

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ – UTFPR**

**DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA**

**PRÓ-REITORIA DE PÓS GRADUAÇÃO**

**CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM  
SOFTWARE LIVRE APLICADO À TELEMÁTICA**

**NELMAR JOSÉ ALVARENGA**

***ANÁLISE DA CORRELAÇÃO DE INDICADORES DE  
CONFIGURAÇÃO, DESEMPENHO E FALHAS NA  
GESTÃO DA QUALIDADE DE  
REDES E SERVIÇOS DE TELECOMUNICAÇÕES,  
UTILIZANDO CONCEITOS E METODOLOGIAS LIVRES***

**MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO**

**CURITIBA – PR  
2012**

NELMAR JOSÉ ALVARENGA

**ANÁLISE DA CORRELAÇÃO DE INDICADORES DE  
CONFIGURAÇÃO, DESEMPENHO E FALHAS NA  
GESTÃO DA QUALIDADE DE  
REDES E SERVIÇOS DE TELECOMUNICAÇÕES,  
UTILIZANDO CONCEITOS E METODOLOGIAS LIVRES**

Monografia de Conclusão de Curso de Pós  
Graduação da UTFPR, apresentada como pré-  
requisito parcial para obtenção do grau de  
**Especialista em Software Livre aplicado à  
Telemática**, do Departamento Acadêmico de  
Eletrônica da Universidade Tecnológica  
Federal do Paraná.

Orientadores:

Prof. MSc. **Lincoln Herbert Teixeira**

**CURITIBA – PR  
2012**

## AGRADECIMENTOS

Dedica-se este trabalho em agradecimento pela dedicação, atenção e eficiência na transferência de conhecimentos e experiências profissionais, recebidos de todos os Professores deste Curso de Pós Graduação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR.

Não se deve deixar de agradecer, também, aos competentes profissionais da Empresa onde tenho oportunidade de atuar atualmente, pois com eles tenho elevado minha experiência profissional e pessoal. Agradecer aos meus companheiros de Curso de Pós Graduação, com os quais aprendi, durante a realização de atividades teóricas e práticas. Eles, sob a condução dos Professores de cada área de conhecimento, compartilharam, de forma ética, suas experiências e visões profissionais.

Agradecimentos sinceros à família querida, pelo incentivo, apoio, compreensão, valorização do esforço e por permitir dedicar-se o tempo necessário para se concluir este Curso, seus trabalhos, projetos e esta Monografia.

Aos profissionais de alto compromisso e seriedade com a qualidade e pontualidade da entrega de suas atividades. Graças à dedicação de todos, a experiência, a pró-atividade, e capacidade de aprender e ensinar, realizam atividades como Consultores em muitas das definições técnicas e estratégicas das áreas de Engenharia, Implantação, Configuração, Operação e Manutenção. etc.

Muitos deles também foram responsáveis por planejar, desenvolver e implantar inúmeras metodologias ETL (*Extraction, Transformation, Load*): automação de processos de coleta, armazenamento, tratamento (*parsing*), contabilização (*billing*), geração de alarmes e relatórios dinâmicos, possibilitando-se a disponibilização e a apresentação de indicadores de Desempenho de Redes e Serviços, às diversas áreas das Empresas. Trabalham de forma integrada, realizam correlação de eventos, servem de base de informações para áreas além da Engenharia e Operações. Desenvolvidos e/ou adaptados internamente, permanecem em produção até hoje, continuam recebendo aprimoramentos e funcionalidades, visando a monitoração e o acompanhamento dos indicadores.

À Empresa na qual atuo profissionalmente, e a seus gestores, agradeço por me permitirem conhecer e evoluir o trabalho que inicialmente foi desenvolvido e mantido por Equipes internas, por promoverem ações de multiplicação e transferência do conhecimento técnico operacional, da documentação dos sub-sistemas componentes de cada solução e de cada integração, capacitando assim, mais profissionais durante o aperfeiçoamento destas soluções. Usuários internos utilizam periodicamente estas informações, para validarem o atendimento a indicadores de SLA, realizarem atividades de “*Capacity Planning*” (Planejamento de Capacidade), emissão de relatórios gerenciais e planos de ação para a manutenção e/ou adequação dos Indicadores de Qualidade das Redes e seus Serviços.

São informações essenciais ao dia a dia das áreas de Engenharia, Qualidade e Processos, Operação, Supervisão de Redes, utilizadas como base para análises de

Indicadores, gerando ações de melhoria contínua – tais como a ampliação e/ou a adequação da infra-estrutura física e lógica da Rede, ou ainda no controle da Ocupação, Disponibilidade de Portas e Banda nos Circuitos e Equipamentos do Backbone de Serviços, de modo a assegurar que os Indicadores de Desempenho forneçam a Qualidade necessária para a entrega dos que estão definidos nos Contratos de Nível de Serviços (ANS, ou SLAs).

Vivemos um momento ímpar do Mercado de Trabalho de TI (Tecnologia da Informação) no País. Há mais vagas do que profissionais aptos para conduzir os projetos de expansão de infra-estruturas de Redes e Serviços, Aplicações e Planos de Negócios. Há casos onde a mão de obra, o talento e a experiência está sendo buscada fora do País. Por isso mesmo, devemos enaltecer e valorizar todas as iniciativas formadoras de profissionais capacitados para o Mercado e para os Projetos dos Governos Municipais, Estaduais e Federais.

Propostas de Especialização equivalentes a este que a UTFPR conduziu, precisam se multiplicar pelo País. A UTFPR nos proporcionou conviver e aprender com professores doutores de alto nível, à valores acessíveis para nós, alunos; horários, cargas horárias, e localização adequados. Desejo que iniciativas como estas tornem-se cada vez mais acessíveis e disponíveis a estudantes, empresas e profissionais brasileiros.

Gostaria de registrar meu reconhecimento e agradecimento (na forma de breve menção dos nomes e das áreas de estudo que cada um) aos Professores que nos conduziram e nos orientaram durante esse Curso de Especialização. Mas, espero que todos recebam de forma justa, os méritos de terem criado e formado a 1ª Turma do Curso de Especialização em Software Livre aplicado à Telemária (CESOL). Espero ainda que, de modo algum, o esforço e o valor da dedicação, seja diminuída pela ordem que utilizo para reconhecer (e, por que não dizer, homenagear), cada um dos nossos Professores:

- - **Prof Dr Kleber Nabas**, profundo conhecedor de Redes e Serviços de Telecomunicações, experiente consultor e orientador de alunos e empresas. De suas aulas fui recuperando e compondo esta monografia, reunindo os conceitos de muitos indicadores configuração, desempenho e falhas. Dos conhecimentos transmitidos e revistos de tantos protocolos, dos meios de transmissão, topologias de redes, técnicas de configuração, roteamento, contingenciamento e aperfeiçoamento da qualidade e da segurança de Redes – transmitindo-nos tudo com simpatia, didática, harmonia e energia;
- - **Prof Dr Paulo José Abatti**, que aproximou-nos das Metodologias de elaboração de documentações técnicas, da classificação do grau de importância entre a riqueza de detalhes e concreta transmissão e registro das informações. Foi aplicando seus ensinamentos que esta Monografia foi elaborada. Transmitindo-nos não somente orientações e recomendações sobre a aplicação das normas e padrões reconhecidos pela ABNT para a elaboração de Monografias e Documentação Acadêmica, mas também transferindo-nos recomendações e orientações de como pode-se dar continuidade aos nossos estudos acadêmicos de forma complementar à nossa capacitação profissional;
- - **Prof Christian Carlos Souza Mendes**, que nos apresentou amplo e qualificado volume de informações. Além de muitos conceitos sobre tecnologias de comunicação Wi-Fi, tópicos sobre Datacenters foram estudados tanto em sala de aula quanto em visitas técnicas à Empresas prestadoras de Serviços de

Datacenter. Conduziu ricos momentos de reflexão e análise, ao abordar desde conceitos e normas nacionais e internacionais que “classificam” um Datacenter, quanto exemplos práticos de operação e manutenção de Datacenters. Promoveu o Estudo conjunto das especificações de infra-estruturas, equipamentos, capacitação técnica para operação e manutenção, procedimentos de contingência e “*backup site*”, análises de tendências tecnológicas e de Mercado, etc;

- - **Prof Vagner Gonçalves Leitão**, com quem teve-se a oportunidade de adquirir e aplicar conceitos de gerenciamento de Redes;
- - **Prof Fellipe Veiga**, que conduziu 2 módulos do Curso, transmitindo conceitos de Sistemas Operacionais Livres (ambientes UNIX/Linux);
- - **Prof Andre Luis**, que acrescentou ao nosso Curso de Especialização, considerável número de informações sobre o quão ricos são os ambientes de interpretação de comandos, a programação e automatização de tarefas através de linguagens interpretadas e *shell scripts*;
- - **Prof Oeslei Taborda Ribas**, profundo conhecedor e experiente profissional na área, enriqueceu nosso Curso com exemplos práticos de utilização de técnicas e conceitos de Segurança da Informação;
- - **Prof Lincoln Herbert**, que nos apresentou e orientou em procedimentos de configuração e operação de servidores de Diretórios (LDAP e Samba) e de Monitoração e Análise de Protocolos (NTP).

A cada um deles, deve-se registrar a gratidão, e o sincero desejo que obtenham sucesso e reconhecimento pelo Trabalho que todos desempenham dentro da UTFPR, bem como nos ambientes de trabalho onde cada um atua.

*“O que prevemos raramente ocorre;  
o que menos esperamos,  
geralmente acontece.”*

(Benjamin Disraeli)

## RESUMO

Alvarenga, Nelmar J. Análise da correlação de indicadores de configuração, desempenho e falhas na gestão da qualidade das redes e werviços de telecomunicações, utilizando conceitos e metodologias livres. 2012. 45 f. Monografia (1º Curso de Especialização em Software Livre Aplicado a Telemática) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2012.

O propósito desta monografia é avaliar e enumerar os principais Indicadores de Configuração, Desempenho e Falhas, suas correlações, visando atingir índices adequados de Qualidade das Redes e dos Serviços contratados e/ou prestados. Das diversas formas e possibilidades de análise e definição de um plano de gerenciamento destes Indicadores, a referência buscada para direcionar este estudo, foi o *eTOM* (Framework aberto do TMF – *Telecommunication Management Forum*, detalhado mais adiante nesta monografia).

