade (Serviços Básicos)</i>	<i>Grau de necessidade (Serviços Especiais)</i>
DAC	MÉDIA	ALTA
URA	MÉDIA	ALTA
URA REC. VOZ	ALTA	BAIXA
INTEGRAÇÃO C/ W.F.M	ALTA	ALTA
GRAVAÇÃO	ALTA	ALTA
DISCADOR	BAIXA	ALTA
INTEGRAÇÃO C/ WEB	BAIXA	ALTA
INTEGRAÇÃO C/ CRM	BAIXA	ALTA

Com base no mapeamento realizado, foram focados esforços para implementar melhorias e atualizações tecnológicas nos sites de serviços especiais (Curitiba e Goiânia), o quais foram totalmente interligados entre si, sendo posteriormente implantado a um novo site (localidade) de Campo Grande que realiza o atendimento da Brasil Telecom GSM (serviço de telefonia móvel), conforme mostra a figura 4.3.

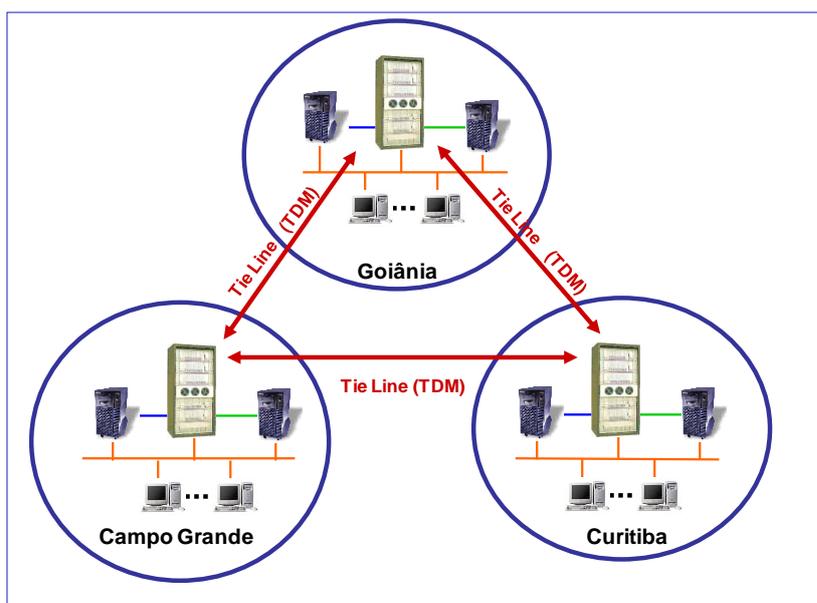


Figura 4.3 – Topologia da Central de Atendimento com integração via links TDM

4.2 - MIGRAÇÃO DA CENTRAL DE ATENDIMENTO DE UMA ARQUITETURA TDM PARA IP/NGN.

Em 2004, a área de Arquitetura de Rede da Brasil Telecom colocou como diretriz tecnológica para as Centrais de Atendimento a migração da infraestrutura da rede de acesso para as Centrais de Atendimento de TDM para NGN.

Nesta nova arquitetura seriam feitas as adequações tanto na camada de acesso como também na camada de aplicação.

Do ponto de vista de acesso foi planejada a utilização de *Media Gateways* ou *Trunking Gateways*, cuja função principal realizar a conversão do entroncamento TDM para IP.

Os *Trunking Gateways* são controlados pelo *Media Gateway Controller* (MGCs), também denominado *SoftSwitch*,.

Além dos *Trunking Gateways* foi planejada a substituição das URAs tradicionais TDM para URAs IP, que na arquitetura NGN são equivalentes aos *Media Servers*, que são controladas do ponto de vista de Telecom pelo *SoftSwitch* via protocolo SIP e do ponto de vista de aplicação controladas por servidores de aplicação (*Application Server*) centralizados, com as funções de DAC e CTI.

Outro ponto importante é que o novo CTI realizará o controle do encaminhamento de chamadas de todas as Centrais de Atendimento independentemente do tipo de DAC utilizado.

4.2.1 - Modelo de Central de Atendimento na NGN

A figura 4.4 apresenta uma visão macro da arquitetura das Centrais de Atendimento dentro da nova estrutura da NGN. Observe que nesta visão as PAs não são mais ramais convencionais, mas sim end points (terminais) SIP.

Além disso, as PAs não estão mais fisicamente ligadas a um DAC, mas são controladas pelos servidores de aplicação, que realizam as funções de DAC e CTI via os Applications Servers da rede NGN.

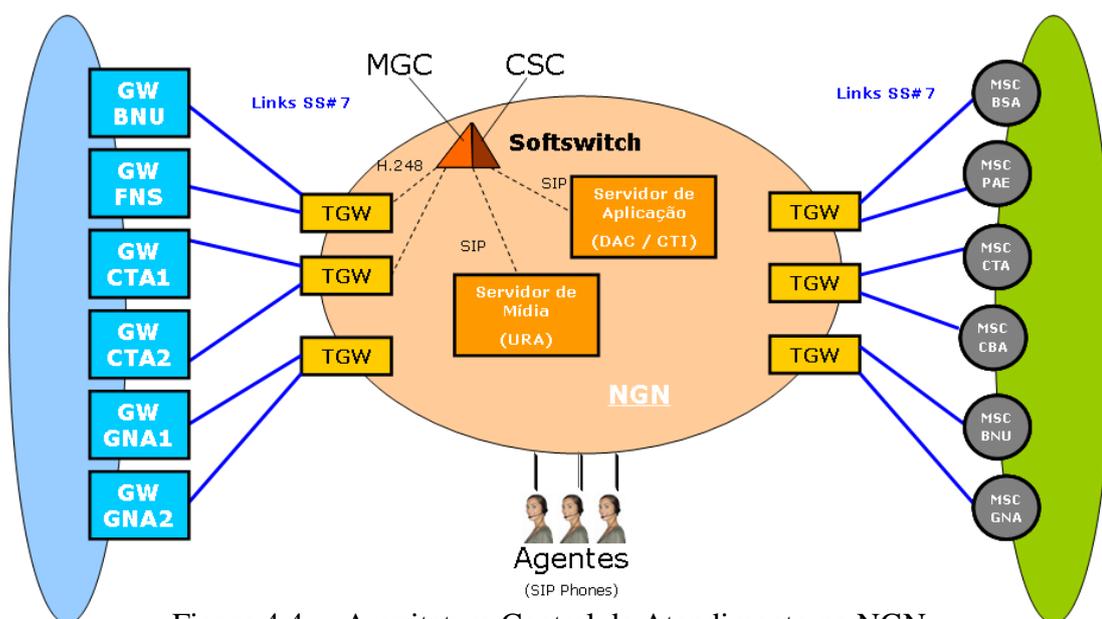


Figura 4.4 – Arquitetura Central de Atendimento na NGN

4.2.2 - Componentes da Central de Atendimento de nova geração - NGN

Os principais de componentes desta nova topologia da Central de Atendimento de nova geração utilizando arquitetura NGN são os *Trunking Gateways* ou *Media Gateway*, *SoftSwitch* ou *MGC*, *Media Server* e Servidores de Aplicação.

Dos componentes citados anteriormente o *Trunking Gateways* e *MGC* realizam as suas funções básicas de telefonia dentro de estrutura de NGN, os componentes principais do ponto de Central de Atendimento são os *Media Servers*, que realizam a função de *URA* da Central de Atendimento e os *Servidores de Aplicação*, que realizam as funções de *DAC* e *CTI*.

Além disso, as *PAs* (*Posições de Atendimento*) nesta arquitetura são equivalentes aos equipamentos terminais (*endpoints*) *SIP* ou *H.323*.

Na figura 4.5 apresenta alguns exemplos de telefones *SIP* comerciais que podem ser utilizados como aparelhos dos operadores da Central de Atendimento



Figura 4.5 – Exemplos de telefones SIP comerciais
(Fonte : Cisco e Dígitro)

4.2.3 - Vantagens da Central de Atendimento na NGN:

A seguir são apresentadas as principais vantagens da Central de Atendimento utilizando infraestrutura NGN e CTI centralizado:

- Integração entre diferentes fornecedores de plataformas de Atendimento;
- Com a adoção de VoIP para interligação entre os sites, maior eficiência na utilização dos meios de transmissão e eliminação do “efeito tromboning”;
- Ocupação mais inteligente dos meios de transmissão através do pré-roteamento das chamadas, com transferência das chamadas para a Central de Atendimento apenas no momento de disponibilização de um agente;
- Menor utilização dos meios de transmissão entre os elementos da Rede (Centrais Gateways da Rede Fixa e MSCs da Rede Móvel) e a Central de Atendimento, devido à taxa de retenção de chamadas na URA (atualmente em torno de 50%);
- Administração centralizada das centrais de atendimento, com um único ponto para definição de regras de roteamento e coleta de relatórios de todas as Centrais de Atendimento em função CTI (Computer Telephony Integration) centralizado;
- Utilização da tecnologia IP/SIP (tendência de mercado).
- Integração e compartilhando recursos existentes da NGN (trunking gateways e softswitch) da operadora de Telecom.

4.2.4 - Pontos Fortes e Fatores Críticos da Central de Atendimento NGN/IP

Como toda nova tecnologia a mesma possui pontos fortes e pontos fracos em relação a tecnologia anterior

A Tabela 4.3 é apresentada uma análise comparativa entre a tecnologia convencional (TDM) e outra baseada em tecnologia IP, sendo que de forma geral, podemos caracterizar a Central de Atendimento IP na NGN como um avanço tecnológico à Central de Atendimento tradicional (TDM).

Tabela 4.3 – Comparativo entre Centrais de Atendimento: (TDM) versus IP

Item	Convencional (TDM)	IP
Tipo de Comutação	Comutação de circuito	Comutação de pacotes
Arquitetura	Centralizada no DAC	Distribuída via SW
Topologia de Rede	Estrela	Backbone
Cabeamento (Wiring)	Cada ponto (PA) necessita de um par de fios	Cada ponto (PA) pode ser qualquer nó da rede TCP/IP
Capacidade	Quantidade de Limitado (depende do hardware)	Ilimitado (depende apenas da largura de banda e do dimensionamento do Servidores)
Escalabilidade	Complexo (depende do hardware)	Fácil (basta adicionar servidores)
Convergência	Voz e dados são duas redes completamente isoladas	Voz e dados se convergem em uma única rede
Conectividade com a Internet	Complexa	Total, utiliza o mesmo protocolo TCP/IP da Internet
Flexibilidade	Pouca. Adicionar ou mover uma extensão requer uma mudança física	Grande. Uma extensão funciona em qualquer nó da rede, inclusive na Internet
Limitação(Aplicação)	Limitado aos recursos tradicionais de voz	Aplicações baseadas em software
Novas aplicações	Necessita de interfaces ou placas adicionais e até mesmo PC's.	Uma aplicação nova é fácil de ser implementada, pois é mais um software.
Redundância/Backup	É necessário outro PABX configurado como backup	Outros servidores podem ser usados como backup
Configuração do Sistema	Complicada	Simples e baseada em interface Web
Interligação entre DACs Diferentes	Proprietária Não suporta interligação com outros DACs de fornecedores diferentes	É fácil interligar diversos DACs através de VPN, WAN, LAN ou pela Internet

(Fonte : modificado – Sato 2010)

Um dos pontos fortes da Central de Atendimento na NGN com CTI centralizado é a flexibilidade que se têm de alterar a configuração operacional sem a necessidade de realizar alterações no nível físico da estrutura da Central de Atendimento (ex.: remanejamento de ramais analógicos, remanejamento troncos E1s entre as plataformas de Central de Atendimento e URAs TDM).

Um ponto atenção é que em uma solução baseada em rede IP e Software (Servidores de Aplicação) é o impacto na disponibilidade dos serviços, que pode alto no caso de eventuais problemas na rede de dados ou nos servidores de aplicação. Para minimizar este impacto recomenda-se trabalhar com estrutura com contingência local e preferencialmente com contingência geográfica. Outro aspecto importante é evitar a concentração de determinados serviços em um único local, o ideal é ter sites de transbordo, que possam distribuir a carga de tráfego e momentos de pico ou servir de contingência em caso de indisponibilidade operacional (ex.: execução de janela de manutenção para atualização dos servidores de aplicação , falha de rede local, etc).

4.2.5 Central de Atendimento na NGN – Pontos de Atenção

Como os serviços de uma Central de Atendimento pode ser considerado uma aplicação crítica, alguns pontos devem ser levados em consideração quando de sua implementação na NGN :

- O dimensionamento do backbone (core IP) deve estar preparado para atender um alto volume de tráfego em momentos de pico de chamadas.
- Aplicação de QoS fim-a-fim para garantir qualidade das chamadas.
- Redundância de componentes críticos (Ex.: MGC, *Servidores de Aplicação*) para que uma eventual falha não indisponibilize todo o serviço da Central de Atendimento.

