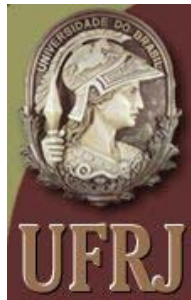


GT-VOIP: Balanço de Atividades



Paulo Aguiar
GT-VOIP/RNP

19/05/2003
4o. WRNP

GT-VOIP

1

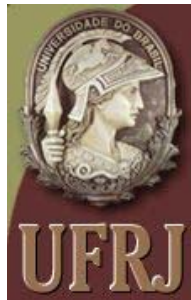
Objetivos do GT-VOIP

- **Piloto VOIP**
 - Implantar um piloto de telefonia sobre IP no backbone da RNP
- **Premissas**
 - Aquisição de gateways VOIP pela RNP para viabilizar a implantação inicial do piloto
 - Laboratório de apoio para testes de configuração, aderência a padrões, facilidades operacionais, performance, etc.
 - Lab VOIP NCE/UFRJ
 - PBX disponíveis: NEC, Ericsson, Philips

Organização do GT-VOIP

- Corpo de Trabalho no Lab VoIP
 - Paulo Aguiar (Coordenador)
 - Cesar Marcondes
 - João Carlos Peixoto
 - Fabio David
 - Estagiários (2), técnico de apoio em telefonia (1)
- Equipes locais de implantação nas instituições
- Trabalho focado no piloto VOIP, com ênfase no compartilhamento de experiências
- Início dos trabalhos: maio/2002

Medições, Plano de Discagem e IVR



Cesar Marcondes
GT-VOIP/RNP

19/05/2003
4o. WRNP

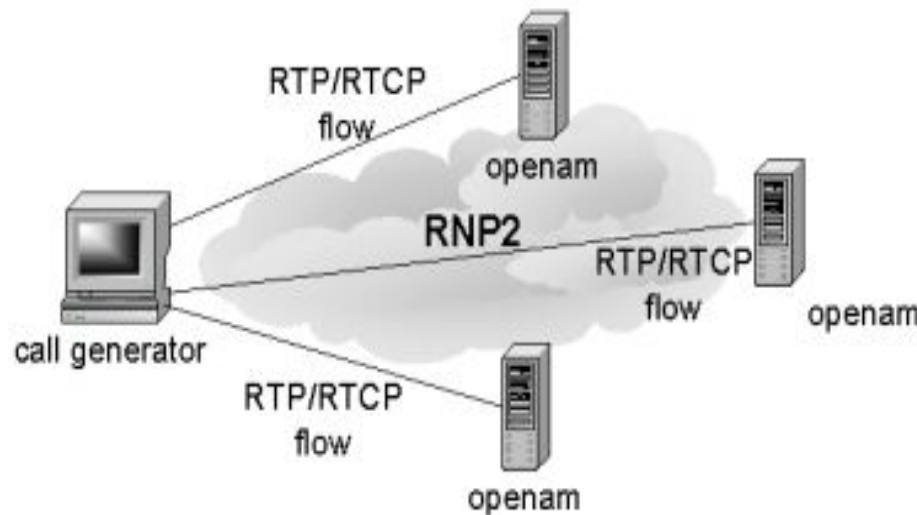
GT-VOIP

4

Medições de QoS de VOIP na RNP2

- O objetivo deste ambiente é prover uma infra-estrutura capaz de obter métricas detalhadas de QoS para VOIP
 - Permitir comparação de desempenho do backbone sob diferentes políticas de QoS e validação de modelos de VOIP para operação adaptativa em tempo real no futuro.
- Princípio
 - Realizar ligações VOIP simuladas entre pontos e mapear a qualidade de serviço que será “sentida” pelos usuários.
- Foi desenvolvido um ambiente experimental de geração e recepção de tráfego de telefonia IP, coletando e armazenando os dados do comportamento dos fluxos multimídia enviados via protocolo RTCP e medidas instantâneas.

Arquitetura Utilizada



- Participação nos Testes dos PoPs: SC, PR, DF, MG, CE, AM e NOC-RJ;
- Ligações realizadas com diferentes codificadores de áudio (G.711, GSM, G.723.1) durante 3 min;
- Gravação do arquivo de áudio no trecho mais congestionado;
- Integração com medidas MRTG (RNP)

Detalhes do Sistema

- Desenvolvido com base no software Open Answer Machine, o software passou a realizar ligações também
- Modificações no software para melhoria das medidas
 - RTCP a cada 1 seg
 - Jitter Instantâneo (sem o filtro do RTCP)
 - Análise pacote a pacote RTP
 - Histórico do comportamento do buffer de compensação de jitter ao final
- Armazenamento de todos os arquivos de áudio “degradados” pela rede
- Script verificando a rota dos pacotes no começo e fim da ligação, e integração com MRTG para identificar gargalos nos pontos intermediários
- Ambiente de visualização desenvolvido para analisar as medidas em diferentes granularidades
 - Agregação das Medidas por Dia com Valores Máx., Min., Média e Desvio Padrão
 - Possibilidade de Realizar zoom em uma medida específica
- Página de Pesquisa para Procurar Ligações Discrepantes

Exemplos de Medidas Coletadas

```
0:12.284 RTP Jitter:864de88 RTP Receive statistics:  
packets=396 octets=95040 lost=0 jitterInstant=0 jitter=10  
0:12.311 RTP Jitter:864de88 RTP Receive statistics:  
packets=397 octets=95280 lost=0 jitterInstant=24 jitter=9  
0:12.353 RTP Jitter:864de88 RTP Receive statistics:  
packets=398 octets=95520 lost=0 jitterInstant=120 jitter=10
```

Medidas Instantâneas

```
0:12.374 RTP Jitter:864de88 RTP OnRxSenderReport: ssrc=1803467860  
ntp=2002/10/24-10:12:59.610288 rtp=95520 psent=398 osent=95520  
0:12.374 RTP Jitter:864de88 RTP OnRxSenderReport RR: ssrc=2232852623  
fraction=0 lost=0 last_seq=0 jitter=39 lsr=0.000 dlsr=0.000  
0:12.374 RTPJitter:864de88 OnSourceDescription: ssrc=1803467860 item[0]:  
type=CNAME data="voip@server3.pop-df.rnp.br" item[1]: type=TOOL  
data="OpenAM"
```

Medidas Médias (RTCP)

```
146.164.247.193---- 1 146.164.247.193 0.325 ms  
146.164.8.193---- 2 146.164.8.193 1.632 ms  
200.20.94.58---- 3 200.20.94.58 2.343 ms  
200.143.254.22---- 4 200.143.254.22 1.942 ms  
200.143.254.137----(Vazão em bits - Entrada) 10382171 6697466  
7117723 (Vazão em bits - Saída) 23904966 15202608 22127953 |  
(Vazão em pacotes - Entrada) 3749 2331 3096 (Vazão em Pacotes  
- Saída) 4979 3415 4441 | (Delay - Entrada) 66 37 37 (Delay -  
Saída) 100 0 0 | - 5 200.143.254.137 39.598 ms  
200.19.119.123---- 6 200.19.119.123 53.111 ms
```

Traceroute e MRTG

```
2:33.760 H323 Cleaner Jitter buffer analysis:  
Input samples: 1000 Output samples: 1000  
Dir RTPTIME InDiff OutDiff InMode OutMode InDepth OutDep  
I/O 240 240 240 PreBuf Late 0 0  
Out 240 0 0 Empty 0  
I/O 480 240 240 PreBuf PreBuf 0 1  
Out 480 0 0 PreBuf 2  
Out 480 0 0 PreBuf 3  
Out 480 0 0 PreBuf 3  
I/O 720 240 240 PreBuf 1 3  
I/O 960 240 240 PreBuf 2 3  
I/O 1200 240 240 PreBuf 3 3  
I/O 1440 240 240 3 3  
I/O 1680 240 240 2 2
```