Naturalmente, sempre são realizados os maiores esforços, por parte de todas as áreas de uma Empresa, para se obter ou entregar “Qualidade”, de forma cada vez melhor, porém com custos cada vez, menores. Mas, em se tratando de Redes e Serviços de Telecomunicações:

- até quanto é possível obter e garantir que os Indicadores de Qualidade necessários para sustentar o Plano de Negócios de uma determinada Empresa ?
- será possível “assegurá-los” apenas estabelecendo um Contrato de Prestação de Serviço ?
- até quanto o custo desta Qualidade ainda a torna viável técnica e financeiramente (tanto na oferta quanto na contratação de Serviços) ?
- porquê o simples assinar de um Acordo de Nível de Serviço (ANS, ou SLA) não garante plena entrega da Qualidade adquirida ?
- monitorar a Qualidade das Redes e Serviços (prestados ou contratados) através de seus próprios mecanismos e indicadores, ou confiar cegamente nos relatórios periódicos enviados por Prestadores de Serviço, Operadoras, e Departamentos de TI ?

Apesar da complexidade de todas estas variáveis, esta monografia apresentará um resumo considerável dos principais indicadores de Qualidade de Redes e Serviços, e a proposição de alguns métodos e ferramentas para monitorá-los, utilizando sistemas e aplicações baseados em Software Livre.

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
BCC	<i>Business Contact Center</i> (Centro de Contato De Clientes Corporativos)
Cap Plan	<i>Capacity Planning</i> (Planejamento de Capacidade)
CPE	<i>Customer Premises Equipment</i> (Equipamento utilizado pelos Clientes)
e-TOM	<i>Enhanced Telecom Operations Map</i> (Mapa avançado de Operações de Telecomunicações)
ETL	<i>Extraction, Transformation, Load</i> (Extração, transformação e armazenamento de informações)
FISTEL	Fundo de Fiscalização das Telecomunicações
FUST	Fundo de Universalização dos Serviços de Telecomunicações
IPSLA	<i>IP Service Level Agreement</i>
Jitter	Taxa de Variação de um Indicador
MPLS	Multiprotocol Label Switching
MOS	<i>Mean Opinion Score</i>
MTBF	Mean Time Between Failures (Tempo Médio entre Falhas)
MTTR	Mean Time to Repair (Tempo médio para reparar uma Falha)
NOC	<i>Network Operation Center</i> CGR – Centro de Gerenciamento de Redes
Pkt Loss	Perda de Pacotes de comunicação em uma Rede
QoE	<i>Quality of Experience</i> (Qualidade da Experiência)
QoS	<i>Quality of Services</i> (Qualidade do Serviço)
ROI	Return of Investments (Retorno dos Investimentos)
RTT	<i>Round Trip Time</i>
SLA	<i>Service Level Agreement</i> (Acordo de Nível de Serviço – ANS)
SNMP	<i>Simple Network Management Protocol</i>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Resultado gráfico do comando “mtr” .....	24
Figura 2 - Resultado em modo texto do comando “mtr” .....	25
Figura 3 - Parâmetros e periodicidade de medida de indicadores de Latência, Perda de Pacotes e Jitter.....	28
Figura 4 - Diagrama de troca de mensagem de comunicação, única e exclusivamente realizada por CPEs do fabricante CISCO, onde o recurso de IPSLA esteja corretamente configurados.	31
Figura 5 - Diagrama apresenta todas as possibilidade de medição nos diversos tipos de comunicação, única e exclusivamente aplicável em redes estabelecidas com o uso de CPEs do fabricante CISCO, onde o recurso de IPSLA esteja corretamente configurados.....	31

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. INDICADORES DE QUALIDADE.....	12
3. CENÁRIO DE REFERÊNCIA PARA ANÁLISE DA GESTÃO DE INDICADORES.....	15
➤ 3.1 TOPOLOGIA DE REDE DE REFERÊNCIA:.....	15
➤ 3.2 INDICADORES DE QUALIDADE UTILIZADOS PARA ANÁLISE DA GESTÃO DE INDICADORES:.....	15
4. METODOLOGIA DE GESTÃO DE INDICADORES.....	16
➤ 4.1 METODOLOGIA DE GESTÃO DE INDICADORES – MECANISMOS DE COLETA.....	20
➤ 4.2 METODOLOGIA DE GESTÃO DE INDICADORES – MECANISMOS DE ARMAZENAMENTO.....	21
➤ 4.3 METODOLOGIA OPCIONAL.....	25
5. ANÁLISE DE RESULTADOS.....	28
6. CONCLUSÃO.....	30
REFERÊNCIAS.....	31

## 1. INTRODUÇÃO

O conceito de Monitoração de Indicadores de Qualidade entre um Fornecedor de Serviços, e um de seus Clientes ou Usuários deste(s) Serviço(s), deixou de ser uma “inovação”, e de ser oferecido como um “diferencial” frente à concorrência, para se tornar item obrigatório em novas vendas, negociações e renegociações contratuais.

Sejam estes indicadores estabelecidos através de um Contrato de Prestação de Serviços, de um Acordo de Nível de Serviço, ou ainda, definido por uma Regulamentação do Serviço prestado (por um órgão regulador, ou um órgão fiscalizador, como é a ANATEL – Agência Nacional de Telecomunicações, no caso do Brasil), ou sejam ainda internos, ou prestados à Clientes externos, estabelecê-los adequadamente, de forma mensurável, praticável, e sendo possível entregá-los e comprová-los, passou a ser vital para as atividades técnicas e econômicas de Contratantes e Contratados.

À disposição no mercado atualmente, há diversos sistemas, softwares ou aplicativos indicados para a implantação e o acompanhamento de Indicadores de Qualidade. Alguns, inovadores, outros, atingiram um grau de sofisticação e evolução, após diversas versões já lançadas, anos de permanência e adoção no Mercado.

Porém, identifica-se que sistemas que apresentem alto custo e longos períodos de implantação e adoção, tendem a ser opção somente para companhias com presença global, que atuam em segmentos onde o retorno do investimento (ROI) justifica manter a política de direcionar parcelas de seus lucros em investimentos na área de Tecnologia. Na maioria dos casos, e face à crescente onda de aquisições e fusões de empresas no Mercado, nem sempre uma solução “pronta” atende a todos os requisitos e tempos de implantação requeridos pelas Unidades de Negócio da Empresa.

Não somente pelos custos envolvidos, pela qualidade e pelo suporte que se pode contratar, nem pelo tempo requerido para tornar um sistema de gestão da Qualidade de Indicadores, operacional, há diversos casos de empresas líderes, que

têm obtido sucesso na utilização de Software Livre para realizar funções que vão muito além da monitoração de indicadores de Serviços ...

Empresas como o Google, Facebook, IBM, são exemplos de casos de sucesso na utilização de sistemas de código fonte aberto em suas Operações ou mesmo em seus sistemas principais. Como na lei de evolução natural das espécies -- definida por Darwin, também no âmbito dos sistemas de Tecnologia da Informação, “não será o mais forte, mas o mais flexível, o mais adaptável, que irá sobreviver e se manter pelas futuras gerações”. Hoje, nem sempre preço é sinônimo de qualidade, garantia de suporte, longevidade, ampla adoção, reconhecimento do Mercado.

Por outro lado, empresas estão surgindo e se posicionando no Mercado, se preparando e obtendo reconhecidas Certificações para assumir a terceirização e o fornecimento dos serviços de desenvolvimento, adequação, acompanhamento e validação de inúmeros tipos de indicadores de Qualidade – e que se preparam cada dia mais para atuarem além dos Serviços de Tecnologia da Informação e de Telecomunicações de uma Empresa. Se preparam para se tornarem capazes de monitorar e vender informações estratégicas, relatórios obtidos da complexa análise da correlação de indicadores financeiros, de publicidade, de marketing, de vendas, de perfis de consumo, etc. Vê-se, portanto, uma migração das “antigas” formas de venda de “pacotes de software”, para modelos de Negócios onde as ferramentas (o softwares, os sistemas, os aplicativos, e até mesmo o hardware) são entregues gratuitamente, e, a partir da sua adoção, serviços de suporte, adaptação, integração, pequenos e rápidos desenvolvimentos são comercializados e passam a ser fonte de renda e sustentação de empresas outrora “fornecedoras de versões de software”. A entrega de Serviços está cada vez mais relevante do que a entrega do próprio software.

Visando apresentar diferenciais competitivos, há empresas que estão trabalhando para que os indicadores oferecidos por suas plataformas, disponibilizem diversos graus de especialização ou generalização que satisfaçam o maior nº de empresas e segmentos de Mercado. O constante processo de mapeamento, integração e oferta (na forma de novas releases e versões), a custos de aquisição e/ou contratação que estejam ao alcance do volume de negócios estabelecidos tanto por uma micro e pequena Empresa, quanto uma Empresa com Negócios globais. São

exemplos atuais de empresas que se valem destas estratégias: Oracle, IBM, BMC, Microsoft, Cisco, etc. Ou elas já são detentoras de sistemas de gestão de indicadores de Negócios – ou estão adquirindo empresas que já os tenham desenvolvido, para entregar ofertas de Serviços a seus Clientes.

Esta monografia analisa, avalia e propõem o emprego de ferramentas de Software Livre, de Código Fonte Aberto, na realização de funções de Gerenciamento de Indicadores, de forma flexível e escalável, objetivando agilizar a implantação dos processos de coleta, armazenamento, correlação e apresentação de Indicadores de Configuração, Desempenho e Falhas, na gestão da Qualidade de Redes e Serviços de Telecomunicações.

Em virtude do amplo cenário de processos e indicadores demandados pelas áreas de Telemática (Telecomunicações e Informática), para prover Serviços com qualidade comprovada, esta Monografia dará maior ênfase no emprego de aplicações estáveis, que estejam disponíveis para download na web, e que seu uso esteja autorizado em ambientes comerciais, sem restrições, sem que haja necessidade de aquisição de licenças ou a contratação de Serviços de Suporte.

## **2. INDICADORES DE QUALIDADE**

Todos os processos de gestão de indicadores, estabelecidos ou cuja implantação esteja sendo planejada, requer adequada atenção de seus gestores, para que seu estabelecimento ocorra de forma evolutiva, com o maior nível de automação e confiabilidade possível, com o menor risco de perda da informação obtida e armazenada, para que um histórico mínimo permita visualizar o “grau de maturidade” tanto dos processos de obtenção das informações quanto do comportamento dos indicadores.

