



**XX SNPTEE  
SEMINÁRIO NACIONAL  
DE PRODUÇÃO E  
TRANSMISSÃO DE  
ENERGIA ELÉTRICA**

Versão 1.0  
GTL.YY  
22 a 25 Novembro de 2009  
Recife - PE

**GRUPO - XV**

**GRUPO DE ESTUDO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO E TELECOMUNICAÇÃO  
PARA SISTEMAS ELÉTRICOS - GTL**

**GERENCIAMENTO DE SERVIÇO VOIP: OBTENÇÃO E ANÁLISE DE MÉTRICAS PARA AVALIAÇÃO DA  
QUALIDADE DO SERVIÇO DE VOZ**

**Jorge Henrique J G Matos(\*)  
CPqD**

**M Cláudia Cortez Carneiro  
CPqD**

**Adelino Manuel de O Cabral  
CPqD**

**Luciano Martins  
CPqD**

**Aristides J Furian Ferreira  
CPqD**

**RESUMO**

O serviço VoIP (*Voice over Internet Protocol*) surgiu da necessidade de migrar chamadas de voz de circuitos comutados para uma rede IP. Este contexto trouxe a necessidade de utilização de mecanismos para o gerenciamento de parâmetros de rede que influenciam a qualidade do serviço prestado.

Este trabalho aborda quais são as necessidades do provedor de serviço e do cliente quanto à gerência VoIP. Alguns parâmetros são indicados e medidas de uma rede real são apresentadas mostrando a degradação do serviço em razão da piora de parâmetros de rede. Finalmente sugerimos pontos de atenção para provedores e clientes do serviço.

**PALAVRAS-CHAVE**

Desempenho, Gerência, Gerenciamento, Monitoração, VoIP

**1.0 - INTRODUÇÃO**

Em 1876, o escocês Alexander Graham Bell(11), utilizando um novo equipamento, falou ao seu assistente Thomas A. Watson, localizado em uma sala vizinha: "Sr Watson, venha até aqui. Eu quero vê-lo"<sup>1</sup>. Em 1994, a Vocaltec, fundada por Alon Cohen e Lior Haramaty, lança o produto *Internet Phone*(9). Baseado em software fez grande sucesso pois permitia, utilizando a Internet, chamadas internacionais sem custo.

Entre estes dois fatos, espaçados em quase 120 anos, na essência o serviço de voz foi o mesmo, recursos dedicados no início da chamada e mantidos até o seu final.

Com a primeira chamada VoIP (*Voice over Internet Protocol*) abriu-se uma série de possibilidades para evolução da prestação de serviço de voz sobre uma rede de dados cujo propósito original era suportar o tráfego de correio eletrônico, transferência de arquivos e acesso remoto a servidores.

Sob o aspecto de operação e administração do serviço e da rede associada, há diferenças importantes entre as tecnologias legada e a de voz sobre IP. A convergência entre as redes de dados, voz e vídeo traz desafios importantes para o gerenciamento do serviço. Este artigo aborda aspectos relacionados a obtenção e análise de

<sup>1</sup> Tradução livre de "Mr. Watson come here -- I want to see you"

parâmetros de qualidade de serviço, necessidade esta presente na concepção do serviço VoIP tanto para o provedor do serviço como para o cliente final.

