

Gestão da Disponibilidade de Rede Sob o Ponto de Vista do Cliente

José Maurício dos Santos Pinheiro¹ Edson de Paula Carvalho² Pedro Paulo Leite do Prado³

jm.pinheiro@uol.com.br

edson-carvalho@oi.com.br

pplprado@uol.com.br

1 Centro Universitário de Volta Redonda (UniFOA), Redes de Computadores – Volta Redonda, RJ, Brasil

2 Universidade de Taubaté (UNITAU), Mestrado Profissional em Engenharia Mecânica – Taubaté, SP, Brasil

3 Universidade de Taubaté (UNITAU), Mestrado Profissional em Engenharia Mecânica – Taubaté, SP, Brasil

RESUMO

Estabelecer e manter uma determinada rede operacional e prover, satisfatoriamente, serviços aos clientes tem implicações críticas para as empresas, uma vez que falhas podem afetar seus lucros, custos e produtividade, além de causar insatisfação aos clientes. No entanto, tais serviços podem ser afetados por falhas em enlaces, equipamentos, além de erros gerenciais e operacionais. A proposta deste artigo é analisar a responsabilidade do usuário pela indisponibilidade de seu sistema. Propõe-se uma nova medida de avaliação dos problemas de disponibilidade de rede ocasionados por avaliações equivocadas dos administradores, considerando a ineficácia ou até mesmo a inexistência de ferramentas gerenciais adequadas. Para tanto, é utilizada uma base de dados que consiste no registro de ocorrências no segmento de comunicação de dados e, adicionalmente, propõe-se um método de avaliação de problemas visando melhorar a disponibilidade da rede frente a futuras ocorrências.

Palavras-chave: Gestão. Disponibilidade. Gerenciamento

1. INTRODUÇÃO

As redes de comunicação têm experimentado avanços tecnológicos notáveis e, na mesma medida que novas tecnologias e serviços surgem, essas redes se tornam mais complexas. Tanto as aplicações como os equipamentos evoluem com um ritmo igualmente veloz e, para acompanhar esse ritmo e se manterem atualizadas, as empresas destinam investimentos cada vez maiores nesse tipo de tecnologia, nem sempre foco do seu negócio.

Quando falamos de indisponibilidade na rede corporativa, o usuário final tem como grande vilão o prestador de serviços. Quando surge um problema, a primeira providência é acionar o mesmo para que o sistema seja restabelecido e, muitas das vezes, o usuário não leva em consideração que o problema pode ser seu. Esta postura acaba por aumentar o tempo de paralisação. Quando o cliente reconhece que a causa da interrupção é de sua responsabilidade já se passou um grande tempo, que quase sempre se traduz em perdas financeiras.

A proposta deste artigo é analisar a responsabilidade do usuário pela indisponibilidade de seu sistema. O foco é a análise dos problemas criados pelo usuário e o impacto na

disponibilidade dos serviços. Como fundamentação, utilizamos uma base de dados cedida pela operadora de telecomunicações Oi, que consiste de uma planilha onde estão registrados todos os reparos do mês de janeiro de 2010 no estado do Rio de Janeiro, totalizando 5869 ocorrências no segmento de comunicação de dados.

O motivo de escolher o mês de janeiro foi por se tratar o auge do verão, com variações extremas de temperatura, que freqüentemente beiram os 40 graus, chuvas fortes acompanhadas de descargas atmosféricas e queda de energia. Dentre todas as informações disponíveis foram separadas àquelas relevantes para este trabalho.

2. QUALIDADE DE SERVIÇO

A Qualidade de Serviço (Quality of Service - QoS) é um requisito das aplicações para a qual exige-se que determinados parâmetros estejam dentro de limites bem definidos (um valor mínimo e um valor máximo).

A Qualidade de Serviço pode ser definida de várias maneiras. A *International Organization for Standardization* (ISO) define como sendo o efeito coletivo do desempenho de um serviço, que determina o grau de satisfação de um usuário desse serviço. Em redes de comunicação, a QoS pode ser definida como o desempenho da rede relativa às necessidades das aplicações ou o conjunto de tecnologias que possibilita a essa rede oferecer garantias de desempenho.