Processos cujo estabelecimento, acompanhamento e utilização dos resultados, sejam instáveis e/ou pouco valorizados internamente, tendem a ser “esquecidos” pelas Equipes envolvidas.

Já processos cuja visibilidade aumentam o valor da Empresa no Mercado, o reconhecimento da Qualidade dos Serviços pelos Clientes, a competitividade dos Produtos e Serviços frente àqueles oferecidos de forma equivalente pelas Empresas concorrentes, requerem ser amplamente divulgados e seguramente estabelecidos, para que possam ser utilizados como forma de comprovação da entrega dos Serviços, da contínua atividade das equipes envolvidas, na manutenção ou aprimoramento dos índices de qualidade que a Empresa consegue entregar.

Por mais que possam representar em custos para uma Empresa Prestadora de Serviços de Telecomunicações no Brasil, por mais que sua administração seja complexa “no dia a dia” da Operação e Manutenção dos Serviços Prestados, há uma considerável quantidade de indicadores cujo envio periódico para a ANATEL, se tornaram (ou se tornarão) obrigatórios. Precisam ser entregues (conforme um calendário previamente estabelecido e publicamente divulgado) à ANATEL - Agência Nacional de Telecomunicações.

Pelo art. 22 da Lei nº 9.472 (Lei Geral de Telecomunicações - LGT), de 16 de julho de 1997, e art. 35 do Regulamento da Agência Nacional de Telecomunicações, aprovado pelo Decreto nº 2.338, de 7 de outubro de 1997:

- ficou estabelecido que “os serviços de telecomunicações são organizados com base no princípio da livre, ampla e justa competição entre todas as prestadoras, devendo o poder público atuar para propiciá-la, bem como para corrigir os efeitos da competição imperfeita e reprimir as infrações da ordem econômica”;
- foi atribuído à Agência “a competência de adotar as medidas necessárias para o atendimento do interesse público e para o desenvolvimento das telecomunicações brasileiras e, especialmente, exercer o poder normativo relativamente às telecomunicações”;
- foram estabelecidas as diretrizes básicas, e as leis que “disciplinam a exploração dos serviços no regime privado, e que tem por objetivo viabilizar o cumprimento das leis, em especial das relativas às telecomunicações, à ordem econômica e aos direitos dos consumidores”.

A ANATEL, em seu Portal de Legislação [x], disponibiliza a legislação vigente do setor de Telecomunicações e Radiodifusão, de forma consolidada e organizada **por tipo** (Resoluções da Anatel, Leis, Decretos e Normas do Ministério das Comunicações) **e respectiva data de publicação e entrada em vigor**.

Dentre os vários Serviços regulamentados e fiscalizados pela ANATEL, nesta monografia, serão analisados métodos de gestão dos indicadores estabelecidos pela Resolução nº 574, de 28 de outubro de 2011, que aprova o Regulamento de Gestão da Qualidade do Serviço de Comunicação Multimídia (RGQ-SCM). Dentro da classe de “Serviços de Comunicação Multimídia”, estão os circuitos de comunicação de Dados entre pontos de presença de uma Empresa. Estes circuitos só podem ser contratados e providos por uma empresa prestadora de Serviços autorizada pela ANATEL. Em contra-partida, a autorização só é concedida enquanto os indicadores de Qualidade estabelecidos pela ANATEL, forem atendidos, todos os impostos e taxas forem recolhidos, dentre inúmeras outras obrigações estabelecidas pelas legislações federais e estaduais – tais como o valor do ICMS, do FUST e o FISTEL, por exemplo.

Seja na forma de notificações, multas, penalidades, e até a cassação da “licença SCM”, as Provedoras de Acesso aos Serviços SCM terão que atuar de forma eficiente e transparente, fornecendo os indicadores de Qualidade por Cliente, por ponto de presença, por trecho analisado, e de forma aderente aos contratos estabelecidos com cada Fornecedor/Cliente da cadeia formadora de determinado Serviço. É de total responsabilidade da Empresa Provedora do Serviço, entregar estes indicadores aos Clientes, mesmo que envolvam outras empresas provedoras (de equipamentos, de serviços, de circuitos, de acessos, de monitoração, de operação e manutenção, de atendimento aos Clientes, de análise e apresentação de indicadores (internos e externos), de cobrança destes Serviços.

Contextualizado este cenário onde Serviços, Regulamentação, Empresas Provedoras e Empresas Clientes, o Mercado nacional e mundial de Telecomunicações, bons Indicadores de Qualidade continuam vitais para a manutenção e o crescimento da competitividade, do market share, das receitas e despesas (tanto das Empresas Provedoras quanto de seus Clientes), nas renegociações de Contratos, para a livre escolha daquela empresa que melhor entregar soluções aos Clientes.

Vamos estabelecer, de agora em diante, nesta monografia, e para fins de análise de um cenário de referência, um grupo reduzido de indicadores (porém, não menos relevantes), numa topologia de 3 pontos de comunicação de uma Empresa hipotética, fornecidos por uma empresa hipotética, prestadora de Serviços de Comunicação Multimídia, para os quais serão utilizados metodologias de análise e de correlação de indicadores de configuração, desempenho e falhas na Gestão da Qualidade de Redes e Serviços de Telecomunicações, utilizando conceitos e metodologias livres.

### **3. CENÁRIO DE REFERÊNCIA PARA ANÁLISE DA GESTÃO DE INDICADORES**

#### **3.1 TOPOLOGIA DE REDE DE REFERÊNCIA:**

Três localidades onde a contratação de serviços de uma empresa provedora de Serviços de Comunicação Multimídia hipotética, fornecerão a comunicação através de circuitos de acessos e o fornecimento de CPEs com a gestão de configuração, desempenho e falhas é mantida e está integralmente sob responsabilidade da desta Provedora de Serviços hipotética.

#### **3.2 INDICADORES DE QUALIDADE UTILIZADOS PARA ANÁLISE DA GESTÃO DE INDICADORES:**

Pela Resolução nº 574, de 28 de outubro de 2011, define-se, em seu Art. 3º, e para efeito de Regulamento do Serviço de Comunicação Multimídia (SCM), serão também adotadas as seguintes definições nesta monografia:

*I - Acesso em Serviço: acesso que está ativado e por meio do qual o Assinante usufrui o serviço;*

*II - Assinante: pessoa natural ou jurídica que possui vínculo contratual com a Prestadora para fruição do SCM*

*III - Calendário Anual: calendário com a definição e sistemática de determinação, entre outros, dos dias ou períodos segundo o qual as Prestadoras do SCM devem coletar os dados referentes aos indicadores de qualidade a ser divulgado pela Anatel;*

*IV - Degradação do Sistema: condição em que a rede de SCM opera com os parâmetros de*

qualidade abaixo dos limites definidos neste Regulamento, comprometendo a qualidade do serviço prestado;

V - **Disponibilidade**: período, expresso em porcentagem, em que o serviço ofertado pela Prestadora esteve disponível ao Assinante, durante um mês;

VI - **Latência Bidirecional**: período de transmissão de um pacote, de ida e de volta, entre a origem e o destino;

VII - **Pacote**: estrutura unitária de transmissão de dados, geralmente dividida em cabeçalho e carga útil;

VIII - **Período de Maior Tráfego - PMT**: intervalo de tempo ao longo do dia de maior tráfego de informações multimídias na rede de SCM, compreendido no período de dez às vinte e duas horas;

IX - **Ponto de Troca de Tráfego – PTT**: solução de rede com o objetivo de viabilizar a interligação direta entre redes de transporte de diferentes Prestadoras que utilizam diferentes políticas de roteamento de tráfego;

X - **Prestadora de Pequeno Porte**: Prestadora de SCM com até cinquenta mil Acessos em Serviço;

XI - **Reclamação**: queixa, protesto ou reivindicação, apresentada pelo Assinante;

XII - **Reclamação Reaberta**: reclamação ou solicitação reiterada pelo Assinante por ser considerada por ele como não respondida, não solucionada ou solucionada de forma inadequada;

XIII - **Reclamação Resolvida**: reclamação do Assinante que foi solucionada de forma adequada;

XIV - **Reabertura**: ação de reiteração de uma mesma solicitação ou reclamação pelo Assinante, por considerá-la não respondida ou não solucionada de forma adequada;

XV - **Sistema de Autoatendimento**: sistema de atendimento automático que permite a interação direta com o Assinante por meio de menus preestabelecidos, recebendo comandos e enviando informações;

XVI - **Variação de Latência (jitter)**: variação do atraso na transmissão sequencial de pacotes;

XVII - **Velocidade**: capacidade de transmissão da informação multimídia, expressa em bits por segundo (bps);

XVIII - **Velocidade Instantânea**: mediana dos valores de velocidade das amostras coletadas em cada medição; e

XIX - **Velocidade Média**: média aritmética simples dos resultados das medições de Velocidades Instantânea, realizadas durante um mês.

Fonte: <<http://legislacao.anatel.gov.br/>>. Acesso em 10/12/2012.

Em destaque, estarão, nesta monografia, os indicadores de controle e verificação (IC's e IV's) de Perda de Pacotes, Latência Bidirecional e Variação de Latência (*Jitter*).

#### 4. METODOLOGIA DE GESTÃO DE INDICADORES

Ao estabelecer rotinas automatizadas para coleta, armazenamento, apresentação, análise e correlação, e torná-las operacionais, em ambientes de

produção, sob monitoração, e cuja paralisação gerará ações de recuperação e restabelecimento das coletas e seu armazenamento em base de dados, esta é a forma idealmente adequada para que as informações estejam adequadas tanto para análises internas dos indicadores, quanto para sua disponibilização periódica à ANATEL. Assumido este compromisso, manter as coletas de forma íntegra e sem interrupções (sendo monitoradas portanto), é uma das mais importantes atribuições das Equipes de Operação e Manutenção de uma Equipe de Supervisão e Monitoração de Sistemas de Rede.

Se considerarmos ainda que, quanto maior o nº de pontos constituintes de uma determinada rede, maior será o volume de dados a armazenar, correlacionar, apresentar, analisar, maior complexidade da análise, compreensão dos efeitos “colaterais” entre indicadores, e das conclusões que pode-se chegar, ao estudá-los com periodicidade tal que, desvios e não atendimentos dos valores acordados com ANATEL, áreas de Qualidade, Marketing, Pós Venda e Faturamento de Serviços, e os próprios Clientes e Usuários das Redes e Serviços providos. Sua monitoração e gerenciamento gerarão ações operacionais e estratégicas na administração das Redes e Serviços da Empresa Provedora.