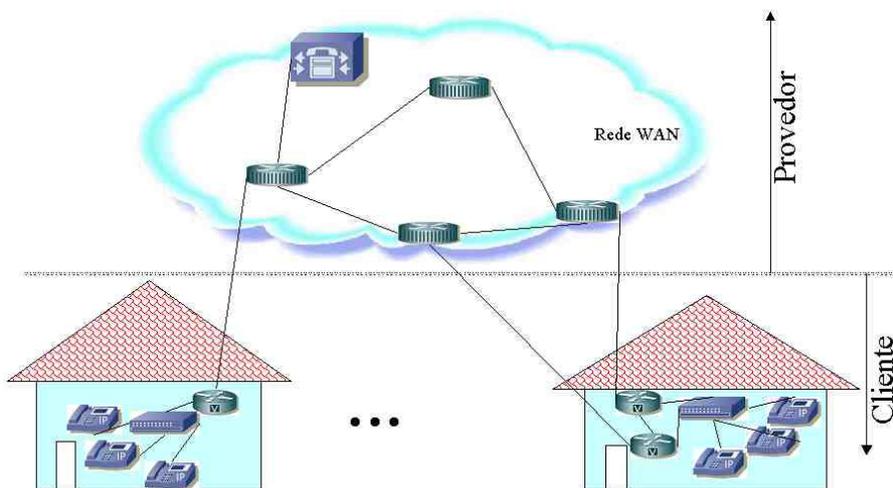
## 2.0 - REQUISITOS DO SERVIÇO VOIP

VoIP é um termo genérico<sup>2</sup> que representa a transmissão de voz por sobre redes IP, possibilitando a realização de chamadas de voz pela Internet. Esta tecnologia em forte expansão cria novos desafios para a convergência de redes, fazendo com que as redes de telefonia compartilhem as mesmas redes de dados utilizadas por outros serviços.

Em um modelo de prestação de serviço por um provedor externo, fazem parte de uma solução VoIP o provedor e o cliente contratante do serviço, apresentando cada um deles necessidades distintas para mensurar a qualidade do serviço VoIP.

O termo provedor se refere aqui à empresa que fornece a infra-estrutura de rede de transporte, equipamentos, ferramentas para gerenciamento e suporte técnico. Já o cliente utiliza o serviço e administra a rede sob seu domínio.

A Figura 1 representa uma possibilidade de divisão dos domínios do provedor de serviço e cliente.



**Figura 1 - Divisão de Domínios**

A seguir são listados requisitos de cada uma das partes.

### 2.1 Necessidades do Cliente

É importante que o cliente do serviço tenha acesso, em tempo real, ao monitoramento dos indicadores acordados com o provedor VoIP. Exemplo de alguns itens que podem ser monitorados: disponibilidade do serviço, taxa de utilização das interfaces, quantidade de terminais de voz ativos, taxa de completamento de chamadas, principais motivos de não completamento das chamadas, parâmetros de qualidade da rede tais como: latência, jitter, perda de pacotes, MOS (*Mean Opinion Score*) e Fator R.

Os dados relativos ao serviço prestado devem ser consolidados na forma de relatórios resumidos e detalhados. Uma visão de *dashboard* permite um acompanhamento *on-line* da qualidade do serviço prestado.

### 2.2 Necessidades do Provedor de Serviço

O Provedor de Serviço deve gerenciar o serviço e a rede associada, possibilitando o monitoramento de indicadores de desempenho do serviço prestado bem como uma ação pró-ativa para o tratamento de degradações. Deve ter as ferramentas necessárias para a execução de suas atividades de gerenciamento e consolidação e apresentação das informações de interesse do cliente.

<sup>2</sup> Neste trabalho utilizaremos o termo VoIP como sinônimo de IPT (*Internet Protocol Telephony*)

A Figura 2 ilustra o gerenciamento da qualidade do serviço integrada à qualidade da rede, possibilitando uma visualização detalhada dos recursos monitorados a partir da navegação de vários níveis:

- A Figura 2(a) ilustra o *dashboard* com informações consolidadas no período diário e também em tempo real do atendimento de parâmetros de qualidade do serviço acordados inicialmente para a prestação do serviço. Informações são coletadas a partir de testes configurados na ferramenta CISCO IP-SLA (8) e CDRs.
- A Figura 2(b) ilustra com maior granularidade as amostras coletadas dos parâmetros de qualidade de serviço.
- A Figura 2(c) ilustra graficamente no período de 24 horas o comportamento das coletas obtidas via Cisco IP-SLA. Nestes gráficos são traçadas linhas de meta para a visualização de limiares de degradação e violação.
- A Figura 2(d) ilustra uma visão de alarmes correspondentes a violações e degradações identificados nas coletas obtidas dos parâmetros de qualidade do serviço gerenciado. Sempre que ocorrem transposições de limiares previamente definidos, alarmes de violação são gerados para uma análise e eventuais ações para reestabelecimento dos níveis de qualidade de serviço.