Segundo Tanenbaum (2005), “uma vez que uma rede é instalada, espera-se que ela funcione continuamente durante anos sem apresentar qualquer falha no sistema.” Assim, a QoS nas redes de comunicação é um aspecto operacional importante para o desempenho fim-a-fim das aplicações. Assim, a obtenção de uma qualidade de serviço adequada é um requisito de operação da rede e suas componentes para viabilizar a operação com qualidade para uma determinada aplicação.

3. DISPONIBILIDADE

Disponibilidade refere-se ao tempo durante o qual uma rede ou serviço está disponível para seus usuários. A disponibilidade está vinculada à redundância, confiabilidade (precisão, taxas de erros, estabilidade e período de tempo entre falhas), capacidade de lidar com as falhas (resiliência) e à recuperação no caso de interrupções.

A Disponibilidade é a probabilidade de que um sistema esteja funcionando e pronto para uso em um dado instante de tempo. Ela pode ser enquadrada em três classes, de acordo com a faixa de valores desta probabilidade: Disponibilidade Básica, Alta Disponibilidade e Disponibilidade Contínua.

3.1. DISPONIBILIDADE BÁSICA

A Disponibilidade Básica é aquela encontrada em sistemas comuns, sem nenhum mecanismo especial, baseado em software ou hardware, que vise de alguma forma mascarar as eventuais falhas. Costuma-se dizer que redes desta classe apresentam uma disponibilidade de 99% a 99,9%. Estes valores são empíricos e os tempos não levam em consideração a possibilidade de paradas planejadas, porém são aceitas como o senso comum na literatura da área.

3.2. ALTA DISPONIBILIDADE

Adicionando-se mecanismos especializados de detecção, recuperação e mascaramento de falhas, pode-se aumentar a disponibilidade do sistema, de forma que este venha a se enquadrar na classe de Alta Disponibilidade. Nesta classe as redes tipicamente apresentam disponibilidade na faixa de 99,99% a 99,999%, podendo ficar indisponíveis por um período de pouco mais de 5 minutos até uma hora em um ano de operação.

O principal objetivo da Alta Disponibilidade é buscar uma forma de manter os serviços prestados, mesmo que o sistema em si venha a se modificar internamente por causa de uma

falha. Aí está implícito o conceito de mascaramento de falhas, através de redundância ou replicação.

3.3. DISPONIBILIDADE CONTÍNUA

Com a adição de nove se obtém uma disponibilidade cada vez mais próxima de 100%, diminuindo o tempo de inoperância do sistema de forma que este venha a ser desprezível ou mesmo inexistente. Chega-se então na Disponibilidade Contínua, o que significa que todas as paradas planejadas e não planejadas são mascaradas, e o sistema está sempre disponível.

A tabela 1 apresenta os valores de disponibilidade anual para as três classes apresentadas.

Tabela 1 - Valores da disponibilidade anual em função da indisponibilidade anual e mensal

	Disponibilidade Anual (%)	Indisponibilidade Anual	Indisponibilidade Mensal
Disponibilidade Contínua	99,9999999	0,03 segundos	0,003 segundos
	99,999999	0,32 segundos	0,026 segundos
	99,99999	3,15 segundos	0,259 segundos
Alta Disponibilidade	99,9999	31,54 segundos	2,592 segundos
	99,999	5,26 minutos	25,92 segundos
	99,99	52,56 minutos	4,32 minutos
Disponibilidade Básica	99,9	8,76 horas	43,20 minutos
	99,5	43,80 horas	3,60 horas
	99,0	3,65 dias	7,20 horas
1 ano = 365 dias = 8.760 horas = 525.600 minutos = 31.536.000 segundos;			
1 mês = 30 dias = 720 horas = 43.200 minutos = 2.592.000 segundos.			

4. TOLERÂNCIA A FALHAS

De acordo com Garcia et al. (2003), “na maioria dos casos, a eficiência de diversos serviços prestados está associada ao bom desempenho da rede.” Para se entender corretamente do que se está falando quando se discute disponibilidade em redes de comunicação devem-se conhecer os conceitos envolvidos.

Antes de tudo, deve-se entender o que é falha, erro e defeito. Estas palavras, que parecem tão próximas, na verdade designam a ocorrência de algo anormal em três universos diferentes de uma rede de comunicação.

4.1. FALHA

Uma falha acontece no universo físico, ou seja, no nível dos equipamentos. Uma flutuação da fonte de alimentação, por exemplo, é uma falha. Uma interferência eletromagnética também. Estes são dois eventos indesejados, que acontecem no universo físico e afetam o funcionamento do sistema como um todo ou de partes dela.