Neste capítulo apresentamos a evolução da central de atendimento da Brasil Telecom para uma arquitetura NGN e as vantagens e pontos de atenção desta arquitetura.

No próximo capítulo serão apresentados dois estudos de caso em que foi utilizada a arquitetura NGN para atender demandas do central de atendimento.

5 - ESTUDOS DE CASO

Neste capítulo serão apresentados dois casos práticos em que foram implantadas soluções utilizando novas tecnologias baseada em uma infraestrutura NGN e IP.

No caso primeiro caso será apresentada uma solução de gravação cuja estratégia foi utilizar uma arquitetura de rede NGN com CTI centralizada e no segundo caso será apresentada a utilização infraestrutura NGN para atender demanda regulatória do decreto da SAC (Serviço de Atendimento a Clientes).

No final será feita uma avaliação da situação atual da Central de Atendimento e uma avaliação econômica para implementação de uma Central de Atendimento totalmente IP com infraestrutura NGN.

5.1 - CASO 1: PROJETO DE GRAVAÇÃO COM ARQUITETURA IP/NGN

O motivador deste projeto foi a obrigatoriedade de atendimento ao estabelecido à Resolução da ANATEL N.º 426, de 9 de Dezembro de 2005 (Regulamento do Serviço Telefônico Fixo Comutado) no Capítulo II (DOS DIREITOS E DEVERES DA PRESTADORA) que estabelece que a prestadora deve manter gravação das chamadas efetuadas por usuário à central de informação e de atendimento ao usuário pelo prazo mínimo de 12 (doze) meses.

O desafio deste projeto era alto volume gravações e o ambiente heterogêneo das PAs (analógicas, digitais, IP e *Softphone* SIP) das Centrais de Atendimento da Brasil Telecom, além disso em uma solução tradicional o sistema de gravação deveria ser TDM e estar integrado com o CTI de cada Central de Atendimento. A figura 5.1 mostra arquitetura de gravação baseada em gravadores TDM (link E1).

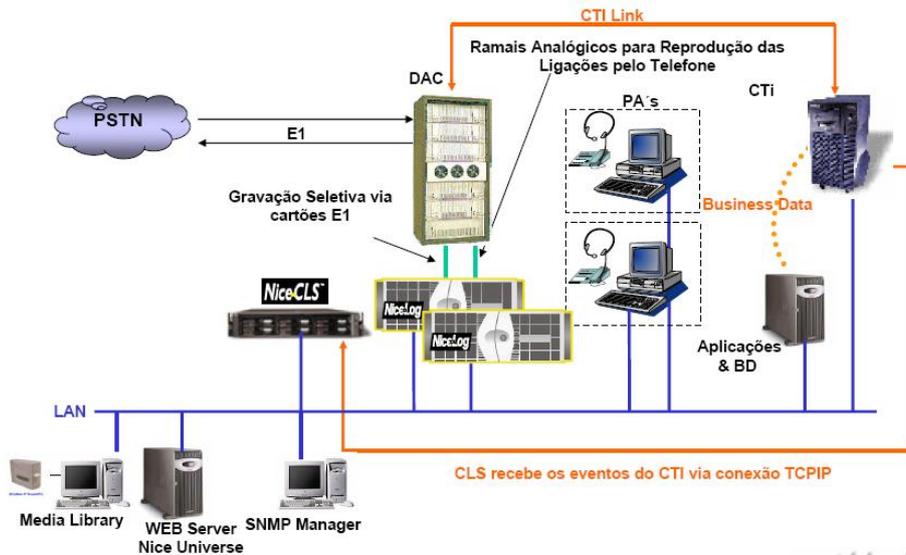


Figura 5.1 - Sistema de Gravação Convencional (TDM)
 (Fonte :Modificado IEX /Avaya)

Seguindo as orientações da área de Arquitetura de Rede da Brasil Telecom foi definido que a solução a ser adotada deveria ser IP e aderente a uma topologia de Rede Baseada em NGN e com um CTI centralizado para monitoração e controle das gravações. A figura 5.2 mostra arquitetura de gravação dentro de uma infraestrutura NGN, nesta arquitetura a solução de gravação é transparente ao tipo de DAC (TDM) sendo mais fácil migrar para uma solução totalmente IP sem a necessidade de DAC tradicional.

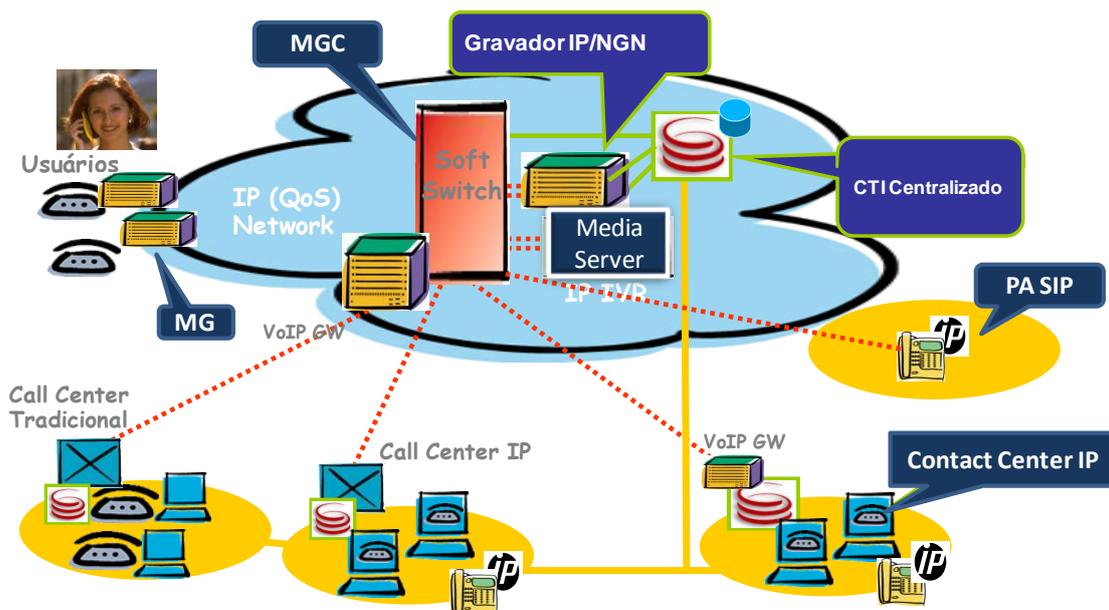


Figura 5.2 – Sistema de Gravação na NGN
 (Fonte : Modificado -Alcatel , Genesys)

5.1.2 - Fluxo de chamada solução de gravação IP/NGN

A figura 5.3 mostra o fluxo de uma chamada com para acionamento do processo de gravação na NGN, o detalhamento deste fluxo esta apresentado na Tabela 5.1

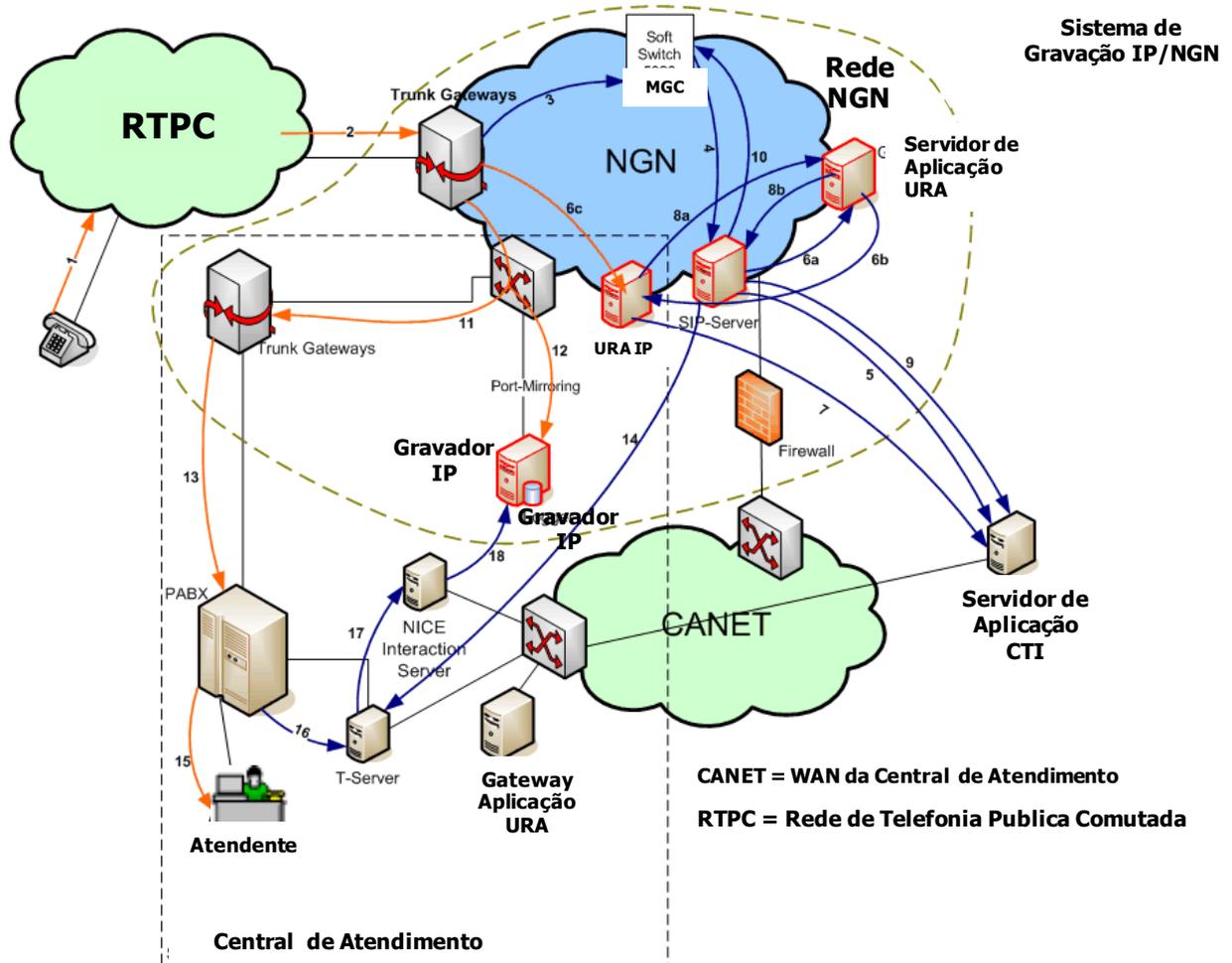


Figura 5.3 – Fluxo de Chamada Gravação IP/NGN

Tabela 5.1 –Descritivo do Fluxo de Chamada de Gravação na NGN

Passo	Detalhamento do Fluxo de Chamada
1	Cliente liga para a Central de Atendimento
2	A chamada chega ao Trunk Gateway
3	Trunk Gateway questiona ao SoftSwitch para onde deve enviar a chamada
4	A chamada é enviada para o SIP Server (somente sinalização SIP)
5	O SIP Server verifica junto ao Core do CTI para onde a chamada deve ser enviada.

6a	O SIP Server envia a chamada para o SSM da URA IP
6b	O SSM da URA IP envia a chamada para o IPCS que informa qual o endereço IP e porta UDP para o stream RTP.
6c	A comunicação RTP (VoIP) é estabelecida entre o Trunk Gateway e a URA/IPCS.
7	Usuário navega na URA IP e seleciona opção com atendimento humano. IPCS verifica junto ao CTI para onde a chamada deve ser enviada.
8	URA IP envia a chamada para o SIP Server (somente sinalização SIP)
9	O SIP Server pede ao Core CTI o destino final (agente) da chamada
10	O SIP Server informa ao MGC o destino da chamada
11	A chamada é enviada ao Trunk Gateway do Site destino
12	O Switch de dados que esta recebendo o RTP faz o 'Port Mirroring' da porta do Trunk Gateway para a porta do gravador IP, fazendo com que este receba todos os pacotes de voz que estão chegando na chamada
13	O Trunk Gateway envia a chamada para o PABX
14	SIP-Server passa as informações da chamada para o T-Server do site
15	A chamada é enviada para o Agente (PA)
16	O T-Server do CTI (que monitora o DAC) detecta o atendimento do agente (PA)
17	O T-Server informa ao Sistema de Gravação que a PA atendeu uma chamada que deve ser gravada, enviando todas as informações desta chamada.
18	O Sistema de Gravação envia para o Servidor de Gravação as informações e o comando para o inicio da gravação. O Servidor de Gravação começa a gravar e o Sistema de Gravação cria um link com o arquivo gravado para posterior recuperação.