Buffer de Compensação de Jitter

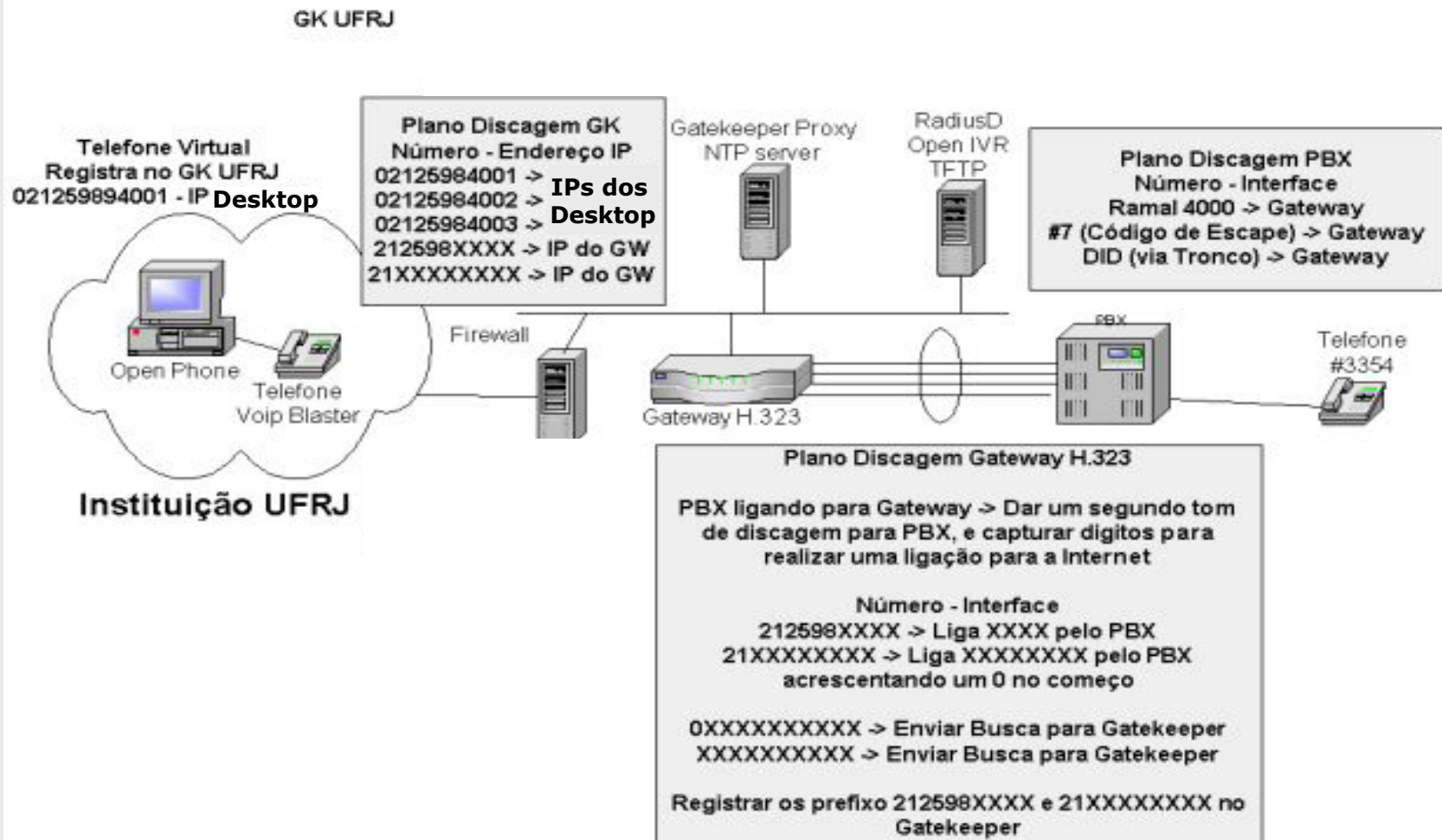
Resultados

- <http://www.voip.nce.ufrj.br>
 - Seção GT-VOIP/RNP
 - Medidas Realizadas

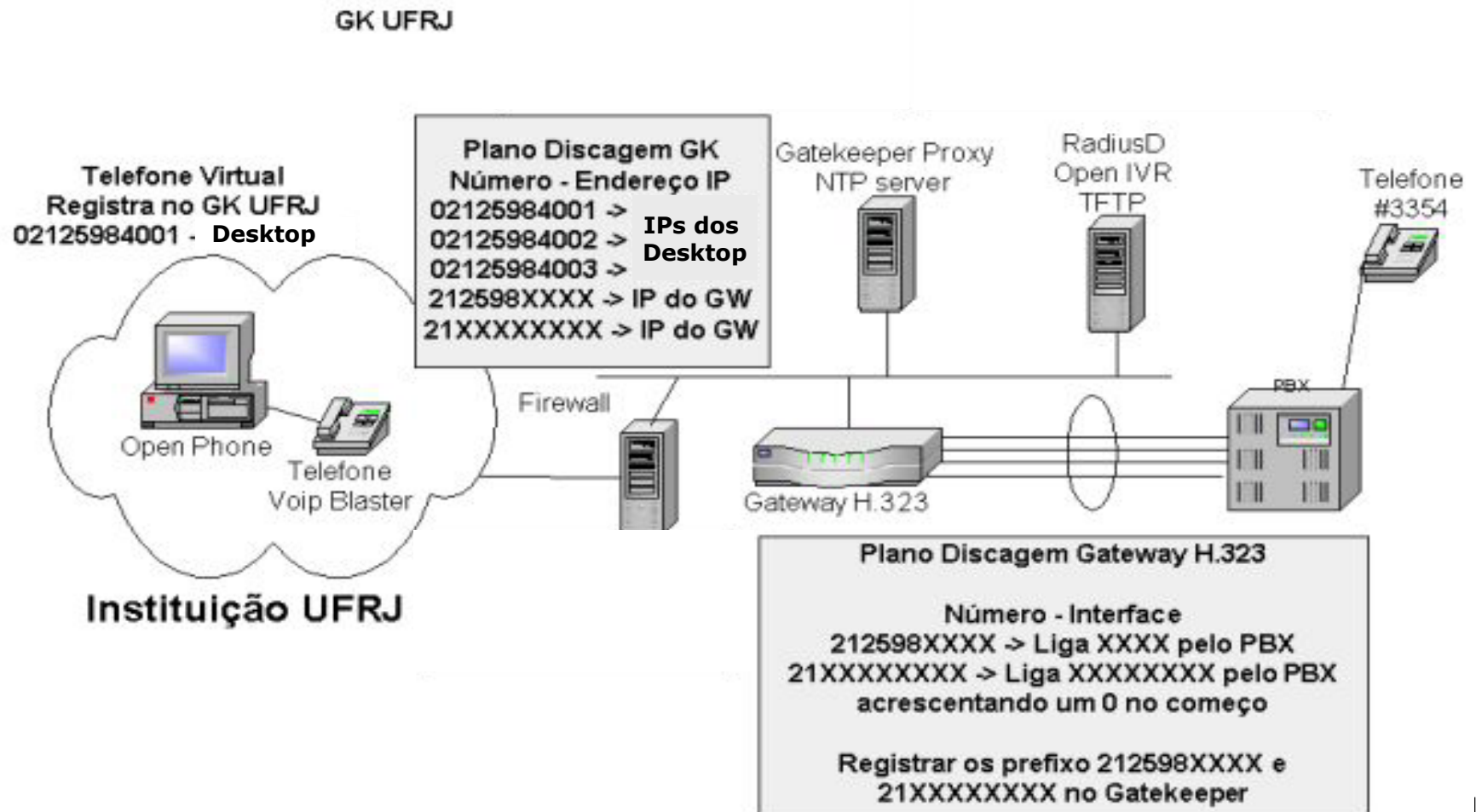
Plano de Discagem

- Um plano de discagem ou plano de numeração descreve os aspectos de endereçamento e roteamento na rede de telefonia.
- O plano identifica números telefônicos que estão associados a regiões e a maneira como é feito o roteamento, através de prefixos, por exemplo.
- A implantação do plano de discagem depende dos equipamentos envolvidos (gateways, gatekeepers, PBX)
- A proposta preliminar do Plano de Discagem GT-VOIP é baseada em H.323, seguindo linha do WG-VoIP da Internet2.
- Outras possíveis soluções (como ENUM e Videnet) estão sendo avaliadas e podem ser implementadas, se for necessário, sem dificuldades.