Conforme destacam Lopes, Sauv e e Nicolletti (2003) “Infelizmente, mesmo o melhor sistema de gerencia de redes não pode evitar todas as falhas. Precisamos localizar e solucionar o problema o mais rapidamente possível”.

4.2. ERRO

A ocorrência de uma falha pode acarretar um erro, que é a representação da falha no universo informacional. Por exemplo, um computador trabalha com bits, cada um podendo conter 0 ou 1. Uma falha pode fazer com que um (ou mais de um) bit troque de valor inesperadamente, o que certamente afetará o funcionamento normal do sistema. Uma falha, portanto, pode gerar um erro em alguma informação.

4.3. DEFEITO

A informação errônea, se não for percebida e tratada, poderá gerar o que se conhece por defeito. O sistema simplesmente trava, mostra mensagem de erro, ou ainda perde os dados do usuário sem maiores avisos. Isto é percebido no universo do usuário. Lopes, Sauvé e Nicolletti (2003) afirmam que “Seja qual for a razão pela qual problemas graves estão sendo descobertos através de usuários, algo deve ser feito para reverter esta situação.”

Recapitulando, uma falha no universo físico pode causar um erro no universo informacional, que por sua vez pode causar um defeito percebido no universo do usuário. A tolerância a falhas visa exatamente acabar com as falhas, ou tratá-las enquanto ainda são erros. Para que uma máquina assuma o lugar de outra, é necessário que descubra de alguma forma que a outra falhou. Isso é feito através de testes periódicos, cujo período deve ser configurável, nos quais a máquina secundária testa não apenas se a outra está ativa, mas também fornecendo respostas adequadas a requisições de serviço.

Um mecanismo de gerenciamento e detecção de falhas equivocado pode causar instabilidade no sistema. Como ressalta Garcia et al. (2003) “é imprescindível a utilização de recursos computacionais que proporcionem um maior dinamismo e precisão no levantamento dos dados necessários à formatação dos diagnósticos”.

5. FAILOVER

O processo no qual uma máquina assume os serviços de outra, quando esta última apresenta falha, é chamado *failover*. O *failover* pode ser automático ou manual, sendo o automático o que normalmente se espera de uma solução de Alta Disponibilidade. Ainda assim, algumas aplicações não críticas podem suportar um tempo maior até a recuperação do serviço e, portanto, podem utilizar *failover* manual. Além do tempo entre a falha e a sua detecção, existe também o tempo entre a detecção e o restabelecimento do serviço. Alguns sistemas podem exigir um considerável período de tempo até retomarem seu funcionamento normal e, durante este tempo, os serviços ainda estarão indisponíveis.

Entretanto, dependendo da natureza do serviço, executar um *failover* significa interromper as operações em andamento, perdendo-as, sendo necessário reiniciá-las após o procedimento. Em outros casos, significa apenas um retardo até que o serviço esteja novamente disponível. Nota-se que o *failover* pode ou não ser um processo transparente, dependendo da aplicação envolvida.

6. RECLAMAÇÕES EM COMUNICAÇÃO DE DADOS - JANEIRO 2010

Como pode ser visto no Gráfico 1, houve um total de 5869 reparos abertos pelos usuários do segmento comunicação de dados no mês de janeiro de 2010 no Estado do Rio de

Janeiro. Destes, 3965 chamados tiveram causas não relacionadas com o cliente final, representando 67,6% do total de ocorrências, os outros 32,4% ou 1904 reclamações são problemas originados no cliente.

Observa-se que 32,4% são um montante significativo, representando quase um terço do total de reparos gerados no mês. Levando-se em consideração que o cliente necessita destes serviços funcionando, o prejuízo pode ser significativo.