Também poderão demandar trabalho equivalente para as Equipes de Operação e Manutenção dos próprios Clientes, caso estes indicadores sejam tão significativos para as Unidades de Negócio da Empresa Contratante, que, mesmo sendo realizado “em duplicidade” com a Provedora de Serviços, serão importantíssimos para que o acompanhamento garanta que esteja havendo fornecimento de uma Rede, cujos Serviços apresentem os índices de Qualidade aceitáveis e contratados, e que estejam dentro do que foi especificado em Contratos, ou nos Acordos de Nível de Serviço (ANSs, ou SLAs, em sua sigla em inglês), assinados entre empresas Provedoras e Contratantes. Pode ocorrer que estes mesmos indicadores sejam utilizados nos Acordos de Nível de Serviços INTERNOS à empresa Contratante, para que as áreas de Telecomunicações e TI assumam seus Acordos com as áreas usuárias “finais” da Rede e Serviços contratados – em muitos casos, com o acréscimo de indicadores mais específicos, como a latência e o tempo de resposta de Sistemas e Aplicações que se utilizem destas redes de Comunicação para prover o acesso à Sistemas e Aplicações essenciais à Operação Técnica e Comercial da Empresa Contratante.

OBS: Pode ser possível que este trabalho na Empresa Contratante seja reduzido se, no momento da Contratação, ou, dentro do Portfólio de Produtos e Serviços da Empresa Provedora, estiver o Fornecimento destes Indicadores via um Portal Dedicado – com acesso seguro através de login(s) e senha(s), onde os Clientes que contratarem determinado tipo de Serviço (de Comunicação de Dados Multimídia, por exemplo), obtenham o direito ao acesso aos Indicadores (em tempo real, ou ao resumo diário, semanal e/ou mensal – o que satisfizer às necessidades das Equipes de Telecom e Informática, para manter as Equipes Internas do Cliente, cientes do Qualidade entregue pela(s) Provedora(s) de Serviços.

Em contra partida, quão complexa for a Rede e Serviços necessária e contratada pela Empresa Cliente, usuária, será a infra-estrutura necessária para coletar, armazenar, apresentar, analisar, indicar e reportar atendimento ou infração nos Indicadores de Qualidade. Quanto maior nº de pontos de acesso à Rede, maior será o volume de informações coletadas, armazenadas, a serem apresentadas após análise e avaliação do Atendimento às metas estabelecidas pelos Contratos – e pelas metas da ANATEL (em sua Resolução nº 574, de 28 de outubro de 2011, quando foram definidos, em seu Art. 3º indicadores e seus níveis máximos e mínimos, com efeito de Regulamento do Serviço de Comunicação Multimídia (SCM)).

Em nosso cenário hipotético, onde somente 3 sites do Cliente sejam interligados pelos Serviços prestados por uma Provedora de Serviços SCM, este nº de pontos, multiplicado pelas “n” formas de interconexão física e lógica entre os sites do Cliente (onde podem ou não haver formas de redundância física e/ou lógica, para maior disponibilidade da Rede e Serviços), resultarão num constante volume de indicadores a serem coletados, armazenados, analisados, reportados. Não seria uma tarefa simples, mas não menos importante, especificar quais volumes de dados, e quais os recursos de Servidores serão necessários para manter tanto os indicadores atuais quanto os anteriores (histórico), para cada Cliente, cada trecho componente da Rede provida e/ou contratada.

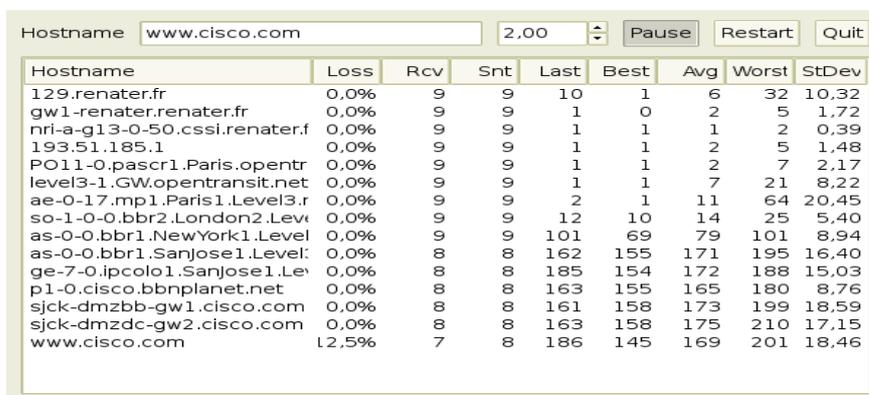
*Para realizar aferições, medições, probes (que tanto podem ser equipamentos de rede, ou parte deles (na forma física ou lógica), quanto aplicações em execução em um servidor, por exemplo) tem a função específica e dedicada de mensurar, armazenar e/ou responder a um certo nº de indicadores de Qualidade pré-estabelecidos e*

previamente configurados (para a aferição “ponto a ponto”, “trecho a trecho”, “aplicação a aplicação”, “fim a fim”), em uma Rede de Comunicação baseada em Serviços suportados pelos protocolos TCP/IP. Ao serem utilizados equipamentos ou sistemas especializados, capazes de se manterem dedicados à tarefa de consulta/resposta em cada site de um determinado Cliente e/ou Provedor de Serviços, numa “probe” estarão implementadas as funcionalidades necessárias para que a medição e a entrega de Indicadores de Qualidade ocorra de forma a retratar o comportamento do meio de Comunicação, de seus congestionamentos e roteamentos, dos efeitos da utilização de CPU/Memória/Buffers e I/O sobre os Serviços de Rede e Aplicações disponibilizados (como, por exemplo: Tempo de Resposta de Acesso à Serviços como “http”, “dhcp”, “dns”, o acesso à web através de proxies e firewalls, etc), são elementos importantes no estabelecimento da coleta de indicadores de Qualidade em uma rede de Telecomunicações, ou mesmo em ambientes de TI.

#### 4.1 METODOLOGIA DE GESTÃO DE INDICADORES – MECANISMOS DE COLETA

Os indicadores de controle e verificação (IC's e IV's) de Perda de Pacotes, Latência Bidirecional e Variação de Latência (jitter), podem ser obtidos através de diversas ferramentas livres, mas, nesta monografia, optaremos por trabalhar com o “mtr” (Multi Trace Router) [<http://www.bitwizard.nl/mtr/>], pelas suas características e possibilidades de uso, customização, simplicidade de uso e automação dos resultados, etc.

A figura 1 mostra como o comando “mtr” é apresentado para o usuário ou profissional do NOC:



The screenshot shows the output of the mtr command. At the top, there is a control bar with a text input field containing 'www.cisco.com', a numeric input field with '2.00', and three buttons: 'Pause', 'Restart', and 'Quit'. Below this is a table with the following columns: Hostname, Loss, Rcv, Snt, Last, Best, Avg, Worst, and StDev. The table lists various network hosts and their corresponding performance metrics.

Hostname	Loss	Rcv	Snt	Last	Best	Avg	Worst	StDev
129.renater.fr	0,0%	9	9	10	1	6	32	10,32
gw1.renater.renater.fr	0,0%	9	9	1	0	2	5	1,72
nri-a-g13-0-50.cssi.renater.f	0,0%	9	9	1	1	1	2	0,39
193.51.185.1	0,0%	9	9	1	1	2	5	1,48
PO11-0.pascr1.Paris.opentr	0,0%	9	9	1	1	2	7	2,17
level3-1.GW.opentransit.net	0,0%	9	9	1	1	7	21	8,22
ae-0-17.mp1.Paris1.Level3.r	0,0%	9	9	2	1	11	64	20,45
so-1-0-0.bbr2.London2.Level	0,0%	9	9	12	10	14	25	5,40
as-0-0.bbr1.NewYork1.Level	0,0%	9	9	101	69	79	101	8,94
as-0-0.bbr1.SanJose1.Level:	0,0%	8	8	162	155	171	195	16,40
ge-7-0.ipcolo1.SanJose1.Le	0,0%	8	8	185	154	172	188	15,03
p1-0.cisco.bbnplanet.net	0,0%	8	8	163	155	165	180	8,76
sjck-dmzbb-gw1.cisco.com	0,0%	8	8	161	158	173	199	18,59
sjck-dmzdc-gw2.cisco.com	0,0%	8	8	163	158	175	210	17,15
www.cisco.com	12,5%	7	8	186	145	169	201	18,46

Figura 1 - Resultado gráfico do comando “mtr”

Fonte: Autoria Própria

A figura 2 também mostra como o comando “mtr” é apresentado para o usuário ou profissional do NOC, porém, em modo texto:

```
daz@scampi: ~
My traceroute [v0.75]
scampi (0.0.0.0)
Keys: Help Display mode Restart statistics Order of fields quit
Packets
Host Loss% Snt Last Avg Best Wrst StDev
1. no-rdns-yet.ohtele.com 0.0% 10 1.1 1.7 1.1 5.5 1.3
2. bg1-tck.10g.man.as33970.net 0.0% 10 2.0 2.0 1.3 5.6 1.3
3. unused.gbxs.net 0.0% 10 7.9 9.3 7.6 23.3 4.9
4. bbc-gw0-linx.prt0.thdoe.bbc.co.uk 0.0% 10 7.8 7.8 7.6 8.0 0.1
5. 212.58.238.129 0.0% 10 7.6 7.6 7.5 7.7 0.1
6. rdirs1b0.thdo.bbc.co.uk 0.0% 10 7.9 7.7 7.6 7.9 0.1
7. virtual13.rbov.bbc.co.uk 0.0% 9 7.9 8.0 7.9 8.3 0.1
```

Figura 2 - Resultado em modo texto do comando “mtr”  
Fonte: Autoria Própria

## 4.2 METODOLOGIA DE GESTÃO DE INDICADORES – MECANISMOS DE ARMAZENAMENTO

De forma bastante resumida e simplificada, o nº de pontos de rede, vezes a quantidade e periodicidade com que os dados são coletados, armazenados, analisados, apresentados, fará com que uma “unidade básica” de informação (em bytes) seja identificada, e sua multiplicação entregará a especificação destas áreas de armazenamento, processamento, consulta e retirada de indicadores.