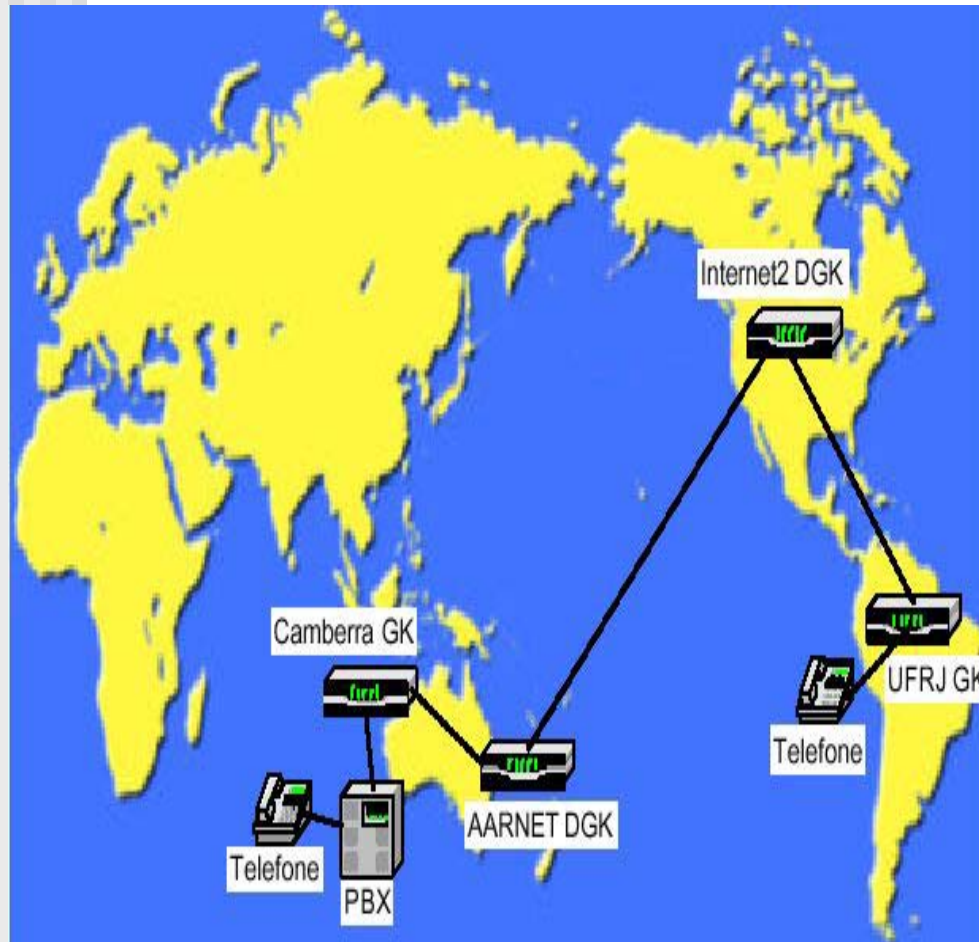
Cenário – PBX/PBX



Cenário – Internet/PBX



Peering com Internet2



- De acordo com o Plano de Numeração, discando 00+ número internacional
- É preciso configurar um Gatekeeper como DGK (Directory Gatekeeper) para redirecionar os LRQs para o **Gatekeeper Internet2**
- Novos testes foram realizados com WG-VoIP I2

Propostas ENUM e ViDeNet

- ENUM
 - É independente de protocolo de sinalização
- Como funciona?
 - Discando para +1-202-555-1234, onde o + é fully e.164 number.
 - Deixar somente os dígitos, inverter a ordem. Colocar pontos para separar cada dígito
 - O domínio e164.arpa é adicionado no final.
 - Ex:
4.3.2.1.5.5.5.2.0.2.1.e164.arpa
 - Pesquisa o DNS por este domínio e obtém registros NAPTR associando serviços a este número
- VideNet (Videoconference)
- Formato Proposto pela VideNet: SZZZ9G9EEEEEE
 - S = escape
 - Ex: Jeff Pulver (Pulver CEO) está tentando padronizar um código internacional para a Internet 87810.
 - ZZZ = identificador da sub-rede (base 9)
 - G = identificador do Gatekeeper (base 9)
 - EEEEE = ramal virtual

Gatekeeper GnuGk

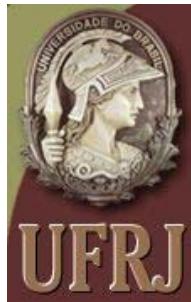
- Opção mais flexível de Gatekeeper de código aberto
- Pode trabalhar no modo GK-Routed
- Possibilidade de atuar como Directory Gatekeeper
- Realiza manipulações com os números discados
- Suporta usuários que estejam usando NAT
- Possibilidade de controlar o acesso ao serviço via endereço IP, H.235, LDAP
- Bloqueia chamadas para certos números discados como celulares locais
- A cada chamada gera um bilhete CDR
- Tem uma mecanismo de controle simples e eficiente, podendo desconectar usuários

<http://www.gnugk.org>

Interactive Voice Response

- Auxilia a implantação de serviço VoIP nas instituições, com suporte a segurança e reprogramação mínima do PBX
 - Conceito:
 - Servindo como ponte entre as pessoas e bancos de dados ou serviços, IVRs conectam os usuários do PBX com a informação que eles precisam.
 - Normalmente requer que o usuário disque DTMFs para efetivar o serviço
 - Idéia:
 - “Bem-vindo ao sistema de Voz sobre IP da UFRJ, por favor entre com seu código de acesso e senha”
 - Após o usuário ter entrado corretamente com código de acesso e senha, dá um segundo tom de discagem
 - O usuário neste instante pode fazer uma ligação usando o Plano de Numeração H.323 da rede VOIP da RNP