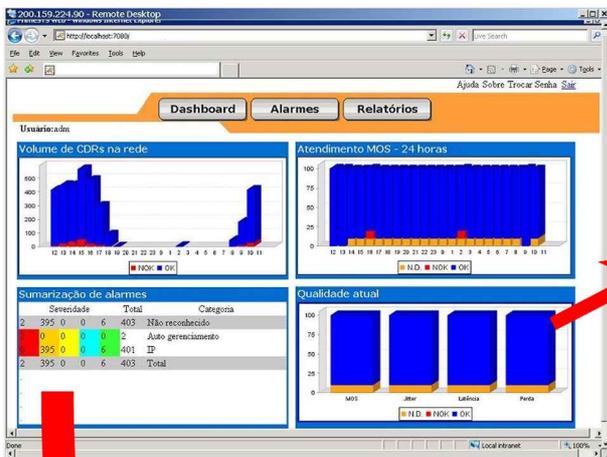


Figura 2 - (a): Visão Geral

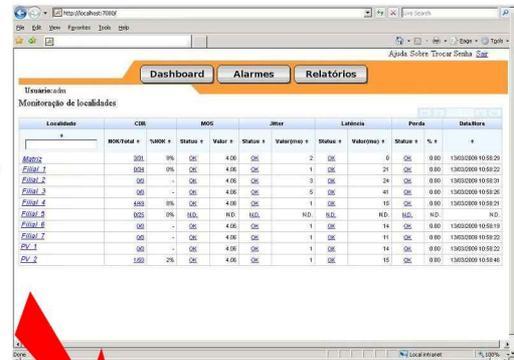


Figura 2 - (b): Detalhamento dos Valores

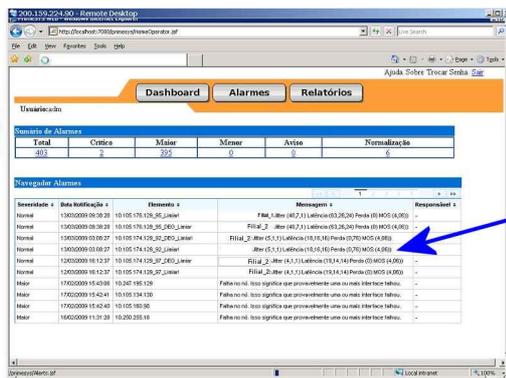


Figura 2 - (d): Alarmes de Rede e Serviços

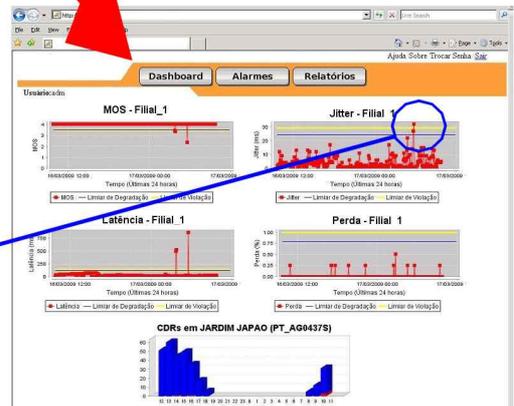


Figura 2 - (c): Detalhamento em formato gráfico

### Figura 2 - Monitoração de Serviço VoIP

#### 3.0 - GERENCIAMENTO DE DESEMPENHO DO SERVIÇO VOIP

O provedor do serviço VoIP necessita obter informações em sua rede para realizar o gerenciamento do serviço. A obtenção das informações é realizada de acordo com as fontes de dados disponíveis na infra-estrutura existente. Considerando esta variação, o provedor do serviço pode utilizar métodos de monitoração ativa e passiva para

acompanhar em tempo real o desempenho da rede, como descritos a seguir:

- Monitoração ativa na rede:
  - Envio de pacotes com características equivalentes (ex. tamanho e classe de serviço) aos de voz;
  - Não estabelecem chamadas reais de voz;
  - Exemplo: Utilização do CISCO IP-SLA (*IP Service Level Agreements (SLAs)*)(8).
- Monitoração passiva na rede:
  - Monitoração de fluxos reais de voz;
  - Precisam ser instalados *probes* em lugares estratégicos na rede;
  - Exemplo: Monitoração do RTCP (*Real Time Transport Control Protocol*).
- Monitoração Passiva no servidor de chamadas:
  - Coleta dados de qualidade do servidor de chamadas. Este por sua vez os obtêm dos *endpoints*, terminais de voz ou *gateways*;
  - Coleta dados de registros de chamadas já terminadas;
  - Exemplo: Coleta de dados no Servidor de Chamadas, CDRs e CMRs (*Call Management Records*) do Cisco Call Manager.(1)

A rede IP pode ser compartilhada por vários serviços, entre eles o serviço VoIP, em razão disto, parâmetros de qualidade de serviço (*Quality of Service - QoS*) tais como latência, jitter e perda de pacotes devem ser monitorados

Como alternativas para medir a qualidade do serviço percebida pelo usuário (*Quality of (User) Experience - QoE*) podem ser adotados os parâmetros MOS e Fator R, os quais são definidos no padrão ITU-T(*International Telecommunications Union – Telecommunications*) Recommendation G.107 (5).

Para coleta dos dados acima, podem ser utilizados o Cisco IP-SLA, Juniper RPM (*Real-time Performance Monitoring*) (10), Servidor de chamadas (CDRs/CMRs e MIBs (*Management Information Base*)) e o protocolo RTCP / RTCP XR (*RTP Control Protocol Extended Reports*)(4).

### 3.1 Monitoração de QoS

#### 3.1.1 Latência

É o tempo de propagação do pacote entre os dois pontos. A latência total entre dois terminais é composto pela soma das várias latências ao longo do percurso que os pacotes de dados seguirem. É constituída por uma parte fixa, como a latência da aplicação de VoIP (incluindo o CODEC – *COmpressor/ DECompressor*) e propagação no meio físico, e por uma parte variável, como espera nas filas do equipamento ativo de rede (ex. Roteadores) e a disputa do meio com outro tráfego.

O efeito da latência é comprometer a interatividade dos participantes. Latências devem ser menores que 150 milissegundos (em uma única direção) conforme a norma G.114 (6) do ITU-T. Para valores superiores a este intervalo de tempo, as vozes dos interlocutores acabam por se sobrepor, até a conversa se tornar impraticável.

#### 3.1.2 Jitter

A variação dos tempos de latência é denominado jitter (ou *delay variation* ou *interpacket delay*). Se um pacote leva 100 ms para chegar ao destino e o pacote imediatamente seguinte leva 125 ms ou 75 ms, o jitter é de 25 ms, diferenciado por ser positivo ou negativo, respectivamente.

Para acomodar estas variações, os terminais de voz e *gateways* incorporam um *jitter buffer*. Este buffer insere um pequeno *delay*, porém acomoda as variações de tempo de chegada na entrada do buffer. Se esta variação for grande, pode haver descarte do pacote no buffer contribuindo para perda de pacotes (*jitter buffer discard*) ou um *delay* adicional.

Valores de jitter menores que 40 milissegundos não comprometem a qualidade do serviço prestado.