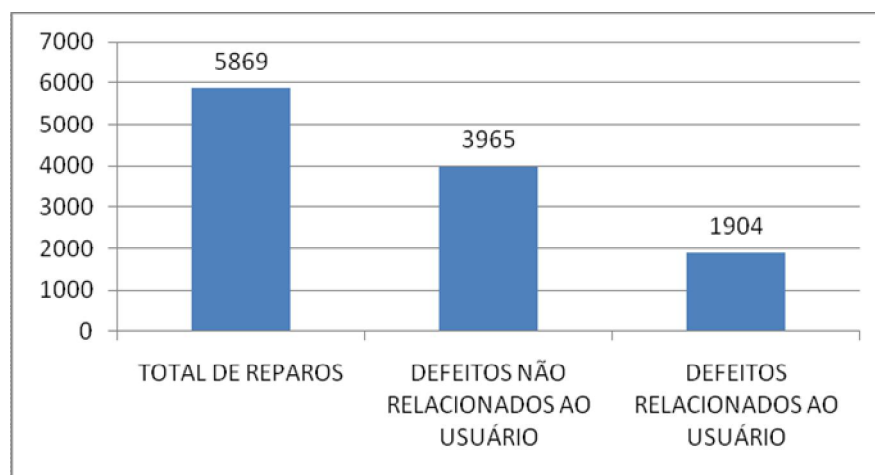


Gráfico 1 - Total de reparos abertos por usuários de comunicação de dados

7. ESTRATIFICAÇÃO DOS DEFEITOS CAUSA CLIENTE

As diferentes causas de interrupção relacionadas ao cliente são estratificadas no Gráfico 2. As ocorrências têm origem não somente em equipamentos, como também em virtude de interpretações errôneas do cliente frente ao problema.

Algumas questões são colocadas: O sistema parou; o quê fazer? Vamos reclamar com o prestador de serviços e ficar esperando uma solução? Será que o administrador agiu corretamente? E se o problema for do cliente, quanto tempo ficará parado até que seja comunicado que será necessária sua atuação?

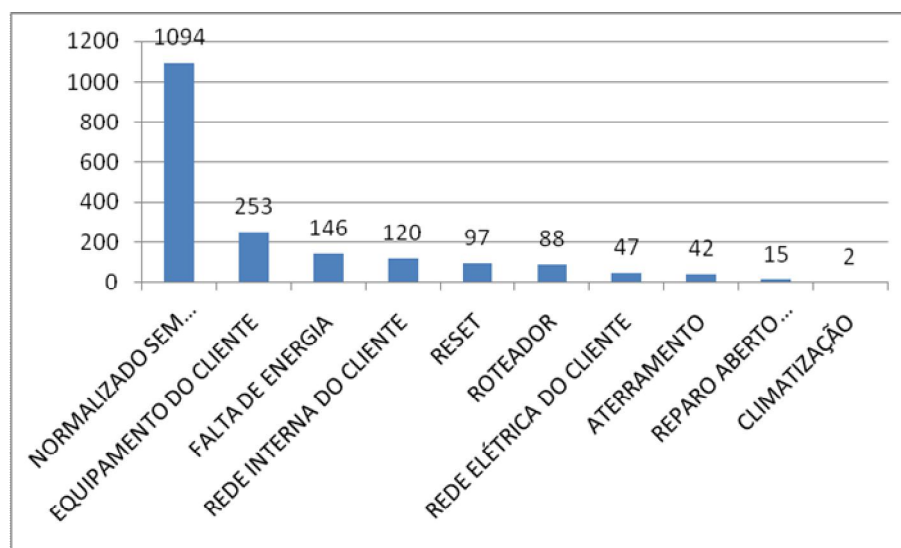


Gráfico 2 - Estratificação do total de defeitos do cliente

Sobre o total de defeitos do cliente é possível determinar percentualmente a influência de cada tipo de problema na disponibilidade dos serviços, conforme indicado no Gráfico 3.