A solução implantada criou independência da solução de gravação com o fornecedor do DAC (TDM), este fator é importante, pois como a solução de gravação requer um alto investimento, a Brasil Telecom não terá que realizar investimentos significativos caso queira futuramente substituir o DAC para outro fornecedor ou mesmo substituir o DAC (TDM) por uma solução baseada em software.

5.2 - CASO 2: ATENDIMENTO AO DECRETO 6.523 (SAC) UTILIZANDO ARQUITETURA IP/NGN.

A motivação da solução foi a necessidade de atendimento de demanda gerada pela Presidência da República (Casa Civil - Subchefia para Assuntos Jurídicos), através do Decreto 6.523, de 31 de Julho de 2008, que regulamenta a lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990, para fixar normas gerais sobre o serviço de atendimento ao consumidor – SAC, que estabelecia entre outros o tempo máximo em fila de espera e alterações no menu da URA para facilitar a transferência para atendimento humano.

Do ponto de vista técnico foram utilizadas as seguintes premissas, que foram definidas pelas áreas de Arquitetura e de Planejamento da Brasil Telecom :

- a) Arquitetura da Central de Atendimento deve ser NGN com CTI Centralizado
- b) *Trunking Gateways* de entrada H.248 controlados pelo *Softswitch* MGC e *Trunking Gateways* de saída SIP controlados pelo SIP Server;
- c) Chamadas dos serviços continuam entrando nos sites de Goiânia (GNA) e Campo Grande(CPE);
- d) Roteamento das chamadas controlado por CTI centralizado permitindo que um serviço seja distribuído nas diversas plataformas (Ex.: Avaya, Digtro, SIP);
- e) Estacionamento das chamadas (enfileiramento) via *Media Server*, para função também denominada como *Stream Manager*;
- f) Transferência de chamadas entre sites pela NGN;
- g) Utilização de Relatórios do CTI centralizado;
- h) Gravação total (Regulatório) e Monitoria de Qualidade;
- i) Utilização de Discador SIP.

Além das premissas citadas anteriormente a solução deveria garantir redundância e alta disponibilidade seus componentes críticos. Elementos que possuem múltiplos módulos com a mesma função devem ser dimensionados em $N + 1$ e elementos centralizados devem possuir redundância automática, de forma a não haver paralisação no serviço em caso de falha.

Todas as Posições de Atendimento devem ser controladas por CTI Centralizado com roteamento das chamadas baseado no perfil do agente.

Os sites de Goiania (GNA I e II) mesmo possuindo PAs com diferentes tecnologias (Ex.: Avaya, Digtro e SIP) devem ser gerenciados por CTI centralizado como um único site.

Balanceamento das chamadas entre os sites de Goiania e Campo Grande através do controle de roteamento no CTI (centralizado) com envio da chamada em IP através de controle via NGN.

O estacionamento (fila) das chamadas deve ser realizado via *media servers (stream manager)* na NGN, reduzindo a quantidade de EIs necessários entre *Trunking Gateway SIP* e DAC (TDM). A solução deve conter interfaces de gerenciamento e monitoração dos Media Servers (URA e Stream Manager).

5.2.1 Dimensionamento do Stream Manager

O *Stream Manager* é um Media Server, que deve ser utilizado como elemento responsável por reter a chamada (fila) na NGN até que haja um agente livre para atendê-la. A chamada deverá ser retida no site de origem mesmo que o grupo de atendimento destino esteja em outro site. O dimensionamento é feito por número de sessões simultâneas, tipicamente 200 sessões por Servidor de Mídia (referência: Alcatel), utilizando a relação de 0,6 do número de canais de entrada (dimensionamento típico para fila).

5.2.2 Arquitetura da solução implantada

A figura 5.4 apresenta a arquitetura geral da solução implantada para atender a demanda do SAC.

A tabela 5.2 apresenta o detalhamento do fluxo das chamadas e processo de enfileiramento da chamada antes de ser transferida para um agente livre.

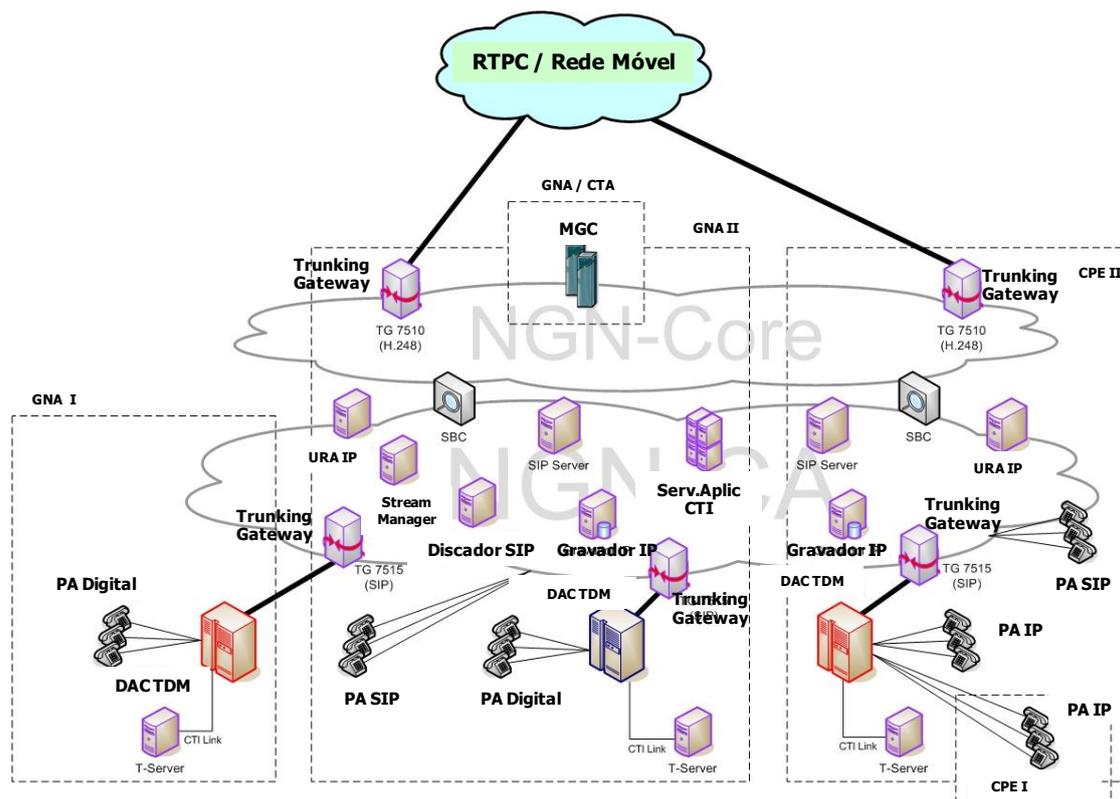


figura 5.4 – Arquitetura do estudo de caso 2

Tabela 5.2 –Descrição do Fluxo de Chamada na NGN

Passo	Detalhamento do Fluxo de Chamada
1	Chamada da PSTN é entregue ao Trunking Gateway (TGW)
2	MGC identifica que é uma chamada para a Central de Atendimento e questiona ao SIP Server para onde direcionar a chamada.
3	SIP Server pergunta ao URS (Servidor de Roteamento) qual a regra de roteamento.
4	URS responde ao SIP Server qual o destino da chamada
5	SIP Server solicita ao MGC que comande o TGW para conectar a URA IP(Media Server)
6	MGC comanda via protocolo H.248 o TGW para conectar o RTP a URA IP
7	RTP é conectado à URA IP
8	Após atendimento da URA, caso seja necessário transferir para um agente, a mesma devolve a chamada ao SIP Server para encaminhamento adequado.
9	SIP Server pergunta ao URS qual a regra de roteamento
10	URS responde ao SIP Server qual o destino da chamada

11	Caso seja necessário encaminhar para fila de espera, o SIP Server solicita ao MGC que comande o TGW para desconectar o RTP da URA IP e conectar ao Stream Manager
12	O MGC comanda o TGW para desconectar o RTP da URA IP e conectar o RTP ao Stream Manager
13	RTP é conectado ao Stream Manager
14	Após liberação de agente adequado para o atendimento, o SIP Server solicita ao MGC que a chamada seja transferida para ao agente, desconectando o RTP do Stream Manager e conectando ao DAC ou PA SIP.
15	O MGC comanda o TGW para desconectar o RTP do Stream Manager e conectar o RTP ao DAC ou PA SIP
16	RTP é conectado ao DAC ou PA SIP para início da conversação entre o agente e o usuário/cliente.

5.2.3 Análise dos resultados

Este estudo de caso foi implantado com sucesso e dentro dos prazos determinados, alguns aspectos relevantes podem ser observados, tais como;

- Como a solução é baseada em servidores de mercado o crescimento da infraestrutura do lado da Central de Atendimento não depende de fornecimento de hardware proprietário, normalmente importados, com isso foi possível atender os prazos curtos de implantação do projeto, com um custo menor e sem o risco de eventuais atrasos de um processo de importação.
- A utilização de Servidor de Media (*Stream Manager*) para realizar enfileiramento das chamadas ainda na rede NGN permitiu atender a um novo perfil de tráfego, mesmo com uma redução do percentual de retenção na URA para atendimento às novas regras do SAC, sem que houvesse a necessidade de ampliação da infraestrutura de URA e de DACs TDM.

5.3 - SITUAÇÃO ATUAL X RESULTADOS ESPERADOS

As centrais de atendimentos da Brasil Telecom neste momento estão operando em uma configuração híbrida (parte com DACs TDM e PAs analógicas e outra parte com função DAC na NGN e PAs IP/SIP) , pois ainda não migraram para uma arquitetura totalmente IP/SIP, com isso não foi possível obter todos os ganhos esperados no início da implantação do projeto.

A seguir iremos apresentar a situação atual e os ganhos de redução de custos operacionais (OPEX) caso seja feita migração para arquitetura inicialmente proposta.

5.3.1 - Situação atual

Atualmente todo tráfego das Centrais de Atendimento já estão entrando via NGN e boa parte das URAs são Media Servers (IP / SIP), porém ainda existem DACs e URAs TDM, com isso não foi possível obter toda redução de custo operacional prevista originalmente.

Além disso, o tráfego de entrada ainda está concentrado nas localidades das centrais de atendimento, esta condição pode ser otimizada distribuindo o tráfego de entrada pelos *Trunking Gateways* já disponíveis em diversas Centrais da Brasil Telecom, com isso poderia se obter uso mais eficiente da rede.

5.3.2 - Ganhos Esperados :

Caso seja feita migração para arquitetura inicialmente proposta totalmente IP/SIP estão previstos os seguintes ganhos:

- a) Redução de custo de operação e manutenção das plataformas;
- b) Ganho operacional com a padronização das ferramentas de gestão da Central de Atendimento.

5.3.3 - Premissas de redução de OPEX

Foram consideradas as seguintes premissas para redução de custos operacionais:

- 1) As PAs deverão ser IP/SIP em todos os sites, retirando os 04 DACs(TDM) instalados em Goiânia, Campo Grande e Curitiba,
- 2) Adequação do Sistema de Gravação de Qualidade,
- 3) Adequação do Sistema de Relatórios.

Com a retirada dos equipamentos TDM ficaram disponibilizados os seguintes equipamentos que poderão ser utilizados em outras operações de Atendimento.

- 04 DACs TDM
- 01 Discador (TDM)
- *Trunk Gateways* SIP

5.3.4 - Análise financeira :

O estudo de viabilidade realizado obedeceu a um processo reverso, levantando o tempo estimado para retorno do investimento. Vale salientar que uma Central de Atendimento da Brasil Telecom não está voltado unicamente para vendas portando normalmente é considerando o custo operacional para manter os serviços prestados.

O critério básico de análise de decisão foi o “*payback*²” sendo considerado dois cenários a seguir :

- Cenário A : considera o investimento total pago no final de sua execução ,
- Cenário B : considera o investimento sendo pago sob a forma de *leasing* em 36 meses.

² Payback = é o tempo decorrido entre o investimento inicial e o momento no qual o lucro líquido acumulado se iguala ao valor desse investimento

O cenário “A” considera a compra dos novos equipamentos a tabela 5.3 apresenta os parâmetros utilizados para avaliação deste cenário.

Tabela 5.3 – Parâmetros do cenário “A”

<i>Descrição</i>	<i>Valor (R\$)</i>
Investimento	10.000.000,00
Custo Operacional Atual	1.325.000,00
Novo Custo Operacional	500.000,00
Ganho Mensal	825.000,00

O cenário B considera ao invés de compra dos novos equipamentos ser utilizada a modalidade de aquisição via “leasing” a tabela 5.4 apresenta os parâmetros utilizados para avaliação deste cenário.