#### 3.1.3 Perda de Pacotes

Perda de Pacotes (ou *Packet Loss*) representa a quantidade percentual de pacotes descartados em relação ao total transmitido. As perdas ocorrem na rede, em razão, por exemplo, de políticas de descarte ou nos buffers de

entradas dos equipamentos. Na recepção o algoritmo de decodificação dos CODECs pode implementar um mecanismo de neutralização dos impactos causados pela perda de pacote (*Packet Loss Concealment*).

Considera-se que uma perda de até 1,0 % seja adequada para prestação do serviço VoIP.

### 3.2 Monitoração de QoE

#### 3.2.1 MOS

MOS é a abreviatura de *Mean Opinion Score*. Trata-se de um teste subjetivo de qualidade da voz. É realizado por um grupo de jurados que dão notas de 1 até 5 conforme a qualidade da voz percebida. Obtém-se uma média das notas dadas, onde 5 representa a melhor nota e 1, a pior. Acima do valor 4 considera-se *toll quality*. A especificação dos métodos para determinação do MOS está definida na P.800 do ITU-T (7). A relação entre o valor obtido de MOS e a percepção do usuário é apresentada na Tabela 1.

**Tabela 1 - Valores de MOS e Qualidade**

MOS	Qualidade	Grau de esforço necessário para entendimento da fala
5	Excelente	Nenhum esforço
4	Bom	Nenhum esforço considerável
3	Médio	Esforço moderado
2	Pobre	Esforço considerável
1	Ruim	Não há meio para entender conversa

Em razão dos altos custos para realização destes testes subjetivos, são considerados outros tipo de indicadores calculados de forma automatizada e estes são convertidos para o valor de MOS correspondente.

#### 3.2.2 Fator R

O Fator R (*R Factor*) é resultante do *E-Model* definido na recomendação ITU-T G.107(5), uma ferramenta de predição para qualidade de voz em uma rede de pacotes. O *E-model* é baseado em um algoritmo que leva em conta latência, jitter, perda de pacote e tipo de CODEC.

O fator R tem variação de 0 a 100, onde 0 representa o indicador de pior qualidade e 100, a melhor.

A relação entre o fator R e MOS é mostrada na Tabela 2.

**Tabela 2 - Valores equivalentes de Fator R (E-model) e MOS**

Satisfação do Usuário	R-value	MOS
Muito satisfeito	90	4.34
Satisfeito	80	4.03
Alguns usuários insatisfeitos	70	3.60
Muitos usuários insatisfeitos	60	3.10
Quase todos os usuários insatisfeitos	50	2.58

### 3.3 Alternativas para coleta de dados

#### 3.3.1 CISCO IP-SLA

Os equipamentos roteadores e switches da CISCO incluem em seus sistemas operacionais uma facilidade de monitoração denominada IP-SLA. Esta facilidade pode monitorar serviços/aplicações do tipo, por exemplo, DNS (*Domain Name System*), DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*), FTP (*File Transfer Protocol*), verificar conectividade (*ping*) ou fazer medidas na rede de latência, jitter e perda de pacote.

Quando configurado para suportar o *UDP Jitter*, o IP-SLA mede, a partir de um pacotes UDP (*User Datagram Protocol*), latência, jitter e perda de pacotes. Além disto calcula o MOS associado a qualidade medida.

Trabalha em uma configuração *Agent - Responder*. A responsabilidade do *Agent* é, a partir dos parâmetros configurados pelo usuário (ip destino, porta, tamanho, intervalo entre pacotes, frequência das medidas, etc.),

enviar pacotes para o *Responder*. Este por sua vez, retorna os pacotes à origem. As medidas ficam disponíveis no *Agent* e podem ser obtidas via MIB SNMP (*Simple Network Management Protocol*) proprietária da CISCO (*CISCO-RTTMON-MIB*) (*RTTMON - Round Trip Time Monitoring*).