Com efeito, neste cenário hipotético, pode-se avaliar que, se forem:

- 3 pontos de interconexão de rede contratados/providos;
- 3 indicadores básicos: Latência, Perda de Pacotes e Variação da Latência (Jitter);
- a periodicidade da manutenção dos indicadores em base de dados (de 5 em 5 minutos, de hora em hora, dia após dia, semanas, meses e anos) – que dependem tanto da necessidade de manutenção de histórico para análises futuras, que regulamentados pela ANATEL para que os Clientes e Usuários dos Serviços, tenham acesso aos últimos 5 anos de indicadores contratados (mesmo que os Contratos venham a ser desfeitos, a manutenção dos dados

deve permanecer, pois podem ser requeridos para futuras comprovações do fornecimento dos Serviços, da qualidade entregue durante o período contratado, para que o Faturamento dos Serviços ocorra de forma comprovadamente assegurada, e de modo que não se tenha dúvidas futuras quanto aos períodos de Entrega de Serviços estiveram os indicadores de Qualidade dentro dos padrões estabelecidos contratualmente e aderente às normas da ANATEL e aos contratos firmados entre empresas Provedoras e Empresas Contratantes;

o volume de dados “gerado” pelas coletas de indicadores, corresponda a “n” unidades de processamento e ocupação de espaço em disco diário, e conseqüentemente “n x 24” para a manutenção de histórico diário, “n x 24 x 7” para a manutenção de histórico semanal, “n x 24 x 7 x 30” para a manutenção de histórico mensal, e naturalmente, “n x 24 x 7 x 30 x 12” para a manutenção de histórico anual, e “n x 24 x 7 x 30 x 12 x 5” para a manutenção de histórico pelo tempo mínimo regulamentado pela ANATEL, para indicadores SCM.

Imagine-se então o quão progressivo (mas, nem sempre, linear) será a necessidade de recursos computacionais alocados para a manutenção de mais 1, mais dois, mais “n” pontos constituintes de uma rede, de um só cliente, de uma só região, de toda uma malha de redes providas e ou contratadas por uma Empresa Provedora ou Cliente.

Mas pode-se contar com nossa primeira ferramenta de código aberto, para prover uma alternativa a este aparentemente “problema”: como lidar com tais séries numéricas (de indicadores coletados), sem que as áreas em disco para armazenamento dos dados cresçam além do necessário para o que se necessita apresentar ?

O RRD (*Round Robin Database*) [[rrdtool.org](http://rrdtool.org)] é amplamente utilizado nestas tarefas de manutenção de indicadores numéricos, cuja periodicidade se deseja manter, com períodos e quantidades previamente estabelecidos. Disponível em multi-plataforma, e de forma de *open-source*, sua caracterização (para a criação de uma base que contemple manter dados nos períodos desejados) deve ser planejada inicialmente, tanto para que os dados sejam mantidos “intactos” (*raw*, no termo em

inglês) quanto para que, de forma automática, o próprio método de armazenamento em RRD já calcule as médias diárias, semanais, mensais, anuais, e as tornem acessíveis através de consultas (que podem resultar em listas no formato texto ou XML) ou mesmo a apresentação gráfica do conteúdo destes RRDs, em páginas web, em relatórios no formato PDF, XML/XSLT, em Flash, etc. Para interagir com arquivos RRD, há diversas APIs prontas e acessíveis na web (em Perl, em Java, em Python, em Ruby, em C, Lua, etc) e até mesmo via linha de comando (CLI) e shell scripts.

Com as vantagens de se poder definir um RRD, logo na sua criação, do quanto de dados íntegros, e por quanto tempo, estes dados serão mantidos intactos no RRD. Em se tratando de um arquivo binário, uma única ressalva precisa ser apresentada: apesar de se poder utilizar esta ferramenta em ambientes Windows, Unix/Linux, não é possível “migrar” um RRD previamente criado, entre plataformas; em outras palavras, uma vez criado em um destes ambientes operacionais, não será possível continuar atualizando ou lendo esta base de dados RRD noutra plataforma. Exemplo: um RRD criado e “alimentado” com informações em ambiente Solaris, não o será se este mesmo RRD for copiado para o ambiente Linux (menos ainda para o ambiente Windows), pois não são compatíveis entre sistemas operacionais, nem entre versões 32 ou 64 bits destes.

Feito este adendo, onde identificamos um método de armazenamento e apresentação de indicadores, pode-se prosseguir na análise de como coletar estes indicadores, e como pode-se trabalhar na correlação destes em caso de alterações de status operacionais (envolvendo eventos de falhas, desempenho e configuração).

Ao restringir-se (para fins didáticos e de modo a não extrapolar os objetivos desta monografia) os indicadores de Qualidade a somente uma lista deles (dos principais e dos mais importantes), a serem registrados ponto a ponto, fim a fim, pelos Serviços prestados:

- RTT - Round Trip Time (ou tempo de ida e volta de pacotes);
- Packet Loss - Perda de Pacotes;
- Jitter (variação da Latência);

será possível sintetizar os conceitos ao visualizar o seguinte diagrama:

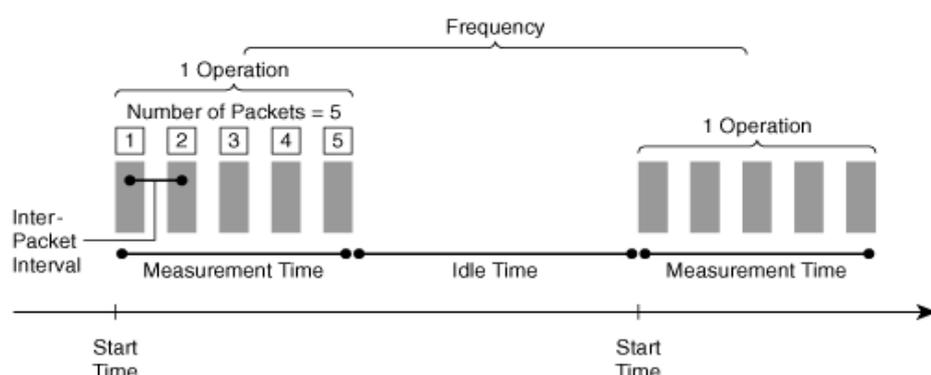


Figura 3 – Parâmetros e periodicidade de medida de indicadores de Latência, Perda de Pacotes e Jitter

Fonte:

<http://etutorials.org/Networking/network+management/Part+II+Implementations+on+the+Cisco+Devices/Chapter+11.+IP+SLA/Operations+How+to+Measure/>

Pode-se até mesmo caracterizar-se esta fase inicial como "ponto de partida de análise", quando já seria possível planejar as ações de acompanhamento e intervenção (caso algum(ns) deste(s) indicadores tiverem seus limiares atingidos e/ou ultrapassados) e estimar o volume de trabalho e o tamanho das Equipes para realizar estas atividades, para que informações sejam coletadas, armazenadas, analisadas, reportadas, nem que seja de forma manual, inicialmente, até que seja viável e se coloque em produção, um sistema de tal forma evoluído e amadurecido, que, independente do nº de pontos de uma determinada Rede, esta estará sob monitoração e análise contínua de seus indicadores de Qualidade.

Áreas de planejamento de capacidade (*Capacity Planning*) de Redes e Serviços, de dimensionamento de recurso humano (H/h – homem/hora) e sua capacitação, de especificação das capacidades de processamento, área de armazenamento (*Storage*), e gestão de Tráfego inter-redes, serão grandes usuários e necessitarão realizar frequente acompanhamento dos indicadores de Qualidade "Contratados" versus "Entregues" pelo Provedor de Serviços a seus Clientes. Áreas de Qualidade e Processo são as mais "indicadas" para a realização destas atividades, caso o nº de recursos humanos da empresa Provedora de Redes e Serviços, e da Empresa Contratante destes Serviços, comportem em seus quadros de funcionários, tal nº de funcionários. Também, como apresentado no item 1 – Objetivos desta monografia, já se pode contar com empresas especializadas na realização destas tarefas – mesmo sendo informações confidenciais e críticas para o Plano de Negócios de ambas empresas (Provedoras e Contratantes), esta "proteção das informações analisadas" poderá ser "coberta" através do estabelecimento de Contratos de Confidencialidade, cujas premissas, de tão forma arranjadas, tornem o Contrato uma

forma segura de manter sigilo (podendo-se estabelecer penalidades e períodos mínimos para que as informações sejam mantidas única e exclusivamente para os fins contratados).

#### 4.3 METODOLOGIA OPCIONAL

De forma a complementar e enriquecer esta monografia, serão apresentadas as características da implementação proprietária de IPSLA em equipamentos da CISCO Networks:

- As coletas são possíveis de serem obtidas através da utilização de protocolos como o SNMP, TELNET e/ou SSH;
- Sua implementação na Rede requer uma configuração mais complexa, bem planejada, que permita o crescimento do nº de Equipamentos na Rede, sem que sua gerência de configuração (da nomenclatura) das probes encontrem limitação futura. Exemplo: fazer uso de nomes de probes com somente algumas poucas letras e apenas “2 dígitos”, para identificar cada medida por trecho ou ponto a ponto. Em redes de menor dimensão e extensão geográfica, atenderá; mas, se há previsão de, no futuro, haver necessidade/oportunidade de implementar uma rede de mais de 100 pontos, esta será uma nomenclatura que apresentará limitação para a expansão da rede, se continuarmos utilizando o mesmo padrão de nomenclatura para a gerência de Configuração nesta rede. Pois, para se configurar os roteadores e as "probes" numa mesma rede, cada trecho e equipamento necessariamente precisam possuir nomes e identificadores únicos (para que cada equipamento, cada probe, “conheça” entre quais trechos serão realizadas as medidas dos indicadores);
- Através do IPSLA, os seguintes indicadores de tempo de resposta podem ser obtidos:
  - ICMP Echo

- ICMP Path Echo
- UDP Echo
- UDP Jitter
- UDP Path Jitter
- Tempo de resposta de aplicação (HTTP, HTTPS, WebServices, requisições SOAP/REST, apenas para citar alguns exemplos);

São bastante conhecidas no Mercado de TI e Telecomunicações, algumas ferramentas proprietárias, encontradas somente em equipamentos e modelos de determinados fabricantes, para a realização destas mesmas funções de aferição dos Indicadores de Qualidade de Latência ponto a ponto, trecho a trecho, fim a fim (entre os CPEs de um Cliente, por exemplo, ou mesmo dentro do Backbone de um Provedor de Redes e Serviços de Telecomunicações).