Tabela 5.4 – parâmetros do cenário “B”

<i>Descrição</i>	<i>Valor (R\$)</i>
Leasing (36 x)	10.000.000,00
Custo Operacional Atual	1.325.000,00
Novo Custo Operacional	500.000,00
Ganho Mensal - Leasing	825.000,00

O Fluxo de Caixa dos dois cenários é mostrado na tabela 5.5, considerando um investimento inicial de R\$10.000.000,00(dez milhões de reais).

Tabela 5.5 – Cálculo do *payback*

Cálculo do Payback					
Cenário A			Cenário B		
0	-10.000.000,00		0	-10.000.000,00	
1	825.000,00	-9.175.000,00	1	483.000,00	-9.517.000,00
2	825.000,00	-8.350.000,00	2	483.000,00	-9.034.000,00
3	825.000,00	-7.525.000,00	3	483.000,00	-8.551.000,00
4	825.000,00	-6.700.000,00	4	483.000,00	-8.068.000,00
5	825.000,00	-5.875.000,00	5	483.000,00	-7.585.000,00
6	825.000,00	-5.050.000,00	6	483.000,00	-7.102.000,00
7	825.000,00	-4.225.000,00	7	483.000,00	-6.619.000,00
8	825.000,00	-3.400.000,00	8	483.000,00	-6.136.000,00
9	825.000,00	-2.575.000,00	9	483.000,00	-5.653.000,00
10	825.000,00	-1.750.000,00	10	483.000,00	-5.170.000,00
11	825.000,00	-925.000,00	11	483.000,00	-4.687.000,00
12	825.000,00	-100.000,00	12	483.000,00	-4.204.000,00
13	825.000,00	725.000,00	13	483.000,00	-3.721.000,00
14	825.000,00	1.550.000,00	14	483.000,00	-3.238.000,00
15	825.000,00	2.375.000,00	15	483.000,00	-2.755.000,00
16	825.000,00	3.200.000,00	16	483.000,00	-2.272.000,00
17	825.000,00	4.025.000,00	17	483.000,00	-1.789.000,00
18	825.000,00	4.850.000,00	18	483.000,00	-1.306.000,00
19	825.000,00	5.675.000,00	19	483.000,00	-823.000,00
20	825.000,00	6.500.000,00	20	483.000,00	-340.000,00
21	825.000,00	7.325.000,00	21	483.000,00	143.000,00
22	825.000,00	8.150.000,00	22	483.000,00	626.000,00
23	825.000,00	8.975.000,00	23	483.000,00	1.109.000,00
24	825.000,00	9.800.000,00	24	483.000,00	1.592.000,00
25	825.000,00	10.625.000,00	25	483.000,00	2.075.000,00
26	825.000,00	11.450.000,00	26	483.000,00	2.558.000,00
27	825.000,00	12.275.000,00	27	483.000,00	3.041.000,00
28	825.000,00	13.100.000,00	28	483.000,00	3.524.000,00
29	825.000,00	13.925.000,00	29	483.000,00	4.007.000,00
30	825.000,00	14.750.000,00	30	483.000,00	4.490.000,00
31	825.000,00	15.575.000,00	31	483.000,00	4.973.000,00
32	825.000,00	16.400.000,00	32	483.000,00	5.456.000,00
33	825.000,00	17.225.000,00	33	483.000,00	5.939.000,00
34	825.000,00	18.050.000,00	34	483.000,00	6.422.000,00
35	825.000,00	18.875.000,00	35	483.000,00	6.905.000,00
36	825.000,00	19.700.000,00	36	483.000,00	7.388.000,00
37	825.000,00	20.525.000,00	37	483.000,00	7.871.000,00
38	825.000,00	21.350.000,00	38	483.000,00	8.354.000,00
39	825.000,00	22.175.000,00	39	483.000,00	8.837.000,00
40	825.000,00	23.000.000,00	40	483.000,00	9.320.000,00
41	825.000,00	23.825.000,00	41	483.000,00	9.803.000,00
42	825.000,00	24.650.000,00	42	483.000,00	10.286.000,00
43	825.000,00	25.475.000,00	43	483.000,00	10.769.000,00
44	825.000,00	26.300.000,00	44	483.000,00	11.252.000,00

Os pontos de retorno do investimento estão em destaque(sombreados).

A tabela 5.6 apresenta um quadro comparativo entre os cenários A e B .

Tabela 5.6 – Resumo da análise financeira

<i>Descrição</i>	<i>Cenário A</i>	<i>Cenário B</i>
Investimentos	R\$ 10.000.000,00	R\$ 10.000.000,00
Custo Operacional Atual	R\$ 1.325.000,00	R\$ 1.325.000,00
Novo Custo Operacional	R\$ 500.000,00	R\$ 500.000,00
Ganho Mensal	R\$ 825.000,00	R\$ 483.000,00
Retorno do Investimento	2,1 anos	3,5 anos

Os resultado apresentado na Tabela 5.5 mostra que os dois cenários analisados(A e B) são viáveis financeiramente., sendo que a indicação do melhor cenário (A ou B) não é objeto dessa dissertação.

No próximo capítulo serão apresentados os resultados da avaliação de cenários de uma central de atendimento de nova geração, utilizando-se como referência a experiência da implantação realizada na central de atendimento de nova geração da Brasil Telecom e utilizando a metodologia de avaliação baseada nas normas ISO/IEC 9126 e ISO/IEC 14598

6- AVALIAÇÃO DA CENTRAL DE ATENDIMENTO DE NOVA GERAÇÃO SEGUNDO NORMAS ISO/IEC 9126 E ISO/IEC 14598

6.1 - NORMAS ISO/IEC

Segundo A. Koscianski (1999), normalização é o processo de aplicar regras estabelecidas e executar uma atividade de maneira ordenada. A utilização de normas no desenvolvimento de atividades propicia benefícios quantitativos como redução de custo, tempo e erros e qualitativos como adequação, facilidade de uso e uma melhor percepção pelo usuário, através de uma linguagem comum estabelecida entre fornecedores e consumidores. O autor destaca ainda que o uso de normas auxilia na obediência ao Código do Consumidor e a maior competitividade internacional.

As normas podem ser internacionais, regionais, nacionais e organizacionais em função da sua área de aplicação. Dentre os organismos internacionais de normatização destacam-se como os mais importantes a *International Organization for Standardization (ISO)* e a *International Electrotechnical Commission (IEC)*.

A ISO é uma organização não governamental estabelecida em 1947, cuja missão é promover o desenvolvimento da normatização e atividades relacionadas a nível mundial. O seu trabalho resulta em acordos entre países e que são publicados como Normas Internacionais. Todos os países têm o direito de participar dos trabalhos da ISO em Comitês Técnicos ou Subcomitês. A participação pode ser do tipo P, quando há atuação ativa nos trabalhos e com a obrigação de votar, ou do tipo O, quando participa como observador recebendo cópias dos documentos, participando das reuniões e apresentando comentários, mas sem votar.

A IEC é a organização mundial que publica as normas internacionais relacionadas com eletricidade, eletrônica e áreas relacionadas. Foi fundada em 1906 e conta com a participação de mais de 50 países.

Na área de tecnologia de informação, a ISO e IEC, estabeleceram um comitê conjunto, o Joint Technical Committees (JTC) para a elaboração de normas na área. Os trabalhos são organizados de acordo com as áreas de especialização e então são criados os Grupos de Trabalho (Working Groups), numerados sequencialmente na ordem em que foram

estabelecidos. Os trabalhos dos grupos são chamados de projetos e classificados conforme a etapa de desenvolvimento em que se encontram.

A organização responsável pelas normas brasileiras é a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Ela é reconhecida como Foro Nacional de Normalização. Foi fundada em 1940 e é uma entidade privada, sem fins lucrativos, que representa o Brasil nas entidades de normalização internacional como a ISO e a IEC. A ABNT é formada por Comitês Brasileiros (CB) e Organismos de Normalização Setorial (ONS) que fazem o planejamento, a coordenação e controle das Comissões de Estudo (CE) que elaboram e mantêm atualizadas as Normas Brasileiras.

6.2 O PROCESSO DE AVALIAÇÃO

A. Koscianski (1999) destaca que uma avaliação efetiva, através de um modelo de qualidade que permita estabelecer e avaliar requisitos de qualidade e também que o processo de avaliação seja bem definido e estruturado resultará na obtenção de maior qualidade nos produtos, sejam eles produtos completos ou partes a serem integradas num sistema mais amplo.

Quando o objetivo é avaliar um projeto pelas suas qualidades, muitas vezes esbarra-se em critérios não mensuráveis economicamente. Isto se confirma pelo próprio conceito subjetivo de qualidade, por exemplo, que consiste no cumprimento dos requisitos e especificações segundo expectativas determinadas por uma entidade, grupo ou indivíduo e que podem ser totalmente diferentes para outra entidade, grupo ou indivíduo, mesmo sendo o mesmo produto tecnológico. Para que se tenha êxito em um projeto de tecnologia é imperioso obter-se a visão clara e pragmática dos efeitos da adoção da tecnologia em questão para ambientes interno e externo, incluindo o seu grau de influência e, principalmente, de suas restrições.

Existem duas famílias de normas internacionais que propiciam a compreensão completa do processo de avaliação: ISO/IEC 9126 (partes 1 a 4) e ISO/IEC 14598 (partes de 1 a 6). Estas duas famílias de normas descrevem um modelo de qualidade, um processo de avaliação e alguns exemplos de métricas que podem ser utilizadas por organizações que pretendam fazer avaliação de produto de software. (F. Coelho, 2005) trabalhou com a norma ISO/IEC 9126 e concluiu que apesar de abranger, à priori, o ambiente de sistemas

de tecnologia da informação, pode ter seus conceitos extrapolados para outros segmentos de tecnologia. Neste ponto concordamos que a mesma extrapolação se aplica à norma ISO/IEC 14598.

A. Koscianski (1999) propõe um modelo para o processo de avaliação baseado nestas duas normas que é apresentado na figura 6.1, onde os números entre parênteses correspondem aos itens da norma 14598-1 que tratam do assunto.

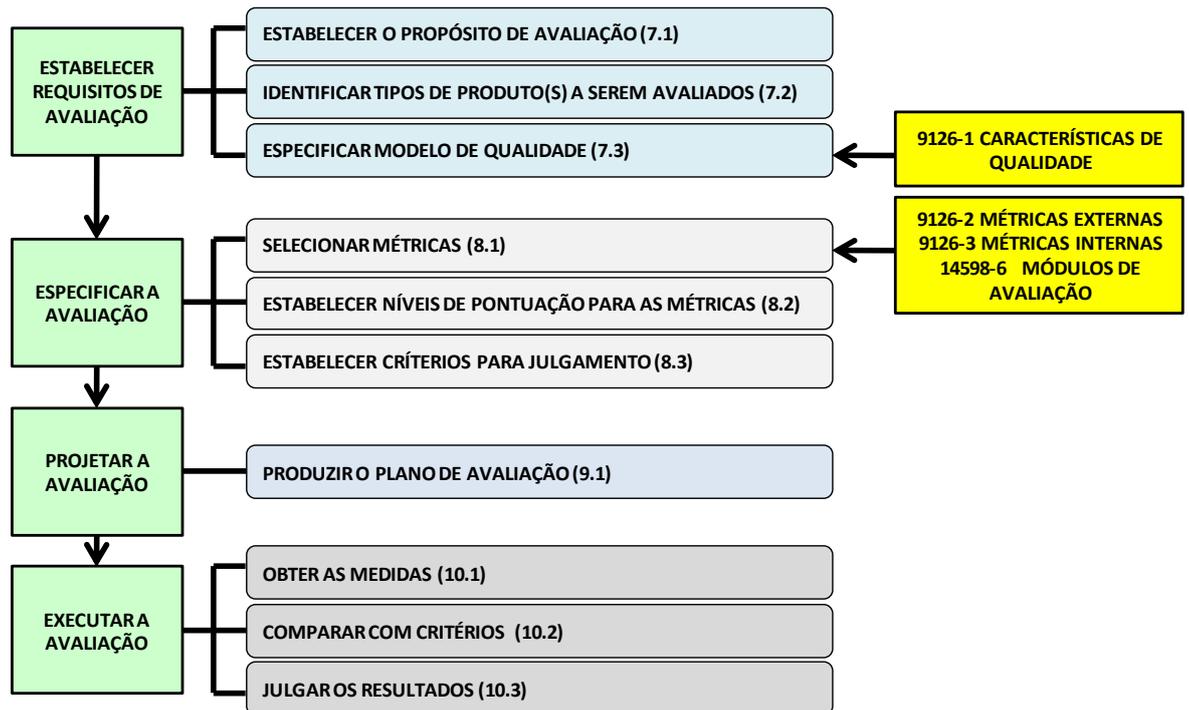


Figura 6.1 - O Processo de Avaliação
(Fonte: modificado – Koscianski, 1999)

A seguir será apresentado um breve resumo deste modelo proposto por (A. Koscianski, 1999) e baseado na NBR ISO/IEC 14598 (2003).