Alguns recursos do CISCO IP-SLA podem não estar disponíveis nas versões mais antigas do sistema operacional (IOS - *Internetwork Operating System*) dos equipamentos. O teste *UDP Jitter* que disponibiliza informações dos parâmetros de qualidade do serviço está presente a partir do IOS 12.3(14T).

### 3.3.2 Juniper RPM

O fornecedor Juniper tem uma facilidade similar ao IP-SLA, porém incorpora menos possibilidades de medidas que o da Cisco. É denominada Juniper RPM (10) e funciona no modelo *Services router - Remote server* similar ao *Agent – Responder* do Cisco IP-SLA. Os dados podem ser coletados em uma MIB SNMP proprietária da JUNIPER (*JUNIPER-RPM-MIB*).

### 3.3.3 Servidor de Chamadas

Como exemplo de coleta de dados é identificado o servidor de chamadas Cisco Call Manager, o qual disponibiliza as seguintes informações:

- Data/hora, origem, destino, números dos ramais, status, motivo de não completamento (se aplicável) dos CDRs;
- Latência, jitter, perda e MOS dos CMRs;
- Terminais de voz ativos, troncos, gateways, estado operacional do servidor.

### 3.3.4 RTCP / RTCP XR

Para suportar serviços (ex conferência) e transportar dados de qualidade das chamadas fim-a-fim é utilizado o protocolo RTCP definido na norma RFC 3550(3). Com o propósito de suportar dados específicos para qualidade das chamadas de voz, posteriormente foi elaborada a RFC 3611(4), denominada RTCP XR. O RTCP XR, implementado nos *endpoints*, tem a mesma rota do fluxo RTP (*Real Time Protocol*) (2) correspondente.

Como exemplo de informações disponíveis no RTCP XR(4), podemos citar: Densidade de perda de pacotes, fator R, MOS de escuta (listening e conversacional), Densidade de descarte de pacotes em razão do jitter (*Packet Discard Density, due to jitter*), tipo de buffer de jitter, tamanho de buffer de jitter, entre outros.

## 3.4 Fontes Possíveis de Informação

Na Tabela 3 são apresentados os itens a serem monitorados e as possíveis fontes de informação. Vale lembrar que há variações de acordo com o fornecedor da plataforma escolhida (Avaya, Cisco, Nortel, etc.).

**Tabela 3 - Fontes de Dados**

Item	Possível fonte de Informação
Disponibilidade do serviço	Servidor de chamadas
Taxa de utilização das interfaces	Equipamentos (SNMP)
Quantidade de terminais de voz ativos	Servidor de chamadas
Taxa de completamento de chamadas	CDRs do Servidor de chamadas
Principais motivos de não completamento das chamadas	CDRs do Servidor de chamadas
Parâmetros de qualidade da rede tais como: latência, jitter, perda de pacotes	Servidor de chamadas, IP-SLA (Cisco), RPM (Juniper) , RTCP XR
Parâmetros de qualidade da serviço tais como MOS e Fator R	Servidor de chamadas, IP-SLA (Cisco), RTCP XR

### 3.5 Impacto dos parâmetros de desempenho de rede sobre o indicador MOS

Como exemplo da importância dos parâmetros latência, jitter e perda de pacotes no MOS, na Figura 3 são mostrados gráficos com medidas dos parâmetros. É possível verificar que uma degradação na latência afeta o MOS medido, além disto a degradação dos parâmetros jitter e perda faz com que o MOS, cujo valor inicial era o máximo teórico (4,06) caia para valores próximos a 3.

Estes valores foram obtidos via CISCO IP-SLA.