Destes, pode-se mencionar o IPSLA do fabricante Cisco Inc, e seu equivalente, em equipamento do fabricante Juniper Networks. Naturalmente apresentarão vantagens sobre as formas de medição livres – pois terão maior controle sobre a comunicação, poderão implementar pacotes de controle que farão com que os contadores de tempo consigam registrar o “round trip delay” (atraso no tempo de ida e volta de pacotes fim a fim, numa rede), de forma independente (um valor para a entrega de pacotes no sentido de “A” para “B”, e de “B” retornando pacotes para “A”).

Através da figura 4, pode-se compreender ainda melhor como as medições em uma topologia dedicada (que utilizem somente CPEs CISCO, e cujas “probes” IPSLA estejam adequadamente configuradas nos CPEs envolvidos com as aferições):

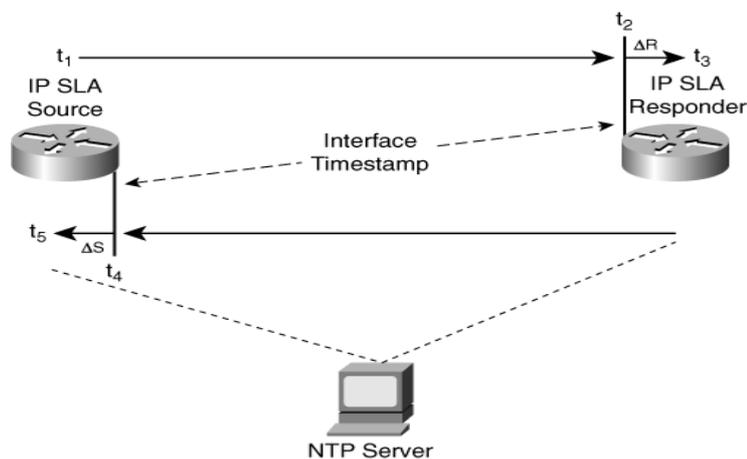


Figura 4 – Parâmetros de medida e periodicidade de indicadores de Latência, Perda de Pacotes e Jitter, em uma Rede formada única e exclusivamente por CPEs do fabricante CISCO, onde o recurso de IPSLA esteja corretamente configurados.

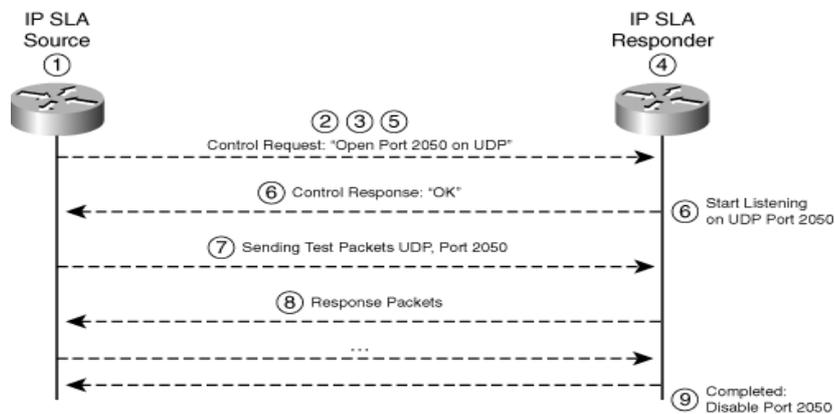


Figura 5 – Diagrama de troca de mensagem de comunicação, única e exclusivamente realizada por CPEs do fabricante CISCO, onde o recurso de IPSLA esteja corretamente configurados.

Fonte: <http://kb.pert.geant.net/PERTKB/BasicGuide>

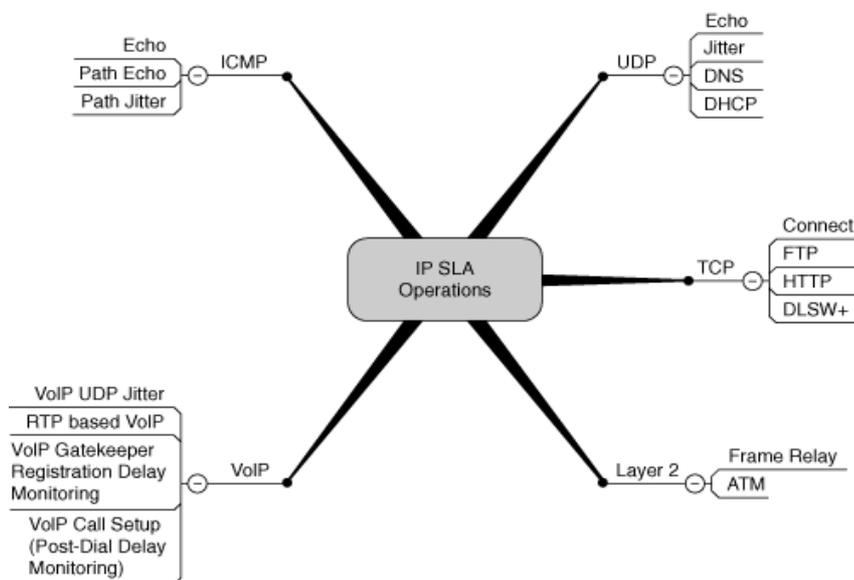


Figura 6 – Diagrama apresenta todas as possibilidades de medição nos diversos tipos de comunicação, única e exclusivamente aplicável em redes estabelecidas com o uso de CPEs do fabricante CISCO, onde o recurso de IPSLA esteja corretamente configurados.

Fonte: <http://kb.pert.geant.net/PERTKB/BasicGuide>

E, finalizando esta breve análise das funcionalidades do IPSLA, é válido mencionar que é comum se encontrar ou realizar sua implementação sobre redes MPLS (Multiprotocol Label Switching).

## 5. ANÁLISE DE RESULTADOS

Desde a emissão de relatórios de acompanhamento, diários , mensais, etc) quanto a extração de relatórios gerenciais - que permitirão às Equipes realizarem análises, chegarem à conclusões mais rápidas e seguras, de modo a subsidiar as tomadas de decisão, direcionar ações e realizar procedimentos pré-estabelecidos pela Empresa contratante das Redes e Serviços de um Provedor.

Colocar em prática, efetivamente, e pró-ativamente, estas ações, após a análise dos indicadores, é o resultado de maior valor de toda esta cadeia de controle e processos de coleta, armazenamento, apresentação, monitoração, avaliação do histórico dos Indicadores, e iniciar a caracterizar, com base no histórico das informações analisadas, comportamentos que indiquem:

“HMM”: horas de maior movimento, de maior tráfego, de maior consumo de processamento, de maior nº de Usuários conectados, das mais altas taxas de transmissão e recepção de informações, etc. OBS: o conceito de HMM remete-nos a recordar a época quando as centrais telefônicas determinísticas eram os principais elementos de Rede; mas, mesmo hoje, em que os ambiente são totalmente diferentes, nada é determinado, não se tem mais como prever “qual será a próxima HMM”, ainda assim, analisar e acompanhar indicadores é melhor do quê não se realizar trabalho algum de acompanhamento de indicadores (e praticamente deixar que as surpresas do dia a dia de uma Operação e Manutenção de Redes e Serviços, governem as atividades das Equipes responsáveis por estas áreas dentro da Empresa.)

Utilização de CPU, Memória, Buffers dos Equipamentos envolvidos (tanto nos CPEs instalados no ambiente da Empresa Contratante, quanto dos equipamentos componentes da malha do Backbone do Provedor de Rede e Serviços contratado);

Momentos de maior utilização dos circuitos promoverão maior processamento nas funções de processamento, roteamento, manutenção das áreas de “buffer” dos Equipamentos;

Condições de falhas como a indisponibilidade de algum recurso de infraestrutura tanto nos ambientes do Provedor de Serviços quanto da Empresa Contratante, da alteração indevida de parâmetros dos Equipamentos (sem o devido agendamento e notificação prévios aos Clientes e áreas envolvidas), podem ser registrados em sistemas de gestão de falhas (onde *trouble tickets* de Clientes são tratados no âmbito de um CRM – Customer Relationship Management, ou ainda um BCC – Business Contact Center, ou através da abertura, tratamento, encerramento e comprovação do restabelecimento de Redes e Serviços, de *trouble tickets* de Rede - tratados no ambiente de Gerenciamento de Redes e Serviços, de um NOC ou CGR)

- MTBF (Mean Time between Failures);
- MTTR (Mean Time to Repair);
- Tempos de Atendimento e resolução da(s) Falha(s);
- Tempos de restabelecimento dos indicadores de Desempenho aos níveis contratados e regulados pela legislação da ANATEL;

dentre outros; todos os acima apresentados, são indicadores passíveis de estarem contidos nos Contratos de Prestação de Serviços, acordados entre as Empresas Provedoras de Redes e Serviços, e uma Empresa Contratantes destes Serviços.

Correlação de Eventos: se todas as informações estiverem e forem mantidas em base de dados, as consultas, triggers e store procedures conseguirão "externar" alarmes, eventos, alertas, status dos Serviços, e/ou sua degradação à limiares inferiores aos contratados / acordados.

Mas se não houver uma ação reação àquele(s) evento(s), de nada adiantará um sistema ou uma Equipe de Monitoração.

Pode-se estabelecer que os principais alicerces da atividade da Monitoração de Redes e Serviços, são:

- Sistemas e Equipamentos (Ferramentas)

- Equipe
- Treinamento
- Procedimentos claros, divulgados, adotados, seguidos

Como estabelecer as Gerências de Configuração (que é a base, o alicerce para realizar as demais Gerências de Desempenho, Falhas, Clientes, Tarifação, Atendimento a Clientes, Correlação de eventos e informações que gerarão indicadores para análise. Deles, derivarão ações pró-ativas (ou reativas) para garantir e aferir os SLAs:

Etapas de Configuração: estabelecimento de quais elementos de rede serão capazes de realizar as funções de "IPSLA"; estabelecer os limiares (thresholds) para cada segmento e/ou elemento de rede sob análise. Lembrando que esta rede, e suas interconexões, podem gerar uma malha de relacionamento e interdependências de diversas "dimensões" (sob o ponto de vista de interconexão física, lógica, contingenciamento, roteamentos, QoS, QoE, MOS, priorização de banda e/ou protocolos, etc).