6.2.1 - Estabelecimentos dos requisitos de avaliação

O propósito da avaliação de qualidade de produtos de tecnologia é apoiar diretamente o desenvolvimento e a aquisição destes produtos que atenda as necessidades do usuário e do cliente. O objetivo final é assegurar que o produto forneça a qualidade requerida e que ele atenda as necessidades explícitas e implícitas dos usuários. A norma NBR ISO/IEC 14598-1 distingue propósitos de avaliação para produtos intermediários e finais.

O propósito da avaliação de qualidade de produto intermediário pode ser:

- Decidir quanto à aceitação de um produto intermediário de um subcontratado;
- Decidir quanto ao encerramento de um processo e quando enviar produtos para o próximo processo;
- Prever ou estimar a qualidade do produto final;
- Recolher informações sobre produtos intermediários para controlar e gerenciar o processo.

O propósito da avaliação de qualidade de produto final pode ser:

- Decidir quanto à aceitação do produto;
- Decidir quando liberar o produto;
- Comparar o produto com produtos competidores;
- Selecionar um produto entre produtos alternativos;
- Analisar os efeitos positivos e negativos da utilização de um produto;
- Decidir quando aprimorar ou substituir o produto.

O estabelecimento do propósito da avaliação, em qualquer das situações apresentadas anteriormente deve envolver um avaliador (A. Koscianski, 1999).

O tipo de produto quer seja um dos produtos intermediário ou final, a ser avaliado dependerá do estágio no ciclo de vida e do propósito da avaliação. O objetivo é que quando o produto seja realmente utilizado pelo usuário ele atenda as necessidades explícitas e implícitas. Dependendo do tipo de avaliação a ser realizada, isto é, avaliação de produtos intermediários ou finais, modelo de qualidade utilizado e tipo de requisitante da avaliação, o avaliador deve participar da identificação dos produtos a serem avaliados.

Nesta fase do processo de avaliação a identificação do produto a ser avaliado é ainda preliminar. No decorrer das outras fases do processo mais informações são obtidas, o que contribui para uma melhor identificação dos produtos a serem avaliados.

Um fator que pode ser determinante na seleção dos componentes a serem avaliados é a disponibilidade de métodos de avaliação na organização que irá realizar a avaliação. Por exemplo, suponha-se que um propósito de avaliação seja a escolha entre alguns produtos

de mercado e que um dos requisitos de qualidade para esta escolha seja segurança de acesso a dados. Suponha-se também que a organização não disponha de métodos de avaliação deste requisito de qualidade. Esta não disponibilidade poderá determinar que os componentes do produto que tratam especificamente de segurança de acesso sejam desconsiderados para efeito de avaliação ou que este requisito, caso seja muito importante, tenha que ser avaliado por outra organização.

A definição de qual produto intermediário será avaliado é mais complexa, pois depende em primeiro lugar do ciclo de vida de desenvolvimento adotado pela organização e do estágio em que se encontram seus respectivos produtos. Além disso, deve-se considerar que as métricas internas devem ser escolhidas de modo a refletir a futura qualidade externa do produto e, assim sendo, é necessário conhecer-se os requisitos externos, para então definir-se que métricas internas são aplicáveis aos produtos intermediários de modo a se obter uma avaliação efetiva.

As primeiras vezes que estas definições de produtos intermediários para avaliação são feitas, não se constituem em um trabalho simples, porém, em termos práticos, a partir da existência de um histórico de métricas aplicadas na organização, é provável que exista uma referência empírica a ser considerada, tanto para a seleção de métricas como para identificação dos produtos a serem avaliados. Portanto, a escolha inicial tende a ser refinada nas demais fases de avaliação.

A primeira etapa na avaliação de um produto tecnológico é selecionar as características de qualidade relevantes, utilizando um modelo de qualidade que desdobre a qualidade do produto em diferentes características. Os modelos de qualidade para avaliação geralmente representam a totalidade dos atributos de qualidade classificados em uma estrutura de árvore hierárquica de características e subcaracterísticas. O nível mais alto desta estrutura é composto pelas características de qualidade e o nível mais baixo é composto pelos atributos de qualidade. A ISO/IEC 9126-1 fornece um modelo de propósito geral o qual define seis amplas categorias de características de qualidade: funcionalidade, confiabilidade, usabilidade, eficiência, manutenibilidade e portabilidade. Estas podem ser subdivididas em subcaracterísticas que possuem atributos mensuráveis. O efeito combinado das características de qualidade em uma situação particular de uso é definido como qualidade em uso.

No estágio inicial da avaliação, convém que esses requisitos de qualidade sejam estudados e identificados, para o planejamento e implementação da avaliação. Convém que o avaliador estabeleça requisitos de qualidade externa para cada característica de qualidade que seja relevante. Convém que a completitude e correção da especificação dos requisitos de qualidade sejam avaliadas para assegurar que todos os requisitos necessários tenham sido especificados e que requisitos desnecessários tenham sido excluídos. O avaliador necessita avaliar o produto em relação a estes requisitos antes da entrega.

As necessidades explícitas e implícitas precisam ser atendidas para que se alcance qualidade. Assim, é importante verificar se as necessidades implícitas estão especificadas com detalhes suficientes para cada característica de qualidade relevante. A experiência do usuário com protótipos frequentemente conduz a uma definição mais precisa quanto aos requisitos de qualidade em uso.

Convém que o desenvolvedor identifique os requisitos de qualidade interna. Quando são utilizados requisitos de qualidade interna, convém que o desenvolvedor identifique-os usando um modelo de qualidade que os relacione com os requisitos de qualidade externa, e utilize os requisitos internos para verificar a qualidade dos produtos intermediários durante o desenvolvimento.

Embora a ISO/IEC 14598-1 possibilitar o uso de qualquer modelo de qualidade, a aplicação deste processo de avaliação torna-se muito mais simples se for utilizado o modelo da ISO/IEC 9126-1, pois todas as normas da família 14598 estão fortemente relacionadas àquele modelo. A norma ISO/IEC 14598-1 não é muito clara quanto à forma e momento adequado de se definir os requisitos esperados para o produto e que devem ser avaliados. Nesta fase de especificação do modelo de qualidade é dado certo destaque para a definição dos requisitos de qualidade para cada uma das características de qualidade relevantes. Porém, neste ponto ainda não foram definidas métricas externas a serem utilizadas, dificultando o processo de quantificação dos requisitos. Esta constatação nos leva a perceber que o processo de identificação de requisitos de qualidade necessita ser refinado em estágios posteriores da avaliação.

Podem ser aplicadas diversas técnicas de identificação de requisitos, mas sua efetividade pode ser aumentada a partir da construção de listas de verificação obtidas a partir do próprio modelo de qualidade da ISO/IEC 9126-1. Caso não seja adotada esta sistemática,

ao final do processo de obtenção de requisitos, de qualquer maneira, será necessário fazer seu mapeamento com relação ao modelo de qualidade escolhido.

6.2.2 - Especificação da avaliação

A. Kosciansk (1999) ressalta que é importante que as medições de um produto possam ser feitas fácil e economicamente e que as medidas resultantes sejam fáceis de usar. A forma pela qual as características de qualidade têm sido definidas não permite sua medição direta. É necessário estabelecer métricas que se correlacionem às características do produto. Todo atributo interno e externo quantificável do produto interagindo com seu ambiente e que se correlacione com uma característica, pode ser definido como uma métrica.

Métricas podem ser diferenciadas, dependendo do ambiente e das fases do processo de desenvolvimento em que são utilizadas. Convém que as métricas utilizadas no processo de desenvolvimento estejam correlacionadas com as métricas sob a perspectiva do usuário, pois essas são decisivas. Convém que as métricas internas tenham validade para efeito de previsão, isto é, convém que estejam correlacionadas com algum critério externo desejado.

É importante que as medições resultem em valores que coincidam com as expectativas. Por exemplo, se a medição sugere que o produto é de alta qualidade então convém que esta constatação seja consistente com a satisfação que o produto proporciona às necessidades específicas de um usuário.

Um critério adicional para seleção de métricas pode ser baseado na definição dos requisitos de qualidade considerados fundamentais (ou de maior importância). Em outras palavras, o primeiro nível de seleção de métricas pode ser para prover medições para os requisitos de qualidade obrigatórios. Ao mesmo tempo, requisitos considerados acessórios poderão sugerir o descarte prévio de qualquer proposta de métrica para os mesmos. Isto evita o uso de métricas desnecessárias que terminam por simplesmente onerar o processo de avaliação.

A partir do momento que os requisitos foram estabelecidos, os mesmos poderão ser mais bem definidos a partir da escolha de uma métrica que, ao mesmo tempo permita a especificação deste requisito e também a sua avaliação.

Nesta fase da avaliação poderá ser completada a lista de requisitos, mantendo-se sem

identificação apenas aqueles requisitos que não foram percebidos pelos agentes envolvidos, ou também aqueles considerados implícitos, ou seja, pode ser entendido como um requisito pelo requisitante da avaliação, mas não ser repassado ao avaliador.

O avaliador deve definir as condições sob as quais as medições devem ser executadas. Isto significa que se devem identificar outros atributos cujos valores influem nas medições e definir os valores desses mesmos atributos.

Na definição de atributos de qualidade a serem avaliados, deve-se observar possíveis influências de outros atributos no resultado da avaliação inicialmente determinada. Por exemplo, caso o atributo “tempo de aprendizado” seja utilizado para avaliação de usabilidade, provavelmente será necessária a avaliação de um outro atributo “capacitação dos envolvidos”, pois esta capacitação com certeza influencia na aprendizagem.

As particularidades quantificáveis podem ser medidas quantitativamente usando-se métricas de qualidade. O resultado, isto é, o valor medido, é mapeado numa escala. Este valor, por si só, não mostra o nível de satisfação. Para isso, a escala precisa ser dividida em faixas correspondentes aos diversos graus de satisfação dos requisitos. São exemplos:

- Dividir a escala em duas categorias: satisfatória e insatisfatória;
- Dividir a escala em quatro categorias delimitadas por: o pior caso, o nível atual para um produto existente ou alternativo, e o nível planejado.

O nível atual é estabelecido para controlar se o novo sistema não se deteriora em relação a situação atual. O nível planejado é o que é considerado alcançável com os recursos disponíveis. O pior caso é o limite para a aceitação pelo usuário, no caso em que o produto não alcance o nível planejado. A figura 6.2 ilustra esta possível divisão.

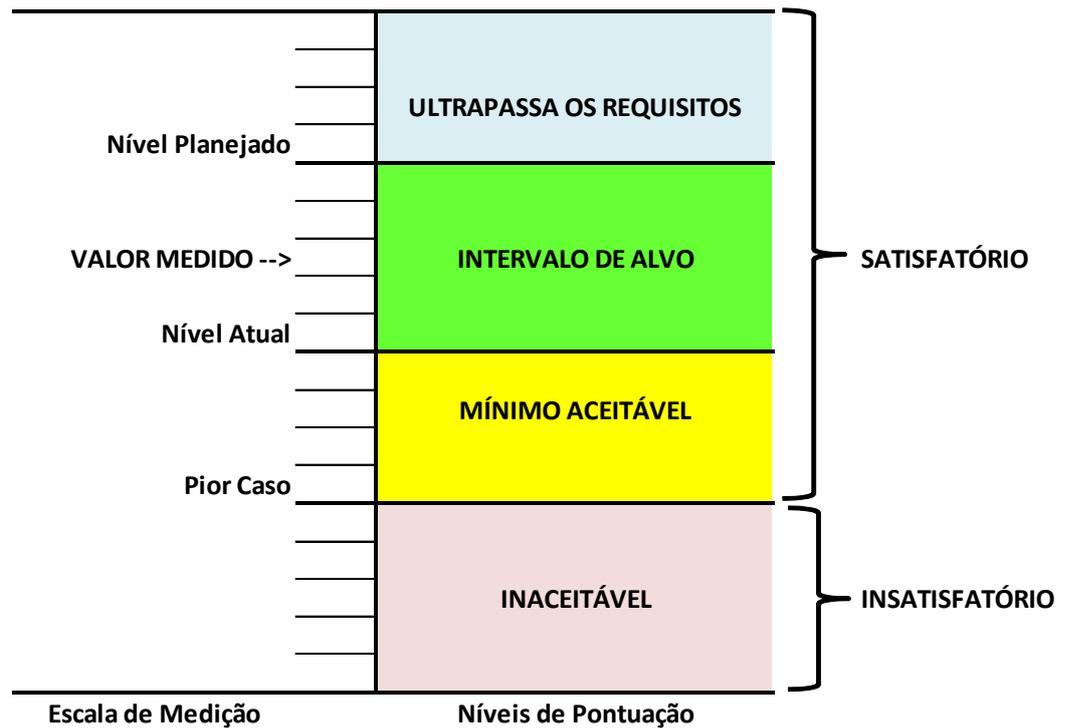


Figura 6.2 - Níveis de Pontuação para as Métricas
(Fonte: modificado – Koscianski, 1999)

Ao elaborar uma escala como a apresentada na figura 6.2, um avaliador deve observar pontos importantes:

Cada métrica será relacionada a uma escala específica. Um grande número de métricas implicará num trabalho cuidadoso para estabelecer e documentar todas as escalas. Além disso, é preciso que exista um método para sintetizar os resultados de avaliação; Os níveis de pontuação (ou faixas de corte “mínimo aceitável”, “intervalo alvo”, “inaceitável”) podem não ser conhecidos de antemão. Esses níveis serão particulares de cada caso e de cada organização. Nas primeiras avaliações esses valores podem ser difíceis serem estabelecidos, mas depois de alguma experiência haverá dados disponíveis para que a organização comece a estabelecer com segurança os seus critérios de qualidade.