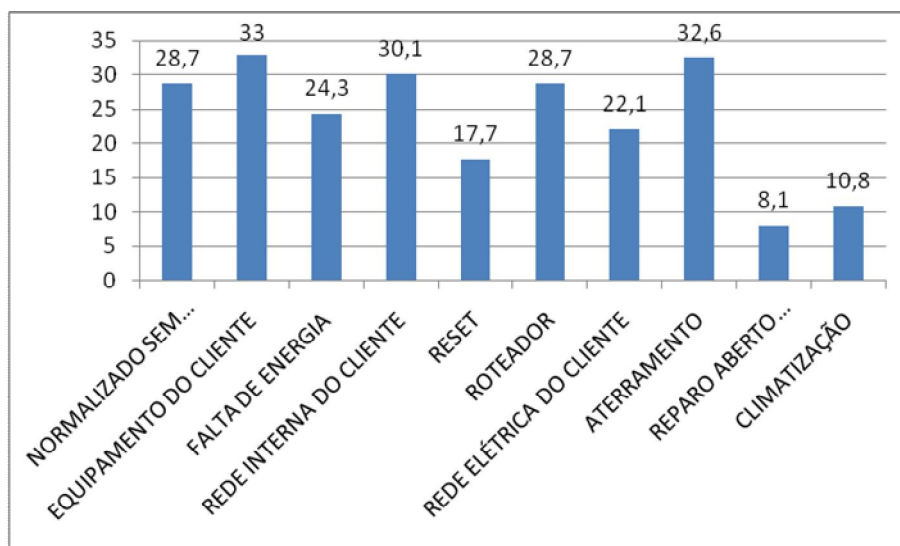


Gráfico 3 – Percentuais de influência dos problemas na disponibilidade da rede

7.1. NORMALIZADO SEM ATUAÇÃO

Certamente, este item reflete o maior problema enfrentado pelos prestadores de serviços. Dentre as causas cliente, detêm a significativa fatia de 57,5% do total, ou 1094 reclamações.

O reparo é aberto, todos são mobilizados, do nada tudo volta a funcionar. Quem foi o responsável? Talvez nunca se saiba. São problemas que podem ter como origem uma instabilidade repentina dos equipamentos, ou uma interpretação errada por parte do reclamante das evidências no momento da paralisação de seus serviços. Levando em consideração a confiabilidade dos equipamentos e a enorme quantidade de ocorrências deste tipo, pode-se afirmar que, dividindo esta conta entre o cliente e o prestador do serviço, ainda há uma grande parcela de culpa atribuída ao usuário.

Mas o que isto acarreta para o mesmo? Esta postura gera indisponibilidade, muita das vezes uma simples intervenção em seus equipamentos restabeleceria o sistema. Ocorre também que no momento da abertura do chamado o prestador de serviços tem total liberdade para intervir nos equipamentos, o que acaba por gerar mais indisponibilidade.

Não se pode deixar de analisar mais um ponto, o tempo de tratamento da reclamação, tempo que é medido a partir do momento em que o reparo é aberto até seu encerramento com o cliente. Para o caso do reparo fechado como normalizado sem atuação o tempo médio de tratamento é de 28,7 horas. Mas, o que isto acarreta? Durante grande parte deste tempo a prestadora de serviços pode interromper o circuito para testes. Tem-se a mobilização de técnicos tanto na gerência da rede como no atendimento local ao cliente. O usuário por sua vez mobiliza funcionários durante este tempo para acompanhar o atendimento, o que compromete a rotina diária. Os dois lados acabam perdendo com a mobilização desnecessária de recursos e tempo.

7.2. EQUIPAMENTO DO CLIENTE

O equipamento aparece como segunda maior causa de interrupções relacionadas ao usuário, com 253 reclamações que correspondem a 13,3% do total de reparos com causa cliente. As falhas de equipamento têm um tempo médio de resolução de 33 horas.

Neste tipo de interrupção o técnico prova ao cliente que o defeito encontra-se em seu equipamento, o qual normalmente precisa ser trocado. Este caso é crítico para o usuário, pois envolve a disponibilidade do novo equipamento que, em muitos casos, têm um mantenedor que precisa ser acionado com um tempo estimado de atendimento. Normalmente os serviços ficam interrompidos por um período de tempo significativo.

7.3. PROBLEMAS ELÉTRICOS

Para um tratamento mais objetivo este item concentrará todas as ocorrências relacionadas a problemas elétricos do cliente. A falta de energia da concessionária, falhas na rede elétrica do cliente e no aterramento, são tratados dentro de um único tópico.

7.3.1. FALTA DE ENERGIA

Equipamento do usuário sem alimentação elétrica aparece na terceira colocação com 146 ocorrências, ou 7,6% dentre as causas cliente. O tempo médio de tratamento neste caso é de 24,3 horas.

Até para usuário doméstico a falta de energia parece óbvia. Tratando-se do usuário corporativo, que depende do sistema funcionando, não deveria ocorrer tão frequentemente como registra a tabela.

7.3.2. REDE ELÉTRICA

O item rede elétrica é bem abrangente, cobre problemas de sistemas de fornecimento de energia ininterrupta, conhecidos como UPS ou no-breaks, tomadas com nível de tensão inadequado, disjuntor desarmado, entre outros. Aparecem com 47 ocorrências, correspondentes a 2,5% das causas cliente e tempo médio de reparo de 32,6 horas.