Ex: analisemos somente uma rede hipotética com 3 pontos de conexão: A, B e C; um check-list poderá auxiliar nas análises do comportamento das variáveis *versus* seus status:

- Como interpretar os valores obtidos das probes, via SNMP;
- Como armazenar os indicadores coletados, a partir dos diversos meios de coletas;
- Como associar e correlacionar eventos de interrupções de circuitos, links, rotas BGP e OSPF, ... que produzirão degradações nos RTTs, na qualidade experimentada pelo(s) Cliente(s) durante determinado intervalo de tempo, etc --- o que pode ter causa ou consequência de uma alta utilização de banda em um circuito (em função de uma interrupção numa interligação principal, estando uma contingência em funcionamento), de um alto consumo de CPU/Memória/Buffers de um elemento roteador ou comutador (switch)

- Como definir alarmes com base em regras de negócio: partindo da definição e da concordância de todos os envolvidos, alarmes deste nível (que impactam os negócios e a atividade fim da Empresa Cliente) podem apresentar-se de modos, duração, comportamentos diferentes, em função de outras variáveis de âmbito topológico (físico e lógico);

Uma análise matricial permite não só visualizar todos os pontos da rede formada pelos CPEs, mas também suas possíveis formas de análise de indicadores, onde a quantidade de indicadores pode ser definida como sendo o produto do nº de CPEs vezes o nº probes configuradas para medição:

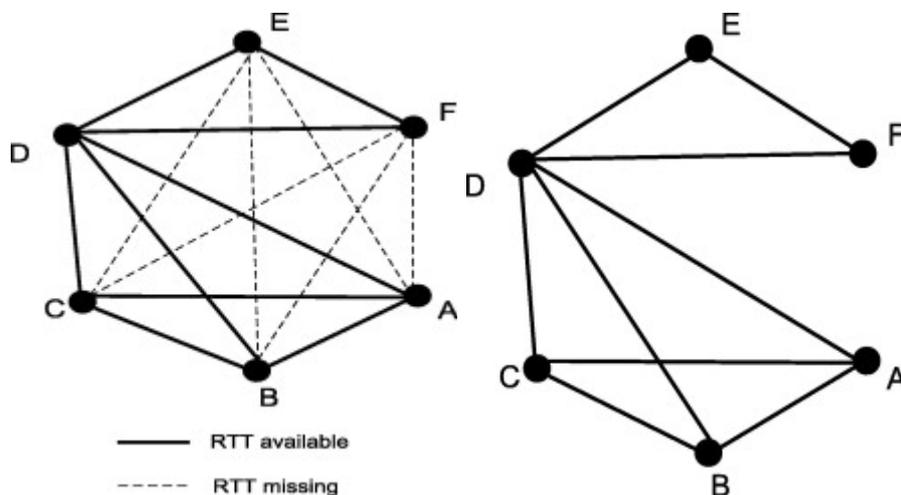


Figura 7 – Diagramas lógicos mostrando as possibilidades de análise de uma Rede multi-ponto  
 Fonte: <http://kb.pert.geant.net/PERTKB/BasicGuide>

Entenda-se como “nº de probes” as diversas formas de medida possíveis entre dois sites, entre 2 CPEs, entre 2 probes (ex: RTT entre sites, Packet Loss entre trechos, etc).

A definição de Thresholds, Limiares, ROI (Retorno do Investimento) permite a análise do quanto de uma Multa por violação de SLA estabelecido, justifica o estabelecimento de rotinas, equipe, procedimentos para medir e monitorar estes indicadores.

Antes mesmo da definição e do estabelecimento das rotinas de correlação de eventos, é necessário estabelecer as regras, limiares, ações que serão tomadas caso um determinado evento ocorra ou limiar seja ultrapassado.

Também é válido avaliar os indicadores:

**a) que são perceptíveis aos Clientes e Usuários:**

O desempenho percebido pelo usuário de aplicativos de rede é composta de uma série de métricas qualitativas, principalmente, alguns dos quais estão em conflito um com o outro. No caso de algumas aplicações, uma única métrica superam os outros, tais como a capacidade de resposta dos serviços de vídeo ou de rendimento para aplicações de transferência de massa. Mais comumente, uma combinação de fatores normalmente determina a experiência do desempenho da rede para o usuário final.

**Capacidade de resposta** (*Responsiveness*): uma das experiências mais importantes do usuário em aplicações de rede é a percepção da capacidade de resposta. Se os usuários finais sentir que um aplicativo é lento, muitas vezes é o caso de que ele é lento para responder a eles, em vez de ser diretamente relacionado com a velocidade da rede. Este é um problema específico para aplicações em tempo real, tais como sistemas de áudio / vídeo conferência e deve ser priorizada em aplicações como serviços de telemedicina e instalações fora do campus de ensino. Pode ser difícil determinar quantitativamente um valor aceitável para os tempos de resposta, como os requisitos podem variar de aplicação para aplicação.

No entanto, algumas aplicações relativamente bem definida "fisiológicos" limites além dos quais o sentimento resposta desaparece. Por exemplo, para conversas de voz , um atraso (ida e volta) de 150ms é praticamente imperceptível, mas um atraso de apenas um pouco maior normalmente é sentida como muito intrusiva.

**Vazão / capacidade / "Bandwidth"** : mesmo não sendo totalmente percebida por um ou todos os Usuários e Clientes de um Serviço, a falta de capacidade de transferência aumentará os tempos de espera e irá reduzir a impressão de tempo de resposta . No entanto, o termo "largura de banda" é amplamente utilizado como um

"marketing", como métrica para diferenciar conexões "lentas", e muitas aplicações podem apresentar bom rendimento durante as transferências de dados grandes. Portanto, os usuários muitas vezes têm expectativas de desempenho específicos em termos de "largura de banda", e se mostram "decepcionados" quando os valores de taxa de transferência "reais" são significativamente menores do que a capacidade anunciada, contratada, ofertada como sendo sua conexão de rede.

**Confiança** : Confiabilidade é muitas vezes o critério de desempenho mais importante para um usuário: um determinado aplicativo, ou informação, deverá estar disponível quando o usuário solicitar. Note que isso não significa necessariamente que ele está sempre disponível, embora haja algumas aplicações – como o Web site de uma empresa global - que requer disponibilidade "24x7".

A impressão de confiabilidade também será fortemente influenciado pelo que acontece (ou se espera que aconteça), em casos de indisponibilidade: O usuário tem a possibilidade de obter uma solução alternativa (uma contingência)? Em caso de problemas com o Provedor de Serviços: o usuário tem alguém competente para solicitar suporte? Ou podem até ter certeza de que o provedor vai perceber, indentificar e solucionar o problema, corrigi-lo antes do tempo especificado como SLA (ou ANS) ? Como o usuário é mantido informado - durante a interrupção dos Serviços, e quanto tempo é estimado para reparar e devolver os Serviços em pleno funcionamento ?

Outro aspecto de confiabilidade é a **previsibilidade do desempenho**. Ele pode "incomodar" profundamente um usuário que perceber grandes variações de desempenho ao longo do tempo - mesmo que o desempenho ainda esteja variando dentro da faixa de desempenho exigido/contratado - que pode garantir que as variações não vai aumentar além do tolerável durante algum outro momento quando o acesso ao aplicativo é requerido/necessário/imprescindível ? Por exemplo, um rendimento 10 Mbps, mas que permaneça estável ao longo do tempo, podem ser mais confiável do que o rendimento de circuitos que apresentem variações imprevisíveis, não periódicos, como por exemplo, variações em circuitos de 622 Mbps mas que variam entre 200 e 600 Mbps.

**b) métricas de Performance/Desempenho de Rede, que afetam tanto usuários quanto aplicações e serviços de rede:**

Existem muitas métricas que são utilizados frequentemente para caracterizar o desempenho de Redes (ou partes das Redes) e seus Serviços e Aplicações. Abaixo são listados os mais importantes deles, sendo possível explicar o que influenciam e o que são ( e como são ) influenciados, como eles podem ser medidos, como elas influenciam o desempenho "fim a fim", e o que pode ser feito para melhorá-los.

OBS: Um quadro de métricas de desempenho da rede foi definida pelo IETF 's IP Performance Metrics (IPPM) Grupo de Trabalho em RFC 2330 . O grupo também desenvolveu definições para várias métricas de desempenho específicos, aqueles são referenciadas a partir da respectiva sub-temas.

- One-Way Delay (OWD)
- Round-Trip Time (RTT)
- Bandwidth Delay Product (BDP)
- Long Fat Networks (LFNs)
- Variação do Delay (ou "Jitter" )
- Perda de Pacotes (Packet Loss )
- Reordenação de Pacotes (Packet Reordering )
- Maximum Transmission Unit (MTU) e Path MTU

Mas, como se preparar para realizar correlações simples e complexas ?

A organização de informações em uma base de dados -- ou em várias base de dados, mas que permitam consultas e integrações (o quê é totalmente diferente de um cenário onde as informações foram simplesmente guardadas "juntas", mas sem a menor preocupação de retornar informações úteis, de forma rápida, de forma conscisa -- praticamente um "ajuntamento" de informações), que contenham indicadores de configuração, falhas/problemas/incidentes, desempenho, atividades programadas (internas e/ou externas, promovidas ou solicitadas), todas as solicitações e reclamações dos Usuários e Clientes, etc, após um determinado período de tempo, formarão uma base histórica incrivelmente poderosa para se antever e prever tendências: de redução de tempos de degração de Serviços, não entrega de Serviços dentro dos indicadores de SLA, indicadores periódicos, impactos das manutenções

programadas na satisfação do Cliente (pois é melhor que uma atividade programada, informada e negociada com o Cliente, estabeleça condições de maior qualidade dos Serviços entregues, do que não realizar atividade alguma e deixar que as degradações e não atendimentos de SLA promovam um índice de insatisfação no(s) Cliente(s) que os motivem a buscar outro Provedor de Serviços !