Para julgar a qualidade do produto, o resultado da avaliação de cada característica precisa ser sintetizado. Convém que o avaliador prepare um procedimento para isto, com critérios diferentes para características de qualidade diferentes, onde cada característica poderá estar

representada em termos de suas subcaracterísticas ou de uma combinação ponderada de subcaracterísticas. O procedimento normalmente incluirá outros aspectos como tempo e custo, os quais contribuem para o julgamento da qualidade de um produto num ambiente particular.

Julgar a qualidade significa em essência interpretar os resultados das medições. O primeiro passo nesse sentido já foi realizado no item anterior deste capítulo, quando se estabeleceram níveis de pontuação para as métricas. O que seria desejável a seguir é obter conclusões sobre qualidade, a partir do conjunto de valores obtidos da aplicação de métricas. Como método para obter estes resultados será utilizado, neste trabalho, a teoria conhecida como Processo de Análise Hierárquica, proposta pelo professor Thomas Saaty.

6.2.3 - Projeção da avaliação

O Plano de Avaliação descreve os métodos de avaliação e o cronograma das ações do avaliador (ISO/IEC 14598 partes 3, 4 e 5); convém que ele esteja consistente com o Plano de Medições (ISO/IEC 14598-2).

O avaliador deve especificar ações (procedimentos) para coleta dos dados a serem executadas para obter valores reais para cada métrica externa ou interna. Isto inclui a especificação de cronogramas, responsabilidades, e o uso de ferramentas de coleta de dados e de análise. Se for necessário treinamento especial para o pessoal, isto também deve ser planejado. O avaliador também deve definir o grau de precisão da medição. Todo modelo estatístico aplicado deve ser especificado, incluindo requisitos de entrada de dados, estratégias de amostragem, entre outros.

O avaliador deve definir ações em caso de eventualidades, como avaliações extras, caso os resultados das medições sejam não conclusivos ou alarmantes.

6. 2.4 - Execução da avaliação

Para medição, as métricas selecionadas são aplicadas ao produto avaliado. Como resultado obtém-se os valores nas escalas das métricas. O avaliador deve coletar os valores reais das medidas para os atributos internos definidos de acordo com as ações para coleta de dados definidas. Se os requisitos de qualidade forem modificados, o desenvolvedor deve reconsiderar as especificações da avaliação e o projeto da avaliação.

O avaliador deve tomar as medidas necessárias para assegurar a qualidade dos dados coletados. As ações devem incluir, quando apropriado, validação de ferramentas automáticas para coleta de dados e utilização de pessoas para conferência dos dados.

Na etapa de pontuação, o valor medido é comparado com critérios predeterminados, por exemplo, como mostrado na Figura 6.2. No caso de aceitar-se uma deficiência relacionada a um requisito obrigatório, deve-se justificar tal atitude. Também devem ser consideradas avaliações adicionais, caso sejam aceitos produtos com deficiências detectadas, ou ainda sejam percebidas deficiências no próprio processo de avaliação.

O julgamento é a etapa final do processo de avaliação, onde um conjunto de níveis pontuados é resumido. O resultado é uma declaração de quanto o produto atende os requisitos de qualidade. Então a qualidade resumida é comparada com outros aspectos como tempo e custo. Finalmente uma decisão gerencial será tomada baseada nos critérios gerenciais.

Os resultados da avaliação são importantes para decisões sobre os próximos passos no ciclo de vida de produto. Por exemplo, definir se os requisitos devem ser alterados ou se são necessários mais recursos para o processo de desenvolvimento.

Convém que avaliador utilize os valores obtidos para os indicadores definidos para estimar a qualidade do produto final, levando-se em conta, para tanto, a experiência da organização em projetos anteriores com requisitos de qualidade similares. Também convém que se utilizem os valores obtidos para monitorar tendências de forma a identificar riscos de desenvolvimento, tomando ações de contingência quando necessário.

O avaliador deve fazer um julgamento dos resultados da avaliação e para tanto convém que os valores obtidos sejam resumidos e comparados com outros valores, como tempo e custo, de maneira a sustentar uma decisão sobre o resultado do desenvolvimento, que pode envolver melhoria do produto ou revisão dos requisitos.

Por fim, o avaliador deve rever os resultados da avaliação e a validade do processo de avaliação, dos indicadores e das métricas aplicadas. Convém que a retroalimentação sobre esta revisão seja utilizada de maneira a melhorar o processo de avaliação e os módulos de avaliação. Quando for necessário melhorar os módulos de avaliação, convém que seja incluída a coleta de dados sobre indicadores extras, de maneira a validá-los para uso posterior.

Mantendo-se um histórico de resultados de avaliações ao longo do ciclo de vida do produto, isto é, um registro dos valores obtidos pelas métricas, deve ser possível acompanhar a evolução do produto durante seu desenvolvimento. A partir daí, torna-se possível identificar tendências, como por exemplo, curvas de queda de eficiência, de usabilidade, entre outras. Na verdade, manter registros de avaliação é um recurso valioso senão essencial, tanto para acompanhar o desenvolvimento de produtos, como para melhorar a precisão do próprio processo de avaliação.

Na medida em que os requisitos de qualidade sejam mais estritos ou mais complexos, é de se esperar um aumento tanto no número de atributos do produto quanto no número de métricas utilizadas. Isto traz como consequência uma maior dificuldade para emitir um julgamento ou simplesmente enunciar resultados sobre a qualidade de um produto. Por exemplo, uma avaliação com o propósito de escolher entre três produtos para aquisição, tendo sido utilizadas 50 métricas no processo. Ao fim do processo, o requisitante da avaliação poderia sugerir algumas questões, como:

- Se usabilidade era mais importante do que a eficiência, como isso foi computado?
- Qual a influência da métrica número 23 na determinação do resultado final?
- Como se chegou à conclusão de que o produto A era melhor que B e C?

6.3 - UM MODELO PARA A QUALIDADE

A ISO/IEC 9126 mede como um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto específico de uso.

A Norma ISO/IEC 9126 descreve um modelo que objetiva implementar qualidade ao produto tecnológico do ponto de vista do usuário. Este modelo é composto de duas partes:

Qualidade Interna e Externa: especificada por seis características subdivididas em subcaracterísticas. Estas características são manifestadas externamente, partindo do pressuposto que as características externas dependem das características internas, que podem ser melhoradas durante a implementação, revisão e testes do produto;

Qualidade em uso: é o efeito, para o usuário, combinado das seis características de qualidade do produto, quando este produto é usado em um ambiente e um contexto de uso. Está relacionada à capacidade dos usuários poderem atingir seus objetivos num determinado ambiente e não às propriedades do produto em si.

As qualidades externas e internas da ISO/IEC 9126 que refletem na totalidade as características do produto tecnológico são apresentadas na figura 6.3.

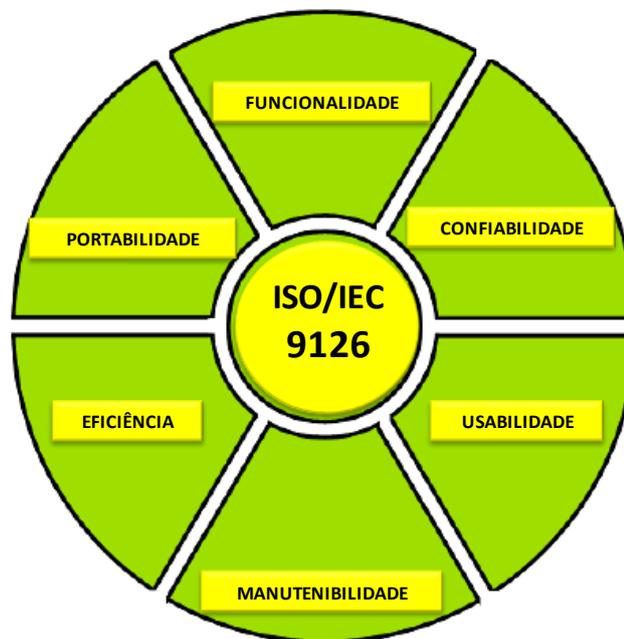


Figura 6.3 - As qualidades internas e externas da ISO/IEC 9126
(Fonte: modificado - NBR ISO/IEC 9126-1, 2003)

Estas características de qualidade apresentam subcaracterísticas que são estruturadas em uma hierarquia apresentada na figura 6.4 e serão descritas a seguir, com base nos conceitos contidos na NBR ISO/IEC 9126 (ABNT, 2003).



Figura 6.4 - Modelo ISO/IEC 9126 de Características de Qualidade
(Fonte: modificado - NBR ISO/IEC 9126-1, 2003)

6.3.1 - Funcionalidade

A característica de funcionalidade é definida como a capacidade do produto tecnológico de atender às necessidades explícitas e implícitas do usuário quando o produto de tecnologia é utilizado sob condições especificadas. Essas funções devem atender às seguintes subcaracterísticas:

- Adequação: capacidade de prover funções que propiciem ao usuário executar as tarefas específicas e alcançar os objetivos especificados;
- Acurácia: capacidade de fornecer o resultado ou efeito correto ou com o grau de precisão acordado;
- Interoperabilidade: capacidade de interagir com outros sistemas tecnológicos especificados;
- Segurança de acesso: capacidade de proteger informações e dados, permitindo acesso com segurança de pessoas ou sistemas autorizados e proibindo leitura e alteração de pessoas ou sistemas não autorizados;
- Conformidade relativa à funcionalidade: capacidade de aderir às normas, convenções, legislações e prescrições similares relativas à funcionalidade.

6.3.2 - Confiabilidade

O conceito de confiabilidade está relacionado à capacidade de manutenção do desempenho ao longo do tempo sob condições previamente estabelecidas. Apresenta as seguintes subcaracterísticas:

- Maturidade: capacidade de evitar falhas provenientes de algum defeito no produto tecnológico;
- Tolerância a Falhas: capacidade de manter um nível de desempenho estabelecido em caso de defeito;
- Recuperabilidade: capacidade de restabelecer o desempenho especificado e recuperar informações e funcionalidades diretamente afetadas após a ocorrência de falhas;
- Conformidade relativa à confiabilidade: capacidade de aderir às normas, convenções, legislações e prescrições similares relativas à confiabilidade.

6.3.3 - Usabilidade

A usabilidade está relacionada à facilidade de uso do produto tecnológico por parte do usuário. É definida como a capacidade de entendimento, aprendizagem, utilização e atratividade do produto tecnológico para o usuário e possui as seguintes subcaracterísticas:

- Inteligibilidade: capacidade de fornecer ao usuário o entendimento dos conceitos básicos que permitam verificar como o produto tecnológico pode ser usado para tarefas especificadas se ele é adequado;
- Aprendibilidade: capacidade de facilitar ao usuário o aprendizado da utilização do produto tecnológico;
- Operacionalidade: capacidade de operacionalização e controle sobre produto tecnológico;
- Atratividade: capacidade de ser atraente para o usuário;
- Conformidade relativa à usabilidade: capacidade de aderir às normas, convenções, legislações e prescrições similares relativas à usabilidade.

6.3.4 - Eficiência

A característica de eficiência diz respeito à compatibilidade entre a quantidade de recursos utilizada e o nível de desempenho requerido pelo produto tecnológico sob condições estabelecidas. As subcaracterísticas deste conceito são:

- Comportamento em relação ao tempo: capacidade de fornecer taxas de transferência de informação, tempos de resposta e processamento adequados;
- Comportamento em relação aos recursos: capacidade de usar quantidade e tipos de recursos adequados sob condições específicas;
- Conformidade relativa à eficiência: capacidade de aderir às normas, convenções, legislações e prescrições similares relativas à eficiência.