7.3.3. ATERRAMENTO

O aterramento frequentemente é deixado de lado pelos usuários, mas muitos equipamentos necessitam do mesmo para funcionar corretamente. Existem casos onde ele não existe, o eletricitista vincula o mesmo ao neutro da rede elétrica ou até casos absurdos onde ele é ligado ao pára-raios. O tempo médio de tratamento é de 22,1 horas e representam 42 reclamações ou 2,2% das causas cliente. Somando-se todos os itens anteriores, chega-se ao total de 235 ocorrências relacionadas a problemas elétricos ou 12,3% das reclamações com causa cliente.

Voltando ao caso dos reparos normalizados sem atuação, ou seja, o circuito volta a funcionar sem explicação, com certeza muitos deles tem relação com problemas elétricos. Um mau funcionamento de um no-break ou um aterramento com problemas, por exemplo, podem causar uma instabilidade momentânea paralisando os serviços. O leque de problemas devido à

instabilidade elétrica pode ser ampliado com equipamentos que podem travar ou desconfigurar, e nos casos mais extremos, queimar.

7.4. REDE INTERNA DO CLIENTE

Englobam todos os defeitos relacionados à infraestrutura de cabeamento tais como par interno, conectores, cabos de rede desconectados ou com defeito. Foram 120 ocorrências ou 6,3% dos reparos com causa cliente, com um tempo médio de tratamento de 30,1 horas.

7.5. RESET

Com 97 ocorrências ou 5,1% dos reparos causa cliente, são os mais fáceis de resolver. Bastaria que algum funcionário desligasse e ligasse o equipamento para o mesmo voltar a funcionar. Um procedimento simples que evitaria um desperdício de 17,7 horas no tratamento da paralisação.

7.6. ROTEADOR

São 88 ocorrências ou 4,6% do total de reparos com causa cliente. Abrangem roteadores queimados, desconfigurados ou que em algumas vezes apresentam erros que são solucionados com uma troca de tomada.

Este tipo de ocorrência tem um tempo médio de tratamento de 28,7 horas por parte do prestador de serviços. Para o usuário pode ser bem maior devido ao tempo de substituição ou reconfiguração do mesmo, podendo chegar facilmente a dois dias de interrupção.

7.7. CLIMATIZAÇÃO

Foram apenas duas ocorrências com um percentual desprezível e tempo médio de tratamento de 10,8 horas. Este resultado foi uma surpresa, era esperada uma quantidade maior de reparos devido à elevada temperatura no mês de janeiro. Talvez um maior cuidado com este item seja em virtude dos equipamentos ficarem, na grande maioria das vezes, no mesmo local de trabalho dos usuários.

7.8. REPARO ABERTO INDEVIDAMENTE

São reparos onde o cliente desiste do atendimento. O próprio cliente detecta que o problema é de sua responsabilidade e cancela o chamado. Este item apresenta uma participação menor que 1% no total de reparos devido ao cliente. Foram 15 ocorrências com um tempo médio de 8,1 horas de tratamento.

8. MELHORANDO A DISPONIBILIDADE DA REDE

A configuração e manutenção, o controle e a gestão do hardware e do software em ambientes de redes são atividades dotadas de graus de complexidade variáveis e diferentes, onde podem ocorrer erros de operação, inconsistências, interrupções inesperadas, problemas

de instabilidade e falhas de segurança, que afetam o funcionamento e prejudicam os usuários. Podemos abordar procedimentos preventivos para evitar as ocorrências acima.

8.1. PLANO DE INSPEÇÃO

Para evitar surpresas desagradáveis é interessante elaborar um plano de inspeção preventiva. Nas redes com maior tempo de utilização, um check-up periódico das instalações pode fornecer dados capazes de orientar os responsáveis por sua administração sobre as melhores práticas de manutenção visando uma perfeita conservação dos recursos da rede e sua proteção.