Avaliação de Gateways, Segurança e Gerenciamento

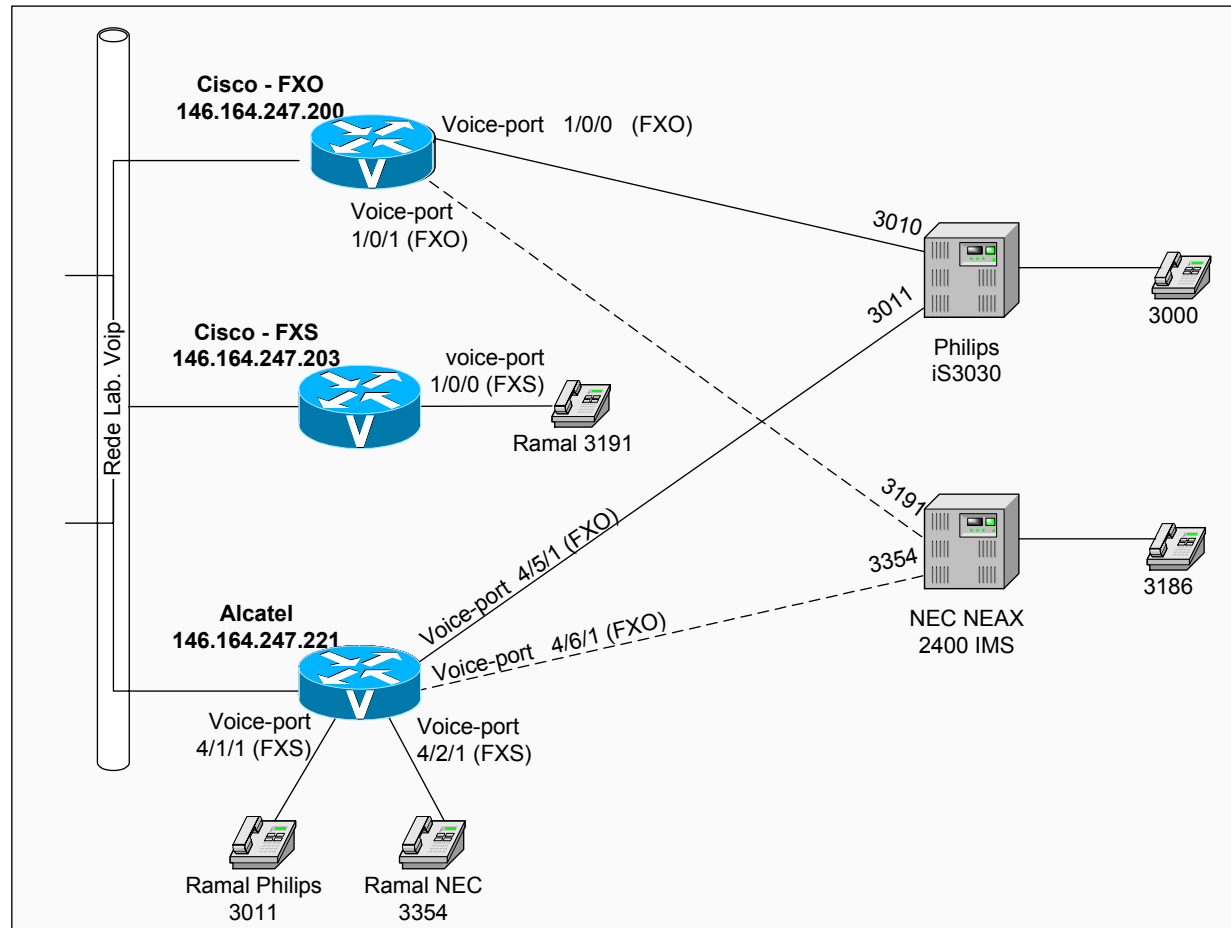


João Carlos Peixoto
GT-VOIP/RNP

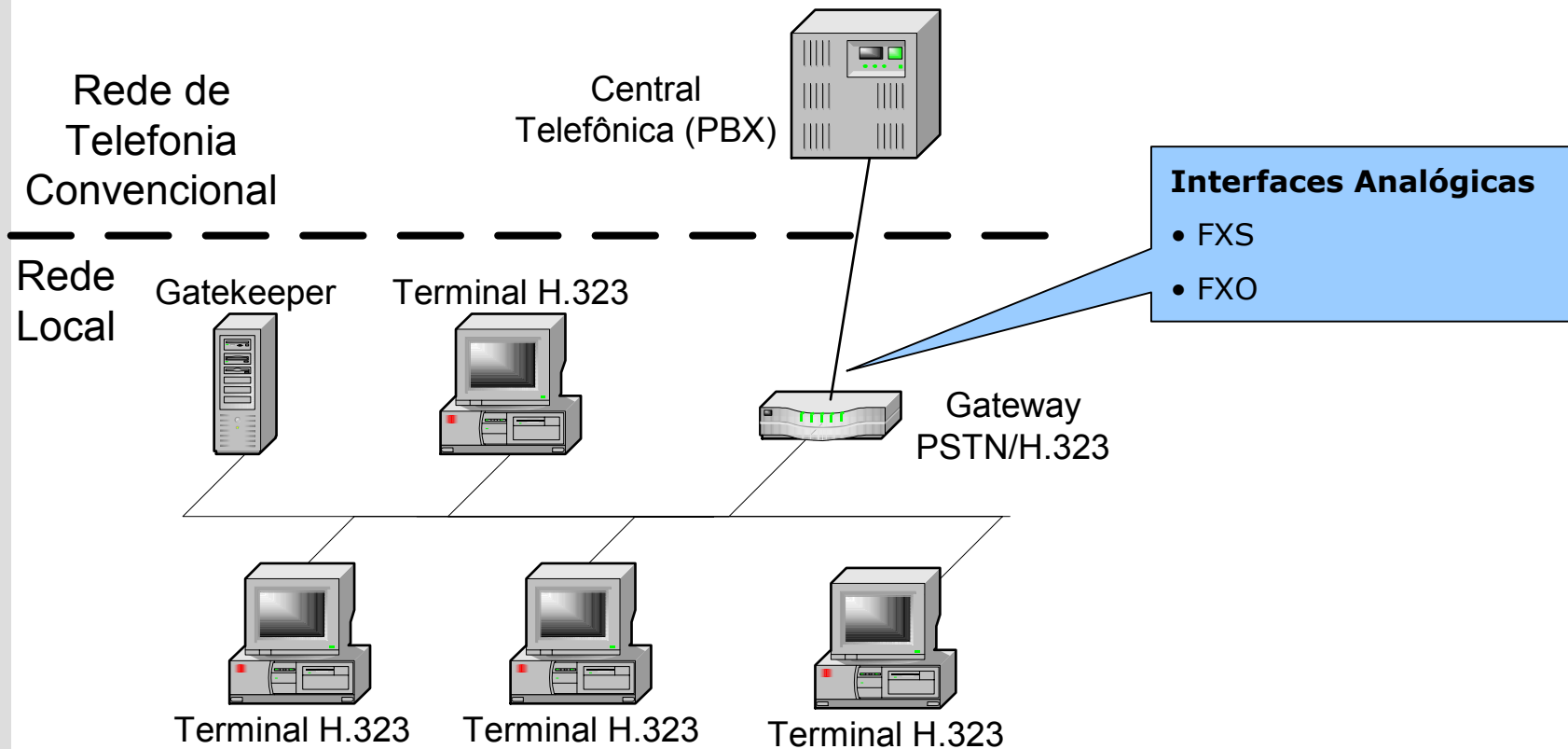
Avaliação de Gateways

- Testar interoperabilidade com:
 - Centrais telefônicas
 - Gateways de diferentes fabricantes
- Definir características necessárias para a compra de equipamentos
- Criar roteiros de referência para a configuração dos equipamentos