6.3.5 - Manutenibilidade

A definição de manutenibilidade remete à capacidade de permitir modificações no produto tecnológico a partir das seguintes características:

- Analisabilidade: capacidade de diagnosticar causas de falhas e deficiências e de identificar as alterações necessárias;

- Modificabilidade: capacidade de permitir implementação de modificações especificadas;
- Estabilidade: capacidade de minimizar efeitos inesperados decorrentes de modificações;
- Testabilidade: capacidade de validar as modificações efetuadas antes da colocação em produção;
- Conformidade relativa à manutenibilidade: capacidade de aderir às normas, convenções, legislações e prescrições similares relativas à manutenibilidade.

6.3.6 - Portabilidade

O conceito de portabilidade abrange a capacidade que o produto de tecnologia tem de ser transferido de um ambiente para outro com um pequeno esforço de adaptação. As subcaracterísticas deste atributo são:

- Adaptabilidade: capacidade de adaptar o produto de tecnologia para utilização em ambientes diferentes do originalmente especificado, sem intervenção maior no sistema tecnológico;
- Capacidade de instalação: capacidade de ser instalado em um ambiente específico;
- Coexistência: capacidade de coexistir com outros produtos tecnológicos independentes em um ambiente comum, compartilhando recursos comuns;
- Capacidade de substituição: capacidade de substituir outro produto de tecnologia especificado com o mesmo propósito no mesmo ambiente;
- Conformidade relativa à portabilidade: capacidade de aderir às normas, convenções, legislações e prescrições similares relativas à portabilidade.

6.4 - RESULTADOS DA ANÁLISE PARA UMA CENTRAL DE ATENDIMENTO

Antes de apresentarmos os resultados dentro do modelo de Avaliação ISO 9126/14598 vale ressaltar que já foram implantados nas Centrais de Atendimento da Brasil Telecom novas tecnologia IP/SIP utilizando a infraestrutura da NGN conforme estudo de casos apresentados neste trabalho, sendo que o foco da avaliação não esta relacionado com processo de decisão de implantar ou não novas tecnologia mas sim de realizar uma avaliação pós-implantação com relação aos aspectos de qualidade de uso e fatores internos e externos relacionados com uso de tecnologia IP/SIP/NGN nas Centrais de Atendimento da Brasil Telecom.

Para avaliação dos indicadores de qualidade foram consultados profissionais da área de Atendimento da BrTCC com o perfil apresentado na tabela 6.1.

Tabela 6.1- Avaliadores da Qualidade de Uso de fatores Internos e Externos

<i>Avaliado</i>	<i>Formação</i>	<i>Experiência Profissional</i>	<i>Área de Conhecimento</i>
1	Análise de Sistema	8	Operação de Central de Atendimento
2	Engenharia da Computação	6	Projeto de Central de Atendimento
3	Engenharia da Computação	8	Projeto de Central de Atendimento
4	Engenharia de Telecom	8	Projeto / Implantação de Plataformas
5	Engenharia com MBA	10	Operação de Central de Atendimento

O resultados consolidados das avaliações esta apresentado na Tabela 6.2, sendo um resumo dos resultados da avaliação utilizando-se metodologia ISO 9126/14598 para aspectos relacionados aos uso de Central de Atendimento baseada em tecnologia IP/SIP.

Tabela 6.2 - Avaliação ISO 9126/14598 para qualidade de uso–Central de Atendimento IP

Requisitos de Qualidade			Observação
	Métrica	Avaliação (julgamento)	
Produtividade	Tempo de resposta à consultas a servidores externos	Aceitável	Considerado aceitável pelas áreas gestoras da Central de Atendimento
Efetividade	Frequência dos erros do Servidores de Aplicação	Aceitável	Considerado aceitável pelas áreas gestoras da Central de Atendimento .
Segurança	Danos no Software do CTI e Base de Dados	Aceitável	Considerado aceitável pelas áreas gestoras da Central de Atendimento .
Satisfação	Nível de satisfação dos usuários.	Aceitável	Considerado aceitável pelas áreas gestoras da Central de Atendimento .

A Tabela 6.3 apresenta um resumo dos resultados de Avaliação ISO 9126/14598 para aspectos relacionados com qualidade Interna e Externa da Central de Atendimento baseado em tecnologia IP/SIP.

Tabela 6.3-Avaliação ISO 9126/14598 para qualidade de interna e externa - Central IP

Requisitos de Qualidade	Métrica	Avaliação (julgamento)	Comentários
<u>Funcionalidade</u>	Adequação aos processos das Centrais de Atendimento. (Atende aos seus objetivos)	Atende	Atende Satisfatoriamente
	Acurácia do relatórios . (resultados corretos)	Atende	Atende Satisfatoriamente
	Interoperabilidade com outros sistemas (interação com outros sistemas)	Atende	Atende Satisfatoriamente
	Segurança de acesso a Base de dados (protege as informações e dados)	Atende	Atende Satisfatoriamente
	Conformidade (capacidade de aderir às normas, convenções, legislações, ...)	Atende	Atende Satisfatoriamente
<u>Confiabilidade</u>	Maturidade (capacidade de evitar falhas)	Aceitável	A solução é fortemente baseada em rede de dados sendo mais difícil evitar falhas.
	Tolerância a Falhas (capacidade de manter um nível de desempenho estabelecido em caso de defeito)	Aceitável	A solução é fortemente baseada em rede de dados sendo mais difícil evitar falhas.
	Recuperabilidade (capacidade de restabelecer o desempenho especificado e recuperar informações e funcionalidades diretamente afetadas após a ocorrência de falhas)	Aceitável	A solução é fortemente baseada em rede de dados sendo mais difícil evitar falhas.
	Conformidade (capacidade de aderir às normas, ...)	Aceitável	Atende

<u>Usabilidade</u>	Inteligibilidade (fornecer ao usuário o entendimento dos conceitos básicos que permitam verificar como o produto tecnológico pode ser usado para tarefas especificadas se ele é adequado)	Atende	Por se tratar de uma nova tecnologia no início foi necessário um trabalho adicional para alinhamento e conhecimentos de conceitos
	Aprendibilidade (capacidade de facilitar ao usuário o aprendizado da utilização do produto tecnológico)	Atende	Por tratar-se de novos conceitos e recursos tecnológicos é necessário um esforço adicional para treinamento e entendimento da solução implantada.
	Operacionalidade (capacidade de operacionalização e controle sobre produto tecnológico)	Atende	Por tratar-se de novos conceitos e recursos tecnológicos é necessário um esforço adicional para treinamento e entendimento da solução implantada.
	Atratividade (capacidade de ser atraente para o usuário)	Atende	Atende
	Conformidade (atende normas , ...)	Atende	Atende

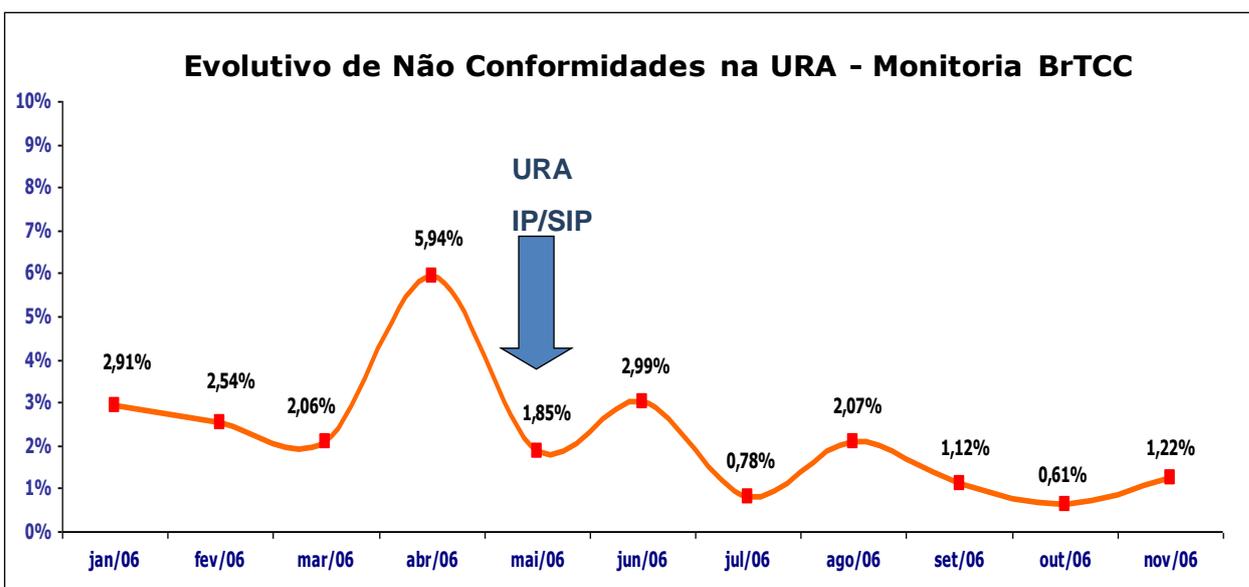
<u>Eficiência</u>	Tempo (capacidade de fornecer taxas de transferência de informação, tempos de resposta e processamento adequados)	Atende	Atende
	Recursos (capacidade de usar quantidade e tipos de recursos adequados sob condições específicas)		Atende
	Conformidade (capacidade de aderir às normas, convenções,)	Atende	Atende
<u>Manutenibilidade</u>	Analisabilidade (capacidade de diagnosticar causas de falhas e deficiências e de identificar as alterações necessárias)	Atende	Por tratar-se de novos conceitos e recursos tecnológicos é necessário um esforço adicional para analisar falhas.
	Modificabilidade (capacidade de permitir implementação de modificações especificadas)	Atende	Atende
	Estabilidade capacidade de minimizar efeitos inesperados decorrentes de modificações)	Atende	Por existir vários componentes e fisicamente distribuídos é mais difícil identificar e isolar efeitos inesperados em uma rede IP.
	Testabilidade (capacidade de validar as modificações efetuadas antes da colocação em produção)	Atende	Atende
	Conformidade (capacidade de aderir às normas, convenções, legislações, ...)	Atende	Atende

<u>Portabilidade</u>	Adaptabilidade (capacidade de adaptar o produto de tecnologia para utilização em ambientes diferentes do originalmente especificado, sem intervenção maior no sistema tecnológico)	Atende	A nova solução é baseada em servidores de mercado e possui drives para integração com fornecedores diferentes. A nova tecnologia possui facilidade de implantação em ambiente IP.
	Capacidade de instalação (capacidade de ser instalado em um ambiente específico)	Atende	A nova tecnologia possui maior facilidade de implantação em ambiente IP.
	Coexistência (capacidade de coexistir com outros produtos tecnológicos independentes em um ambiente comum, compartilhando recursos comuns)	Atende	A nova solução possui drives para integração com equipamentos diferentes.
	Capacidade de substituição (capacidade de substituir outro produto de tecnologia especificado com o mesmo propósito no mesmo ambiente)	Atende	A nova solução possui drives para integração com equipamentos diferentes.
	Conformidade (capacidade de aderir às normas, convenções, legislações, ...)	Atende	Atende

De maneira geral os resultados obtidos após pesquisa junto às áreas usuárias e especialistas da área é que a nova tecnologia IP/SIP com infraestrutura NGN pode ser considerada aceitável do ponto de vista operacional, porém a mesma em comparação às tecnologias convencionais (TDM) deverão ser melhoradas em especialmente quanto a facilidade de apresentação de relatórios estatísticos, históricos e “on-line”, neste caso é importante ressaltar que a solução implantada é híbrida, ou seja, ainda existem DACs TDM o que dificulta a consolidação dos relatórios.

Com relação a estabilidade e segurança o nova tecnologia vem ganhando mais estabilidade com registro de falhas cada vez menos frequentes em relação a fase de início de implantação da nova tecnologia.

Para exemplificar a questão de estabilidade, as figuras 6.5 e 6.6 apresentam dois gráficos que mostram a melhoria dos indicadores após a implantação da nova URA IP na NGN em substituição às URAs TDM.