Também chamada de "baseline" (ou linha de base), uma base de dados onde se tem séries históricas, a comparação e a avaliação das informações que acabaram de ser colhidas, permitirão concluir-se se tais indicadores estão atendendo ou não um padrão previamente identificado ou definido. Em outras palavras, a função de monitoração passará a contar com valores mínimos, médios, máximos e seus respectivos desvios padrão. E as atividades de monitoração passarão a ser, basicamente, o tratamento de excessões (tudo que for detectado fora de um comportamento padrão, esperado, comum, muitas vezes experimentado, vivenciado, e então "mapeado" (cria-se perfis de comportamento de indicadores para determinados cenários, períodos, equipamentos, tráfegos, consumos de banda e de processamento e memória alocados em cada CPE envolvido, etc.

Este processo também auxiliará na identificação das condições de atendimento ou não dos SLAs. Será mais fácil identificar e medir o intervalo de tempo onde os SLAs estiveram sendo atendidos, ou então, descumpridos.

Tendo-se o(s) intervalo(s) de tempo, aferido(s), onde os SLAs não foram respeitados durante a entrega de um determinado Serviço, serão praticáveis as solicitações de ressarcimento dos valores pagos ou as multas previamente estabelecidas, junto à(s) Empresa(s) Fornecedora(s) do(s) Serviço(s). Dependendo do contrato estabelecido, estes tempos tanto podem gerar o ressarcimento proporcional ao período de tempo onde o Serviço entregue não foi o acordado, quanto pode ser estabelecidos parâmetros mais severos, tais quais: o nº de vezes que o não atendimento for identificado em um intervalo de tempo pré-definido, a reincidência do não cumprimento do SLA em intervalo de tempo inferior a "x" horas, a não comunicação do evento em "x" minutos após identificado pelo Cliente (com a previsão de restabelecimento à normalidade dos indicadores de Serviço), etc.

Caso a Empresa contratante não defina, não estabeleça em Contrato, que o compartilhamento de informações deverá ocorrer "em tempo real", ou mesmo através da entrega de relatórios diários, semanais e/ou mensais, o acompanhamento do atendimento aos SLAs poderá (deverá) ser realizado internamente pela Empresa Cliente.

Neste caso, deve-se cuidar para que, no momento da contratação de cada serviço, ou conjunto deles, seja autorizado (através de regras de Firewall e/ou outro método de controle de acesso aos roteadores formadores da rede de comunicação contratada) e/ou também fornecido:

- acesso leitura a requisições SNMP (mínimo);
- acesso leitura a conexões SSH/TELNET aos CPEs (para fins de verificação dos parâmetros (acesso leitura) ou para fins de reconfiguração de parâmetros de comunicação entre o CPE e a(s) porta(s) de comunicação com a Provedora de Serviços; caso estes dois níveis de acesso não estejam previstos no portfólio de Serviços da Prestadora, uma outra "modalidade" de atendimento a esta necessidade seria através da abertura de uma solicitação ao Call Center da Provedora de Serviços. Desta forma, uma solicitação de alteração de configuração, seria previamente analisada pela Equipe Técnica da Provedora, e, se aprovada, aplicada à configuração do CPE indicado pelo Cliente.
- caso a (re)configuração de alguns parâmetros do CPE não sejam autorizados para serem realizados diretamente pela Empresa Contratante, que se estabeleça um canal de comunicação ágil o suficiente para analisar e implementar adequações nas configurações dos CPEs contratados, de modo a atender às necessidade de monitoração providos pelo IPSLA e suas probes;
- outro item merecedor de atenção, refere-se à manutenção das configurações de todos os parâmetros de comunicação da rede de equipamentos da Rede de Serviços providos. Caso sejam necessárias ações de restabelecimento destas configurações (seja pela falha em um CPE ou porta de comunicação, ou pela alteração inadequada na configuração do CPE ou da porta de conexão da Provedora), que procedimentos de restauração de configurações estejam

estabelecidos e sejam de conhecimentos de todos, e ágeis o suficiente para se evitar que tempos de recuperação de falhas na comunicação ultrapassem o definido e acordado no(s) Contrato(s) de Nível(is) de Serviço (ANS, ou SLA).

Neste documento, estabelecemos que o termo "Indicadores de Qualidade Contratada", refere-se ao conjunto de valores e parâmetros acordados em contratos comerciais, onde estejam claramente estabelecidos:

- quais são os indicadores acordados (ex: tempo de recuperação de falhas, tempo de resposta entre sites igual ou inferior da "x" milissegundos, o tempo máximo que uma indisponibilidade de Serviços para cada equipamento, cada porta de comunicação, cada circuito);
- quais serão os valores envolvidos em caso de não cumprimentos dos acordos de nível de serviço (ANS ou SLA), os tempos de ressarcimento ou de apresentação das faturas de cobrança já considerando os créditos relativos aos períodos comprovadamente registrados e anteriores àquela fatura;

Uma preocupação relevante, e que merece um bom plano de ação é “como 'internalizar' os indicadores de Qualidade contratados” ? Como as Equipes Técnicas e Gerenciais devem dar apoio e incentivar a manutenção da Qualidade ofertada e/ou Contratada ?

## 6. CONCLUSÃO

Desde o planejamento e a especificação dos requisitos necessários para atender ao Plano de Negócios e a Operação da Empresa contratante, todas as ações devem estar atentas para que os Acordos de Nível de Serviço (internos e externos) sejam possíveis de serem atendidos e/ou entregues. Portanto, antes mesmo de que os Serviços estejam estabelecidos, contratados, entregues, em pleno regime de Operação e Manutenção, toda atenção e coerência deve ser empregada para que os parâmetros exigidos nem tornem a contratação inviável (pelo alto nível de exigências contratuais e técnicas) nem que os níveis de serviço estejam aquém do que a Empresa necessita para manter sua Operação. Este equilíbrio nem sempre é obtido logo na primeira contratação. Portanto, nas oportunidades de renovação dos Contratos Comerciais, ajustes poderão ser obtidos e melhor definidos para ambos (Contratantes e Contratados). Caso o padrão de Qualidade necessário não seja atingido, outra Prestadora de Serviços ou a revisão dos indicadores de Qualidade solicitados, poderão ser revistos -- visando o melhor ROI (Retorno do Investimento) possível.

Independentes do(s) Serviço(s) contratado(s) (de Voz, Dados, Multimídia, etc), o estabelecimento dos Níveis de Prioridade na recuperação em caso de falhas, necessariamente precisa se alinhar com o Plano Estratégico de Negócios da Empresa Contratante, e gerar o menor custo de administração possível. Sob este ponto de vista, oportunidades para empresas de terceirização de Serviços são visíveis: empresas que atuem na Garantia da Receita, ou na monitoração do Atendimento dos SLAs, poderão fazer uso tanto de ferramentas proprietárias quanto de Softwares Livres para realizar suas atividades primárias. A resultante (o produto) entregue por empresas deste segmento, serão relatórios periódicos de conformidade com os Serviços Contratados, em tempo integral ou parcial no período de análise e acompanhamento (que pode ser definido como diário, semanal, mensal, semestral, anual, etc).

Oportunidades para empresas deste segmento de Prestação de Serviços (de Monitoração e Aferição do Nível e Qualidade de Serviços contratados), serão tão mais visíveis e justificáveis quanto mais desacreditadas forem as respostas à incidentes e

quanto mais dúbios forem os relatórios emitidos pelas Empresas Prestadoras de Serviços. Há medida que o Mercado de Prestadoras de Serviços de Telecomunicações se torna mais profissional, o crescente nº de Clientes atendidos gera um desequilíbrio entre a mão de obra (em equipes técnicas, de relacionamento pré e pós vendas, de emissão de faturas, de atendimento nos call centes, etc).

É fato que o acompanhamento dos Indicadores de Qualidade Contratados tanto se traduz no ajuste dos valores investidos e retornados (ROI) quanto na manutenção de um importante indicador: a tendência da manutenção da Qualidade. Quando uma Prestadora de Serviço caminha na direção de priorizar e atender cada vez melhor seus Clientes, os indicadores passam a ser cada vez mais próximos do contratado (e podem inclusive superar a qualidade inicialmente ofertada) --- sem que valores extremos (que não apresentem "desvios" nos valores padrão) sejam identificados.

Neste estágio evolutivo da análise dos Serviços Contratados e Entregues, fica então a decisão interna da Empresa Contratante: continuar monitorando estes indicadores, através de suas Equipes internas, ou através da contratação de Empresas especializadas em definir, aferir e reportar indicadores de qualidade nas áreas de Prestação de Serviços de Comunicação de Multimídia (Voz, Dados, Vídeo, VPNs, Segurança da Informação, Armazenamento e Backups externos, Hospedagem em Datacenters, etc).

## REFERÊNCIAS

a) Livro

BUICAN, D. **Darwin e o Darwinismo**. Tradução: MAGALHÃES, Lucy. ZAHAR, Jorge . Rio de Janeiro: Coleção Cultura Contemporânea, 2003.

b) Livro

DARWIN, C. **A Origem das Espécies**. Tradução: FONSECA, Eduardo. São Paulo: HEMUS - Livraria Editora Ltda.

c) Documento Eletrônico

CAIDA **Taxonomy**, EUA. Disponível em  
<<http://www.caida.org/tools/taxonomy/performance.xml>>

d) Documento Eletrônico

**Implementation on the Cisco Devices – IPSLA: How to Measure**, EUA, 2012. Disponível em:  
<<http://etutorials.org/Networking/network+management/Part+II+Implementations+on+the+Cisco+Devices/Chapter+11.+IP+SLA/Operations+How+to+Measure/>>. Acesso em: 15 dez 2012.

e) Documento Eletrônico

**Knowledge Base PERT**, EUA, 2012. Disponível em  
<<http://kb.pert.geant.net/PERTKB/BasicGuide>>. Acessado em 10/12/2012.

f) Documento Eletrônico

SGIQ, **Gerenciamento de Indicadores de Qualidade**, Brasília – DF, 2012. Disponível em:  
<<http://sistemas.anatel.gov.br/sgiq/>>. Acesso em: 15 dez 2012.

g) Documento Eletrônico

**Portal de Legislação da Anatel**: legislação do setor de telecomunicações e radiodifusão, vigente e consolidada, organizada **por tipo** (Resoluções da Anatel, Leis, Decretos e Normas do Ministério das Comunicações) **e ano de divulgação e validade**. Brasília – DF, 2012. Disponível em: <<http://legislacao.anatel.gov.br/sgiq/>>. Acesso em: 15 dez 2012.