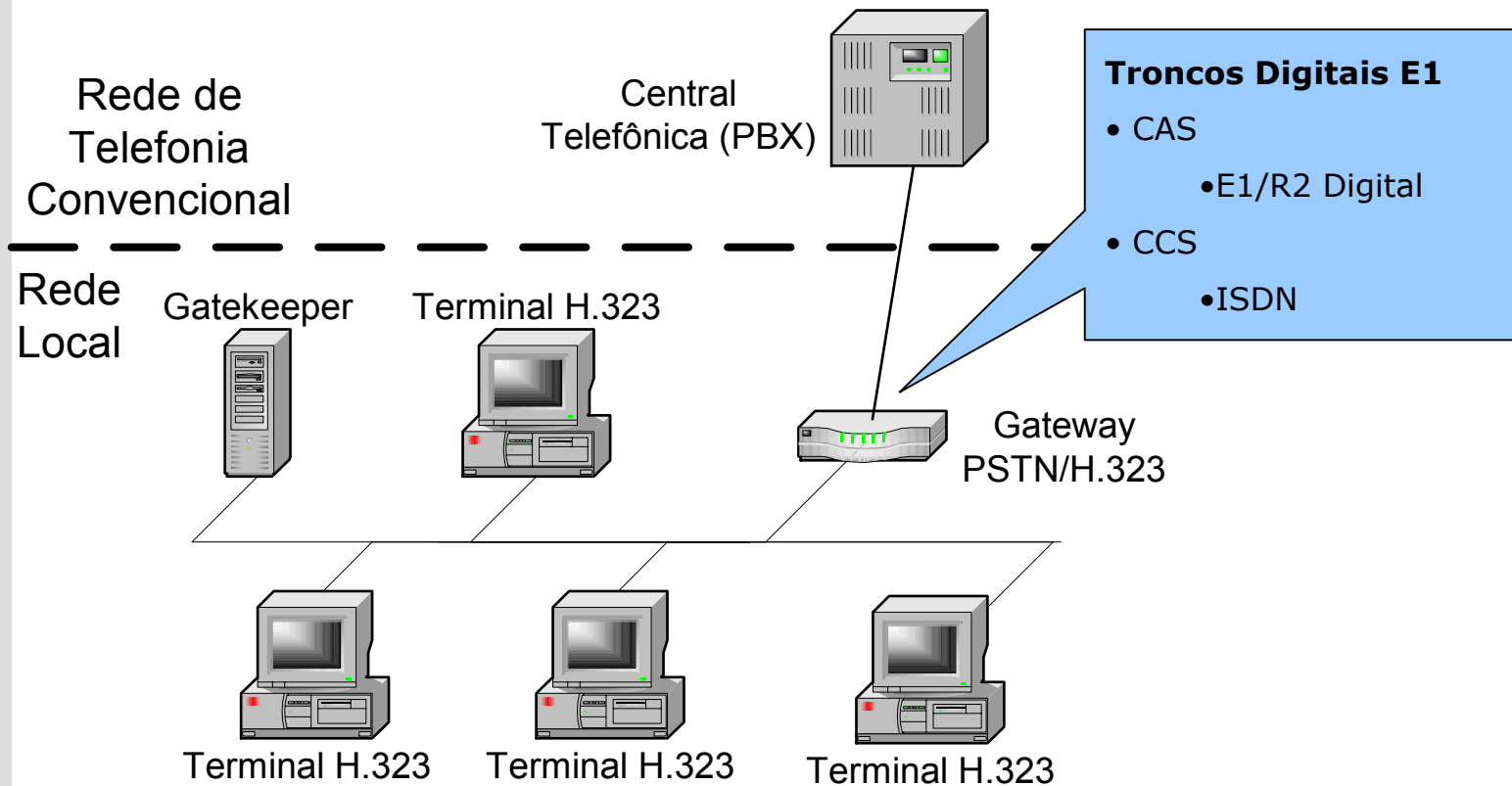
Topologia dos testes



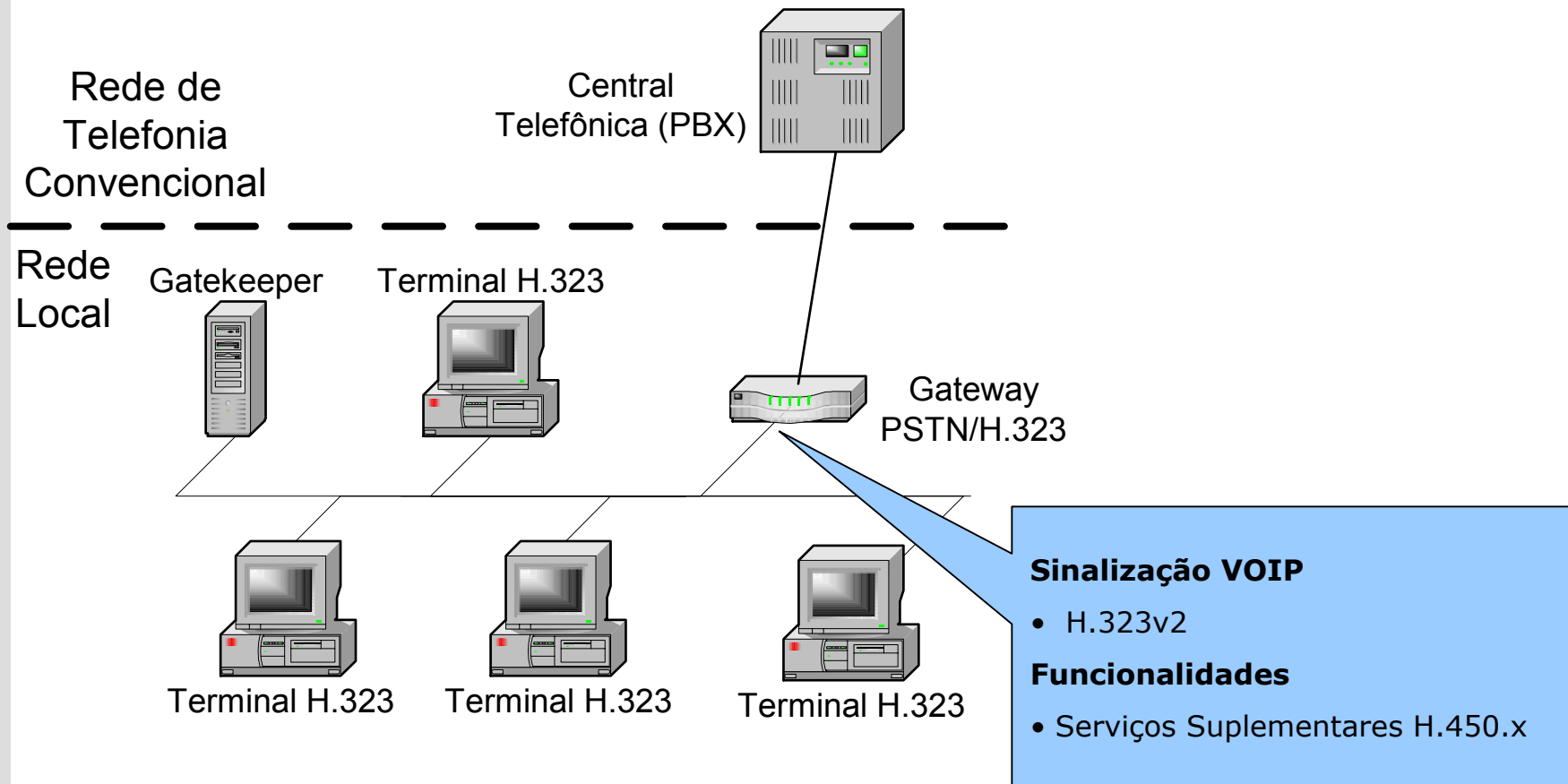
Interoperabilidade



Interoperabilidade



Interoperabilidade



Segurança

- Segurança – Recomendação ITU-T H.235
 - Autenticação
 - Registro no Gatekeeper
 - Autenticação por usuário – integração com SQL/LDAP
 - Integridade
 - Privacidade

Convivência Firewall/NAT

■ Características VOIP

- Utilização de várias fluxos
- Portas dinâmicas (UDP e TCP)
- IP e portas utilizadas são indicadas na sinalização

■ Problemas

- Firewalls
- NATs

■ Soluções

- Application Layer Gateways (ALGs)
- Proxies / Gatekeepers
- VPN
- IETF Midcom Working Group

Contabilização das Chamadas

- SNMP (MIBs)
 - IETF – RFC 2128
 - MIBs privadas
 - Recomendação ITU-T H.341
- Radius
 - Atributos definidos pelo IETF (RFC 2865)
 - Atributos específicos dos fabricantes (VSAs)

Facilidades do Radius

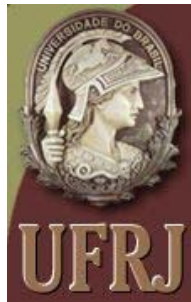
- Contabilização das chamadas
 - Número de ligações
 - Tempo de conexão
 - Tráfego (bytes e pacotes)
- Identificação de perfil de tráfego
- Levantamento da matriz de tráfego
- Qualidade das chamadas (Cisco VSA)
 - Early packets
 - Late packets
 - Delay
 - Round-Trip Time
 - Lost packets

Equipamentos Testados

- Gateways
 - Alcatel OmniAccess OA-512
 - Cisco 2600 / 4224
- Centrais Telefônicas
 - Ericsson MD110
 - NEC NEAX 2400
 - Philips Sopho iS3030



Recomendações QoS



Fabio David
GT-VOIP/RNP

QoS para VoIP

■ Parâmetros

- Perda de Pacotes
- Atraso
 - Componentes Fixos
 - *Packetization Delay*
 - *Serialization Delay*
 - *Propagation Delay*
- Variação de atraso
- Largura de banda