Obs: Dez/2005 = 4,90% | Dez/2006 = 0,75%

Figura 6.5 – Evolucao de não conformidade após entrada da URA IP/SIP (Fonte : BrT Call Center)

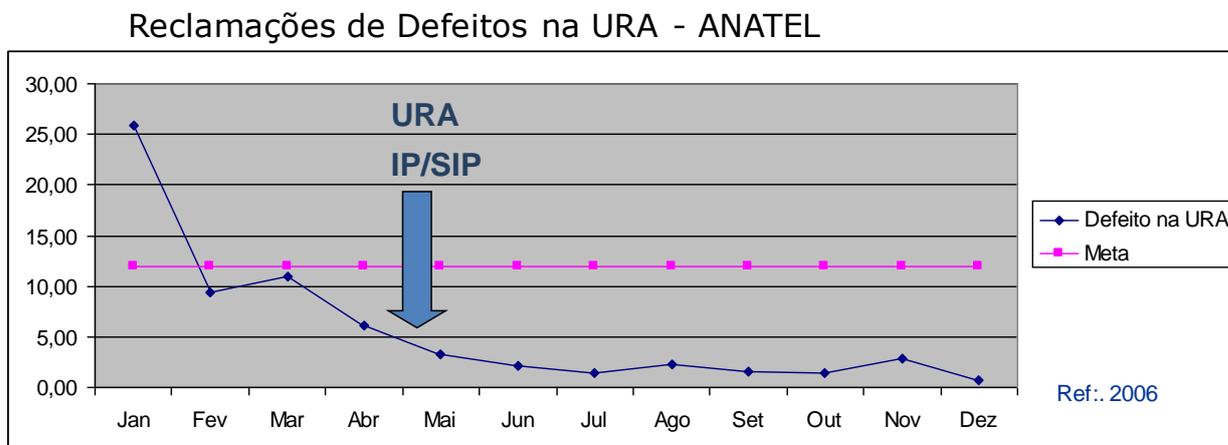


Figura 6.6 – Evolução de reclamações de defeitos após entrada da URA IP/SIP (Fonte : BrT Call Center)

A experiência mostra que até chegar a um ponto de estabilidade a implantação de novas tecnologias tende a degradar a qualidade dos serviços em relação à tecnologia anterior, mas depois de estabilizada os usuários começam a ter confiança na nova tecnologia, este é o momento mais adequado para iniciar o processo de substituir totalmente a tecnologia anterior.

A análise de cenários a partir conceitos contidos nas normas ISO/IEC 9126 e ISO/IEC 14598 mostrou que de maneira geral adequada para analisar uma Central de Atendimento de Nova Geração baseada em infraestrutura NGN IP/SIP e resultado sugeriu desempenho satisfatório após sua implantação.

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

7.1 – CONCLUSÕES

Nessa dissertação foram apresentadas dos principais componentes de uma Central de Atendimento e uma visão dos principais conceitos de uma arquitetura NGN/IMS, sendo apresentada a estratégia de evolução das centrais de atendimento da Brasil Telecom, que ocorreu a partir de várias centrais atendimento tradicionais (TDM) isoladas e com tecnologias diferentes migrando gradualmente para um infraestrutura NGN com CTI centralizado e com posições de atendimento IP/SIP.

Em seguida foram apresentados dois estudos de casos, considerados pela empresa (Brasil Telecom) como de sucesso em que foram implantadas soluções baseadas em NGN IP/SIP para atendimento de demandas regulatórias.

Foi realizada uma análise de cenário a partir conceitos contidos nas normas ISO/IEC 9126 e ISO/IEC 14598, que demonstrou de maneira geral a Central de Atendimento baseada em infraestrutura NGN IP/SIP sugeriu desempenho satisfatório após sua implantação.

Alinhado aos conceitos estudados e a partir da proposta de método da presente dissertação, obtêm-se as seguintes conclusões:

- Como em toda transição tecnológica, existe uma relutância a necessidade de se investir na substituição de equipamentos e nova tecnologias, normalmente em função dos custos envolvidos na migração para a nova tecnologia, mas no caso de grandes Centrais de Atendimento, como os da Brasil Telecom os investimentos são viabilizados em função da redução dos custos operacionais.

- Para pequenas e médias empresas, a economia gerada eventualmente não seja atrativa o bastante para migrar ou substituir um sistema mais antigo, porém vale a pena salientar que, a exemplo de outras tecnologias que ficaram totalmente obsoletas, como o celular analógico, a migração é uma proteção do sistema no longo prazo, simplesmente porque os sistemas tradicionais não vão estar disponíveis nos próximos anos.

- Considerando a dificuldade de migração rápida de uma arquitetura tradicional (TDM) para totalmente IP, uma boa estratégia para grandes centrais de atendimento talvez seja realizar uma migração gradual, utilizando um modelo híbrido, começando pela centralização do CTI e na sequência migrando as URAs IP para frente dos DACs, este é o momento mais difícil pois o ideal é eliminar a solução tradicional de DAC por solução NGN baseada em servidores de aplicação com a funcionalidade de DAC.

- A aplicação do modelo de qualidade, definido na norma ISO/IEC 9126 apoiada pelo processo de avaliação definido na norma ISO/IEC 14598, demonstrou-se adequado para avaliar qualitativamente as diferentes características de novas tecnologias voltadas a uma solução de Central de Atendimento de Nova Geração.

Finalmente, a migração de redes tradicionais de telefonia para soluções IP é um caminho irreversível, as redes de telefonia, voz e dados, cada vez mais serão convergentes utilizando arquitetura NGN/IMS e as Centrais de Atendimentos de Nova Geração também deverão adotar soluções convergentes para o seu funcionamento e sobrevivência em mercado cada vez mais competitivo.

7.2 – RECOMENDAÇÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

Com base no trabalho apresentado propomos os seguintes estudos futuros:

- Analisar a distribuição (capilarização) das URAs IP na rede NGN.
- Analisar aspectos de confiabilidade e segurança para soluções das Centrais de Atendimento completamente IP/SIP para grandes Centrais de Atendimentos.
- Analisar a infraestrutura de Centrais de Atendimento IP como um novo modelo de negócio para operadora, no conceito de provedor de Serviços de Atendimento (*Service Provider*), também denominado como *Call Center Virtual*.
- Os estudos de caso e modelo de arquitetura apresentados neste trabalho, no presente momento servem como referência para novos projetos em Centrais de Atendimento, que utilizarão uma arquitetura totalmente IP/SIP e NGN.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 3GPP - TISPAN; *IP Multimedia Subsystem (IMS); Functional Architecture* (3GPP TS23.407).
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO/IEC 14598. ABNT, Rio de Janeiro, 2003.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO/IEC 9126. ABNT, Rio de Janeiro, 2003.
- Alcatel : <http://www.alcatel.com>, acessado em julho/2010
- Alcatel, palestra sobre Redes Convergentes NGN, 2006. Apresentação de treinamento realizada pela Educação Corporativa da Brasil Telecom, Brasília, 2006.
- ANATEL. Regulamento do Serviço Telefônico Fixo Comutado. Resolução n. 426, de 9 de Dezembro de 2005. Disponível em: <www.anatel.gov.br/Portal/documentos/.../2005/anexo_res_426_2005.pdf>. Acesso em: 01 agosto 2010.
- Avaya : <http://www.avaya.com/br/produto/proactive>, acessado em abril/2010
- Blood, S. *IP Contact Center Develops as Managed Service* in 2004. Gartner Consulting, 13 November 2003.
- Boger, Y. *Fine-tuning Voice over Packet Services*. Relatório RADCOM Disponível em: <<http://www.protocols.com/papers/voip2.htm> >. Acesso em: 02 julho 2010.
- BRASIL. Decreto n. 6.523, de 31 de Julho de 2008. Dispõem sobre a regulamentação da Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990, para fixar normas gerais sobre o Serviço de Atendimento ao Consumidor – SAC por telefone, no âmbito dos fornecedores de serviços regulados pelo Poder Público Federal. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/Decreto/D6523.htm>. Acesso em: 01 agosto 2010.
- Brasil Telecom Call Center. Apresentação Redução de Opex - Plataforma Call Center_new, elaborada pela Brasil Telecom Call Center (BrTCC), junho, 2009.
- Chakraborty, S. et al. *IMS Multimedia Telephony over Cellular Systems*. West Sussex – Inglaterra: John Wiley & Sons, 2007.
- Cisco. *Voice over IP - Per Call Bandwidth Consumption*. Disponível em: <http://www.cisco.com/en/US/tech/tk652/tk698/technologies_tech_note09186a0080094ae2.shtml>. Acesso em: 01 agosto 10.
- Cisco : <http://www.cisco.com>, acessado em julho/2010

Coelho, F. *Um método para avaliação de projetos de tecnologia no setor público e no terceiro setor*. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia Elétrica e Computação, Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2005

Dantas, E. B. *Telemarketing – A chamada para o futuro*. São Paulo: Atlas, 2000.

Davidson, J. et al. *Fundamentos de VoIP – Uma abordagem sistêmica para a compreensão dos fundamentos de Voz sobre IP*. São Paulo: Bookman, 2008.

Digitro : <http://www.digitro.com.br>, acessado em março/2010

ETSI TR 101329 V 1.25 *Telecommunications and Internet protocol harmonization over networks (TIPHON): general aspects of quality of service (QoS)*

Garcia, M. *Avaliação qualitativa para apoio à decisão em projetos de precificação em rede de telefonia móvel celular de terceira geração*. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia Elétrica e Computação, Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2008

Genesys : <http://www.genesyslab.com/> , acessado em maio/2010

Hersent, O. ; Guide, D.; Petit, J. *Telefonia IP – Comunicação multimídia baseada em pacotes*. São Paulo: Addison Wesley, 2002.

IETF RFC 2705 *Media Gateway Control Protocol (MGCP)* October 1999

IETF RFC 3261 *SIP: Session Initiation Protocol* June 2002

IETF RFC 5615 *H.248/MEGACO Registration Procedures*. August 2009

IEX : <http://www.iex.com/>, acessado em julho/2010

ITU-T Recommendation G.114 *One-way transmission time*.

ITU-T Recommendation G.711 *Pulse Code Modulation (PCM) of voice frequencies*.

ITU-T Recommendation G.723.1, 5.3 and 6.3 *kbit/s speech coder for MM communications*.

ITU-T Recommendation G.729, *Coding of speech at 8 kbit/s using CS-ACELP*.

ITU-T Recommendation H.323, *Packet-based MM communications systems*.

ITU-T Recommendation P.800, *Methods for subjective determination of transmission quality*.

ITU-T Recommendation P.830, *Subjective performance assessment of telephone-band and wideband digital codecs*.

ITU-T Recommendation H.248.1, *Gateway Control Protocol*. Version 1. Março 2002.

ITU-T Recommendation Y.110, “*General Global Information Infrastructure (GII): Principles and Framework Architecture*”.

ITU-T Recommendation Y.140, “*Global Information Infrastructure (GII): Reference Points for Interconnection Framework*”.

- ITU-T Recommendation Y.2001 – “*Next Generation Networks – Frameworks and functional architecture models -General overview of NGN*”.
- ITU-T Recommendation Y.2001: *Global Information Infrastructure, Internet Protocol Aspects and Next-Generation Networks: Next Generation Networks – Frameworks and functional architecture models*. Genebra, 2004.
- ITU-T Recommendation Y.2011 “*Next Generation Networks – Frameworks and functional architecture models – General Principles and general reference model for Next Generation Networks*”.
- ITU-T Recommendation X.200, “*Open Systems Interconnection – Basic Reference Model: The Basic Model*”, Genebra, 2004.
- ITU-T Study Group 13, “*NGN 2004 Project Description*”, Genebra, 2004
- Johnston, Alan B. *SIP - Understanding the Session Initiation Protocol*. USA: Artech House Telecommunications Library, 2004
- Koscianski, A. Guia para utilização das normas sobre avaliação de qualidade de produto de software – ISO/IEC 9126 e ISO/IEC 14598. ABNT, Curitiba, 1999.
- Nortel : <http://www.nortel.com/>, acessado em abril/2010
- Perea, R. M. *Internet Multimedia Communications Using SIP- A Modern Approach Including Java® Practice* . Burlington - E.U.A: Morgan Kaufmann Publishers 2008.
- Poikselka, M. et al. *The IMS IP Multimedia Concepts and Services*. West Sussex – UK: John Wiley & Sons, 2006.
- RADCOM. *VoIP White Paper: Fine - Tuning Voice over Packet Services* . Disponível em: <<http://www.protocols.com/papers/voip2.htm> >, acesso em: julho 2010.
- Russell, T. *IP Multimedia Subsystem (IMS) Session Control and Other Networks Operations*. USA: McGraw-Hill, 2008
- Sato, A. M. PABX IP. Tutorial do Site Teleco Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialpabx/default.asp>>. Acesso em: 08 abril. 2010.
- Siemens <http://www.siemens.com> , acessado em junho/2010
- Silva, A. S. Qualidade de Serviço em VoIP parte 2. Disponível em: < http://www.rnp.br/newsgen/0009/qos_voip2.shtml >. Acesso em: 12 março 2010
- Sinnreich, H.; Johnston, A. B. *Internet Communications Using SIP*. Indianápolis - USA: John Wiley & Sons, 2006.
- Telecommunication Engineering Centre: <http://www.tec.gov.in>, acessado em julho/2010
-