Planejamento e conhecimento são fundamentais para a redução dos custos de manutenção e quanto maior a rede torna-se mais necessário se concentrar no projeto dos sistemas e na qualidade da instalação. Redes maiores também aumentam os custos de produtividade perdida decorrente do tempo de paralisação por afetar um maior número de usuários. Assim, quanto maior ou mais crítica, mais importante será a construção de uma infraestrutura confiável e de qualidade. Para tanto, deve-se:

- Coordenar o projeto de construção da rede desde sua concepção até a conclusão;
- Selecionar a infraestrutura correta que melhor se enquadre no negócio;
- Disponibilizar soluções de hardware e software que atendam as necessidades dos clientes;
- Treinamento de pessoal.

8.2. RECOMENDAÇÕES PRÁTICAS PARA INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Segundo Pinheiro (2007), “O projeto elétrico deverá ser concebido de forma a garantir a continuidade operacional da rede de comunicação, mesmo em condições de falhas parciais”. Pinheiro (2007) ainda enfatiza que, apesar de não existir regulamentação específica para as instalações elétricas usadas para redes de comunicação, é possível listar alguns procedimentos básicos capazes de assegurar a qualidade e confiabilidade do sistema elétrico do cliente:

- Aterramento integrando todos os pontos de alimentação de energia existentes;
- Circuitos elétricos dedicados para os equipamentos de rede, originando-se no equipamento de serviço e alimentando um painel dedicado, com aterramento e proteção por disjuntores;
- Evitar o uso de circuitos elétricos usados para suprir cargas reativas (motores) e cargas cíclicas (sujeitas a manobras e comutação – liga/desliga);
- Sempre que possível, agrupar os equipamentos em circuitos ramais individuais para minimizar possíveis efeitos de falhas na rede elétrica;
- Utilizar dispositivos elétricos (cabos, plugues, tomadas, protetores etc.) que obedecem às normas em vigor da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT;
- Em locais onde haja alta incidência de raios, recomenda-se, como proteção primária, a utilização de protetores de surtos de estado sólido, combinados ou não com tubos de gás e, como proteção secundária, filtros de linha. Nesses casos, um ponto de terra de qualidade é absolutamente necessário;
- Junto aos equipamentos de rede como servidores, switches, roteadores etc., recomenda-se o uso de UPS estáticos, sendo recomendado utilizar baterias seladas.

A inspeção da rede de comunicação, integrada com a verificação do sistema de fornecimento de energia elétrica constitui-se em uma excelente ferramenta para garantir o funcionamento seguro de todo o sistema, preservando os investimentos no sistema e valorizando aspectos como a disponibilidade e o desempenho da rede como um todo.

9. CONCLUSÃO

Baseando-se no exposto anteriormente, fica evidente a necessidade de uma melhoria nos procedimentos de triagem de problemas por parte do usuário. A análise da base de dados da operadora de telecomunicações evidenciou uma grande ocorrência de defeitos com causa cliente, influenciando fortemente a disponibilidade do sistema.

Erros de diagnósticos dos problemas pelo usuário acabam gerando um acionamento desnecessário do prestador de serviços, este acionamento têm um custo, que em algum momento será repassado ao cliente. O usuário necessita fazer sua parte, investindo em equipamentos de qualidade, treinamento de mão de obra, além de montar uma infraestrutura dentro das normas regulamentadoras necessárias. Seguindo estas recomendações, teremos a garantia do funcionamento dentro dos valores desejados pelo cliente de disponibilidade do sistema.

Embora o trabalho tenha utilizado dados de uma empresa de telecomunicações, suas conclusões podem ser aplicadas em qualquer área de atuação onde exista uma relação entre cliente e prestador de serviços.

10. REFERÊNCIAS

GARCIA, Anilton et al. Uma Metodologia de Gerência de Desempenho em Redes de Computadores: Análise e Aplicação de Ferramentas de Gerência. In Revista INATEL VOL. 3. Instituto Nacional de Telecomunicações (INATEL). Santa Rita do Sapucaí, 2003.

LOPES, Raquel V.; **SAUVÉ**, Jacques P.; **NICOLLETTI**, Pedro S. Melhores Práticas para Gerência de Redes de Computadores. Campus, 2003.

OI TELECOMUNICAÇÕES S.A. Painel Diário de Reparos, relativo aos indicadores de reparo da área Operação Dados no mês de janeiro. Rio de Janeiro, 2010.

PINHEIRO, José M. S. Infra-estrutura Elétrica para Redes de Computadores. Editora Ciência Moderna. Rio de Janeiro, 2007.

TANENBAUM, Andrew. Redes de Computadores, 4 ed. Rio de Janeiro: Campus, 2005.