➤ Requisitos

- Máximo de 1%
- Entre 150-200 ms

- Jitter médio 30 ms
- 21-106 kbps por conexão estabelecida

Consumo de Banda

Codec	Taxa de Amostragem (ms)	Payload de voice (bytes)	Pacotes por segundo	Largura de banda consumida
G.711	20	160	50	80 kbps
G.711	30	240	33	74 kbps
G.729A	20	20	50	24 kbps
G.729A	30	30	33	19 kbps

Consumo de Banda

Codec	802.1Q	PPP	MLP	Frame-Relay	ATM
G.711 / 50 pps	93 kbps	84 kbps	86 kbps	84 kbps	106 kbps
G.711 / 33 pps	83 kbps	77 kbps	78 kbps	77 kbps	84 kbps
G.729A / 50 pps	37 kbps	28 kbps	30 kbps	28 kbps	43 kbps
G.729A / 33 pps	27 kbps	21 kbps	22 kbps	21 kbps	28 kbps

Arquitetura

- DiffServ
 - Classificação dos pacotes
 - Marcação
 - *Policing / Shaping*
 - Filas
 - Mecanismos de descarte

Classificação dos Pacotes



- RFCs 2597 e 2598
 - *Expedited Forwarding* (EF ou DSCP 46)
 - Encaminhamento com mais alta prioridade e sem descarte.
 - baixo atraso e baixa perda.
 - Mais adequada para tráfego de voz.
 - *Assured Forwarding* (AFxy)
 - Encaminhamento com alta probabilidade.
 - Quatro sub-classes (correspondentes ao IP Precedence)
 - Três níveis de preferência de descarte dentro de cada sub-classe
 - *Best Effort* (BE ou DSCP 0)
 - Pacotes são encaminhados sem garantias.

DSCP

<i>Tipo de Tráfego</i>	<i>DSCP PHB</i>	<i>DSCP Decimal</i>	<i>IP Precedence</i>	<i>MPLS EV</i>
Voice	EF	46	5	5
Vídeo	AF41	34	4	4
Voice-Control	AF31	26	3	3
Dados (GOLD)				
Aplicação 1	AF21	18	2	2
Aplicação 2	AF22	20	2	2
Aplicação 3	AF23	22	2	2
Dados (SILVER)				
Aplicação 1	AF11	10	1	1
Aplicação 2	AF12	12	1	1
Aplicação 3	AF13	14	1	1
Best-Effort	BE	0	0	0
Less-than-best-effort				
Aplicação 1	-	2	0	0
Aplicação 2	-	4	0	0
Aplicação 3	-	6	0	0

QoS em roteadores Cisco



- LLQ + CBWFQ
- LFI
- WRED
- cRTP

Link Fragmentation and Interleaving

- Tempo de serialização do pacote (T_s)
 $T_s = \text{tamanho do pacote} / \text{velocidade do link}$
- Adota-se o valor de 10 ms como sendo o tempo máximo tolerável para a serialização de um pacote.

Tempo de Serialização

Velocidade do link	Delay (ms)					
	64 Bytes	128 Bytes	256 Bytes	512 Bytes	1024 Bytes	1500 Bytes
56 kbps	9	18	36	72	144	214
64 kbps	8	16	32	64	128	187
128 kbps	4	8	16	32	64	93
256 kbps	2	4	8	16	32	46
512 kbps	1	2	4	8	16	23
768 kbps	0,640	1.28	2,56	5,12	10,4	15

LFI

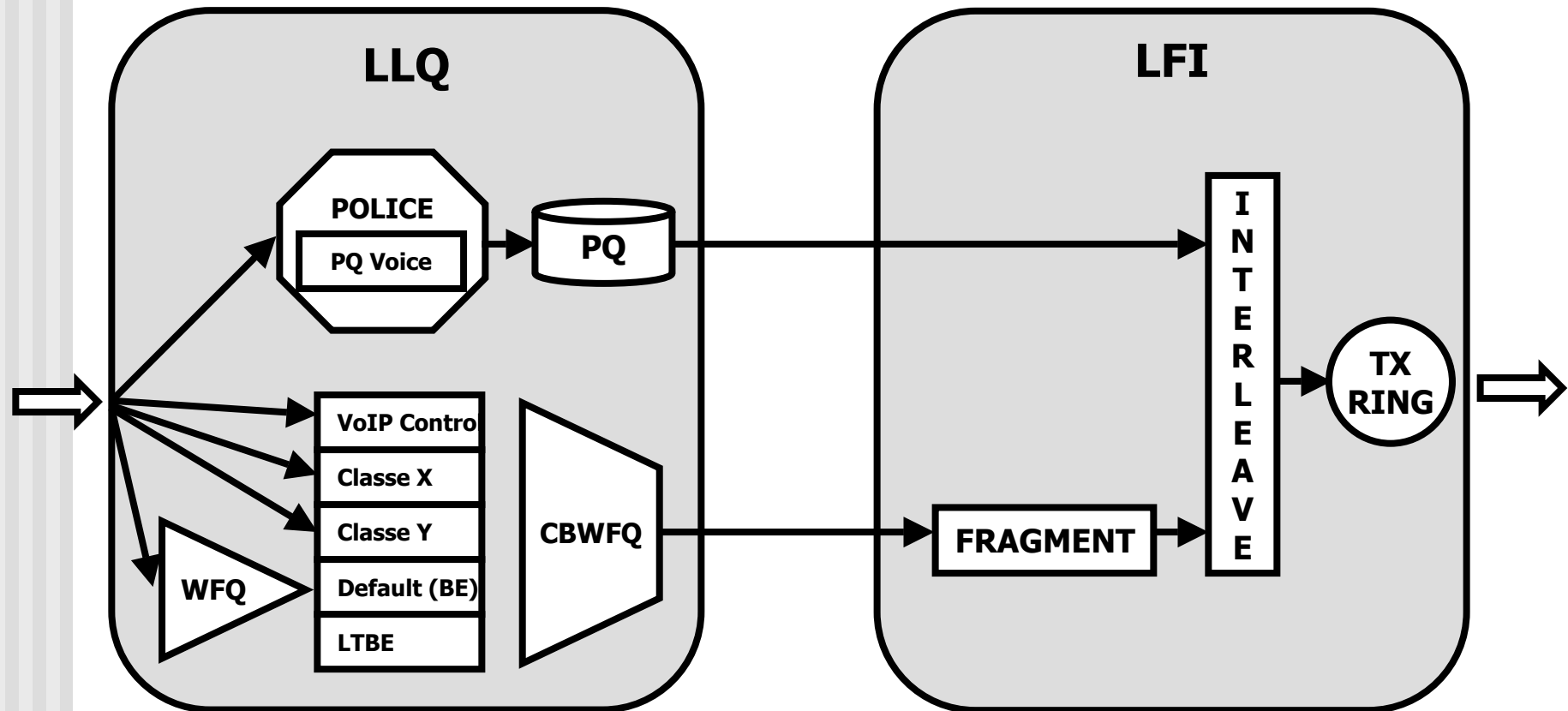
- *Cálculo do tamanho do fragmento = (atraso-máximo-tolerado * Velocidade-do-link-em-kbps) / 8*
- Para 10 ms como atraso máximo:

Velocidade (kbps)	Tamanho de Fragmento Recomendado (bytes)
56	70
64	80
128	160
256	320
512	640
768	960

TX-Ring

- *Buffer* de transmissão
- Localizado imediatamente antes da interface física
- FIFO
- Armazena os pacotes que estão prontos para serem enviados
- Valores muito grandes para o TX-Ring podem acarretar aumento do atraso e jitter
- Não permite interleaving