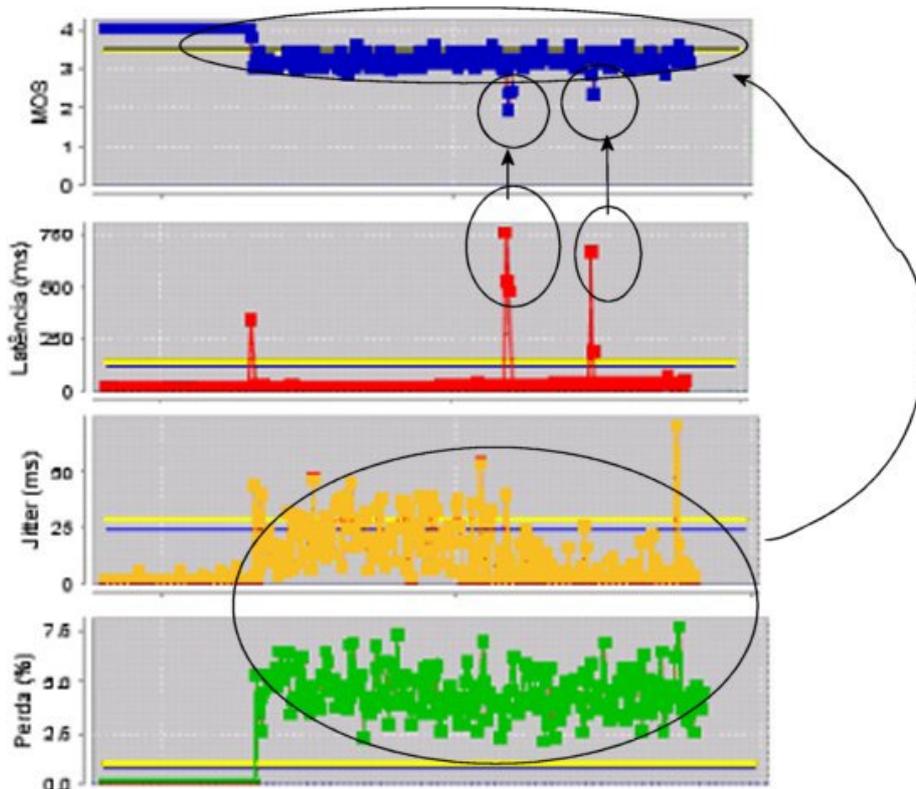


Figura 3 – Impacto de parâmetros de rede no MOS

#### 4.0 - CONCLUSÃO

O provedor de serviço VoIP deve estabelecer processos e ferramentas para gerenciar indicadores de qualidade tais como jitter, latência e perda de pacote, além de um indicador de qualidade do serviço de voz (por exemplo, MOS). Para isto devem ser utilizados recursos do tipo Cisco IP-SLA, Juniper RPM nos roteadores/switches, informações do Servidor de Chamadas (taxa de completamento, motivo de não completamento, qualidade das chamadas fim-a-fim) ou parâmetros obtidos do RTCP ou RTCP XR. Todas as coletas devem ser realizadas em tempo real de forma que a equipe responsável pela manutenção do serviço possa atuar de forma pró-ativa.

O cliente contratante do serviço deve ter acesso às informações de qualidade do serviço de forma *on-line*, bem como a relatórios de qualidade consolidados. As informações devem ser apresentadas de forma detalhada considerando os domínios, por exemplo, de filial, agência, ou localidade.

Este artigo foram destacados pontos importante para avaliação da qualidade do serviço VoIP, tanto na perspectiva do provedor quanto do cliente do serviço a qualidade da prestação do serviço deve ser acordada mediante avaliações de parâmetros de desempenho obtidos na infra-estrutura da rede, além disto ilustrou o impacto de parâmetros de rede sobre a qualidade de serviço de voz.

#### 5.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) **Cisco Unified Communications Architecture Basics**. Disponível em, <[www.cisco.com/en/US/docs/voice\\_ip\\_comm/uc\\_system/UC6.0.1/system\\_description/SDIPC.pdf](http://www.cisco.com/en/US/docs/voice_ip_comm/uc_system/UC6.0.1/system_description/SDIPC.pdf)>. Acessado em: 03/04/2009 09h34min.