QoS em roteadores Cisco

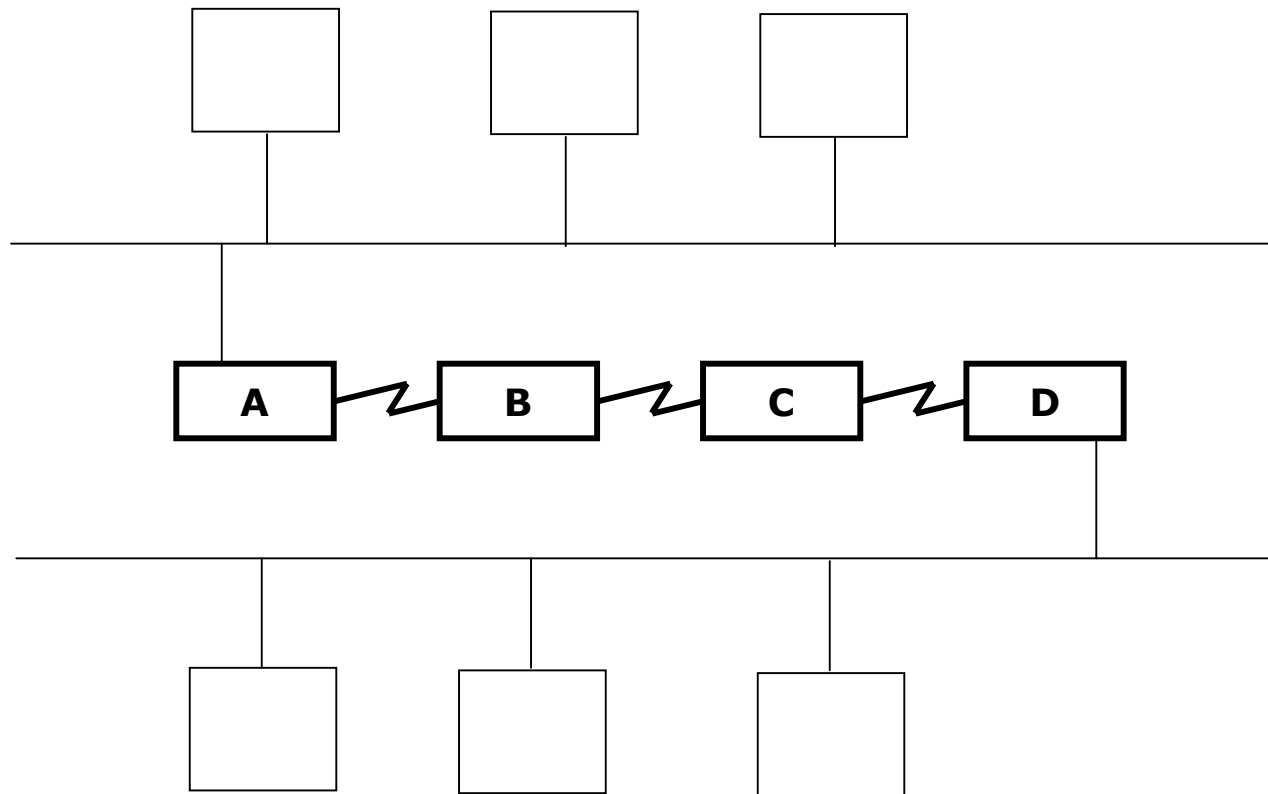


Recomendações QoS para VoIP



- Classificar os pacotes de voz o mais próximo possível da origem
- Tratamento EF do diffserv para voz.
- Configurar LLQ para voz em todo os roteadores, sem RED.
 - Não exceder 33% da capacidade total do link
 - Sugestão: 17% voz + 16% video
- LFI configurado para links em velocidade inferior a 768 kbps
- Ajustar tamanho do TX-Ring em todos os roteadores
- Utilizar cRTP com critério

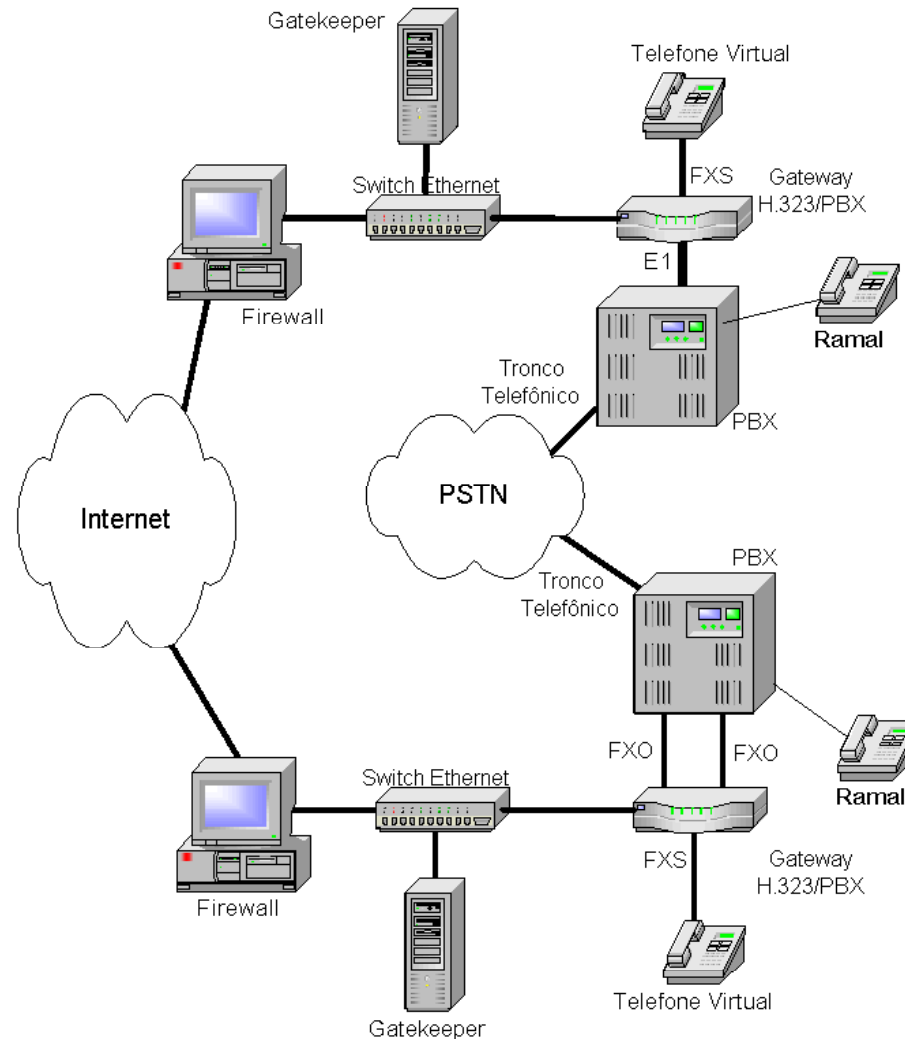
Ambiente de testes e simulação



Problemas encontrados...

- Incompatibilidade
 - Versão IOS
 - Hardware
- Estudo de Impacto
- Resultados inesperados

Arquitetura Básica



Documentos Oficiais

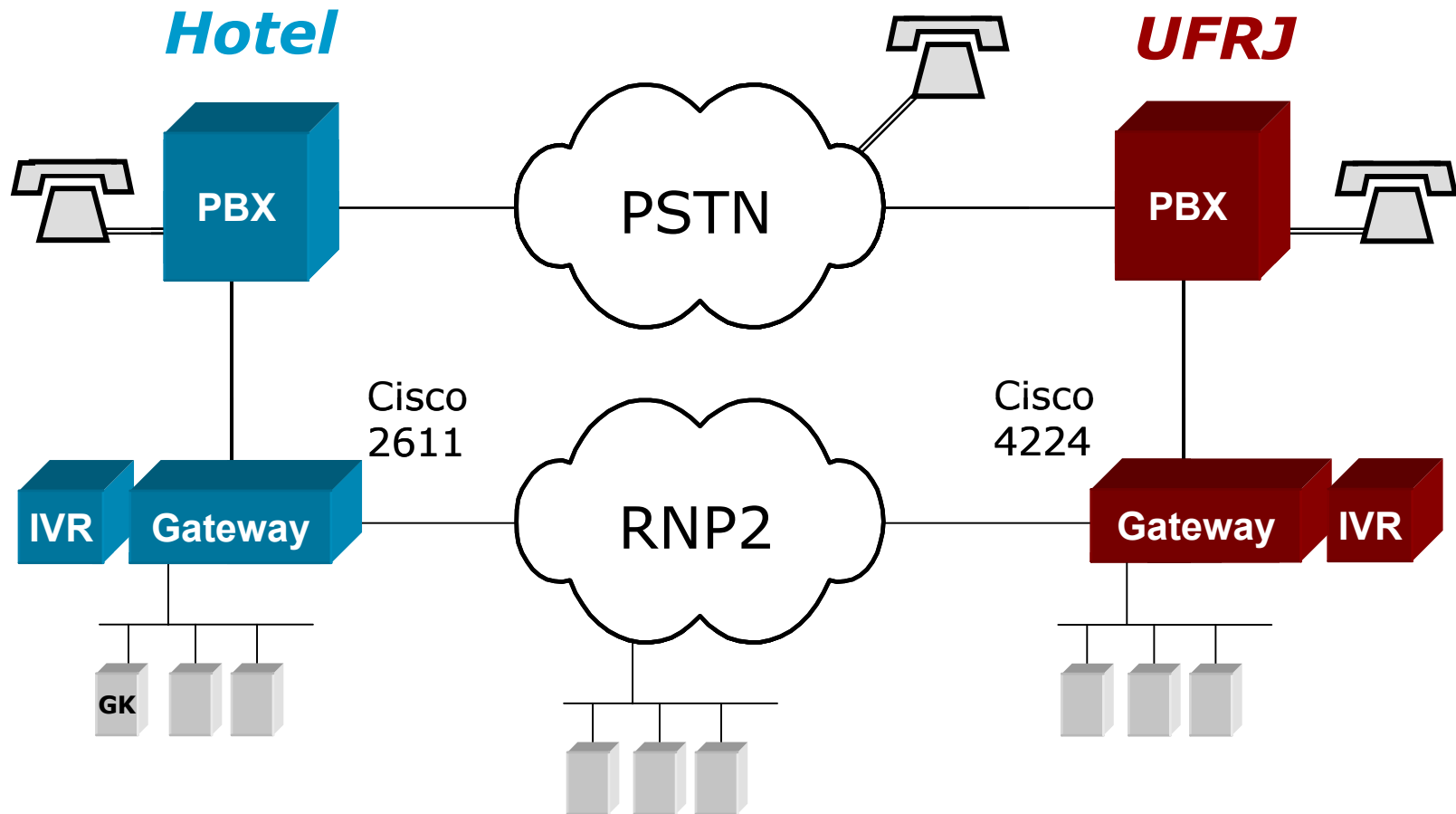
- **Documento de Diagnósticos e Alternativas**
 - **GT-VOIP Relatório P2.1 (set/02)**
- **O Piloto VOIP**
 - **GT-VOIP Relatório P.3.1 (dez/02)**
- **Plano de Implantação do Piloto**
 - **GT-VOIP Relatório P3.2 (dez/02)**

Principais Resultados Já Alcançados



- Desenvolvimento de ambiente para medição detalhada de métricas de qualidade para VOIP e sua visualização
- Definição de um plano de discagem para o Piloto VOIP
- Desenvolvimento de ambiente para coleta de estatística de ligações VOIP, através da integração de dados e logs em gateways, gatekeepers e PBXs
- Recomendação de implantação de QoS para VOIP
- Criação do site www.voip.nce.ufrj.br, com inclusão de toda a produção do GT-VOIP, além de amplo material de referência e divulgação
- Experimento pré-Piloto: WRNP/SBRC 2003

VOIP no evento



Ligando do Rio para Hotel



- Telefone local no Rio disca:
 - 2598-3000 para acessar IVR no gateway da UFRJ
- Após entrada do IVR, disca:
 - 84-202-2XXX, onde XXX é o ramal do quarto (este esquema foi montado para exemplificar a flexibilidade de discagem direta a ramal)

Ligando do Hotel para Ramal Virtual



- Ramal virtual
 - Número de registro no gatekeeper de um cliente H.323, previamente cadastrado
 - Netmeeting (win), Openphone (win), Ohphone (unix)
- Discar um dos ramais conectados ao gateway no hotel:
 - 784, 783, 782, 781
- Após entrada do IVR, disca:
 - 0, seguido do número do ramal virtual

Ligando do Hotel para o Rio

- Discar um dos ramais conectados ao gateway no hotel:
 - 784, 783, 782, 781
- Após entrada do IVR, disca:
 - 21, seguido de número local do Rio



Cronograma

Atividades	janeiro				fevereiro				março					abril					maio			
	semanas 1 a 4				semanas 5 a 8				semanas 9 a 13					semanas 14 a 18					semanas 19 a 22			
	06 10	13 17	20 24	27 31	03 07	10 14	17 21	24 28	06 07	10 14	17 21	24 28	31	01 04	07 11	14 17	22 25	28 30	02	05 09	12 16	19 23
1 Seleção de participantes																						
2 Testes no backbone RNP2																						
3 Recomendação de QoS																						
4 Teste: Interoperabilidade																						
5 Plano de Numeração																						
6 Treinamento PBX Philips																						
7 Especificação de gateways																						
7.1 Compra de Gateways																						
8 Instalação dos Gateways																						
9 Reprogramação de PBXs																						
10 Monitoração: Chamadas																						
11 QoS na RNP2																						
12 Autenticação e segurança																						
13 Operação com Firewalls																						

Outros Subprodutos

- Treinamento em VOIP (workshop interno da RNP)
- Relatórios técnicos

Relatórios Técnicos

- Interoperabilidade entre gateways VOIP e PBXs
 - Testes com interfaces analógicas FXS/FXO
 - Solução e teste de FXO disconnect
 - Testes e configuração de interfaces digitais E1
- Avaliação de funcionalidades de gateway
 - Segurança, gerenciamento, codecs, contabilidade de chamadas, IVR, etc.
- Especificação de compra de gateway VOIP
- Proposta de numeração para o Piloto GT-VOIP
- Cenário de uso para o serviço VOIP na UFRJ
- Recomendação de QoS para VOIP
- Outros
 - Avaliações específicas de ambientes de fabricantes

Evolução

- Inclusão de novos pontos em medidas de QoS
 - PoP-RJ, PoP-BA
- Sistema de visualização de múltiplas chamadas
 - Usando um ou vários codecs (ainda não finalizado)
- Configuração dos testes ativos sob demanda via website
- Estudo da correlação entre as variáveis de interesse (perda, atraso, jitter) e a qualidade percebida pelo usuário
 - Determinação de QoS em tempo real, usando o modelo E-model (ITU-T) para VOIP
 - Comparação entre os arquivos de áudio tocado e gravado
- Evolução para ambiente de medições passivas
 - Usando um software de captura de pacotes, interpretando os fluxos VoIP, coletando estatísticas detalhadas e simulando o buffer de compensação de jitter

Próximas Etapas

- Implantação e operacionalização de VOIP na RNP
 - Estruturação de modelo de operação e gerenciamento do serviço VOIP
 - Implantação dos gateways adquiridos e de gatekeepers nos participantes
 - Treinamento das equipes das instituições
 - Suporte à inclusão de novas instituições no Piloto com gateways próprios
- Consolidação de esquema para operação segura
- Suporte a para clientes SIP e H.323 para expansão futura do serviço

Próximas Etapas

- P&D
 - IVR externo
 - Monitor de qualidade fina para VOIP
 - Integração com LDAP para AAA
 - Autenticação, Autorização e Tarifação (authentication, authorization, accounting)
 - Consolidação de interoperação com WG-VOIP da Internet2
- Intercâmbio com entidades/empresas
 - Fórum de discussão técnica sobre VOIP
 - Política VOIP para País