(2) Hersent, O., Gurle, D., Petit, J. P. **IP Telephony, Packet-based multimedia communication system**, Addison Wesley, Boston, USA.

- (3) IETF RFC 3550, **RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications**.
- (4) IETF RFC 3611, **RTP Control Protocol Extended Reports (RTCP XR)**.
- (5) ITU-T Recommendation G.107, **The E-model: a computational model for use in transmission planning**.
- (6) ITU-T Recommendation G.114, **One-way transmission time**.
- (7) ITU-T Recommendation P.800, **Methods for Subjective Determination of Transmission Quality**.
- (8) MIKULIC, E. Cisco **IOS IP Service Level Agreements (IP SLAs) Overview**,. Acessado em: <[http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/iosswrel/ps6537/ps6555/ps6602/prod\\_presentation0900aecd8047bab5.pdf](http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/iosswrel/ps6537/ps6555/ps6602/prod_presentation0900aecd8047bab5.pdf)>. Acessado em: 03/04/2009 09h38min.
- (9) Organizations that Established VoIP Industry. Disponível em: <<http://www.vocaltec.com/site/Content/t1.asp?pid=136&sid=5>> Acessado em: 03/04/2009 09h30min.
- (10) **RPM Overview**. Disponível em: <<http://www.juniper.net/techpubs/software/jseries/junos91/jseries-admin-guide/rpm-overview.html>>. Acessado em: 03/04/2009 09h20min.
- (11) The Mitchell Archives: Alexander Graham Bell Receives a Patent for His Telephone Invention!. Disponível em: <<http://mitchellarchives.com/alexander-graham-bell-receives-a-patent-for-his-telephone-invention.htm>>. Acessado em: 03/04/2009 09h17min.

## 6.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

### Jorge Henrique J G Matos

- Nascido em Recife – PE em 16 de março de 1964.
- Graduado em Engenharia Elétrica modalidade Eletrônica na Universidade Federal de Pernambuco – UFPE.
- Atua na área de Gestão de Redes e Serviços de Telecomunicações na Diretoria de Redes de Telecomunicações do CPqD.

### Maria Cláudia Cortez Carneiro

- Nascida em Ribeirão Preto – SP, 18 de fevereiro de 1965.
- Mestrado em Ciência da Computação – Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR, Bacharelado em Ciência da Computação – Universidade de São Paulo - USP São Carlos.Experiência.
- Atua na área de Gestão de Redes e Serviços de Telecomunicações na Diretoria de Redes de Telecomunicações do CPqD.

### Adelino Manuel de Oliveira Cabral

- Nascido em Ourinhos -SP em 04 de junho de 1957.
- Mestrado em Telecomunicações – Universidade de Campinas – Unicamp. Graduado em Engenharia Elétrica – Universidade de São Paulo – USP São Carlos.
- Atua na área de Gestão de Redes e Serviços de Telecomunicações na Diretoria de Redes de Telecomunicações do CPqD.

### Luciano Martins

- Nascido em São José do Rio Preto – SP em 29 de setembro de 1976.
- Mestrado em Ciência da Computação na USP São Carlos. Bacharelado em Ciência da Computação na UNESP São José do Rio Preto.
- Atua nas áreas de tecnologia de redes de telecomunicações, engenharia, gerência e consultoria em redes na Diretoria de Redes de Telecomunicações do CPqD.

### Aristides José Furian Ferreira

- Nascido em Campinas – SP em 2 de janeiro de 1965.
- MBA em Gestão Empresarial ESAMC - Campinas. Licenciatura Plena em Matemática - PUCCAMP Campinas-SP.
- Atua como gerente técnico da área de Gestão de Redes e Serviços de Telecomunicações na Diretoria de Redes de Telecomunicações da Fundação CPqD.