

# QUALIDADE E DISPONIBILIDADE DA ENERGIA ELÉTRICA PARA REDES DE COMPUTADORES

PROF. ESPECIALISTA JOSÉ MAURÍCIO DOS SANTOS PINHEIRO

*Centro Universitário de Volta Redonda - UniFOA*

*e-mail: [jm.pinheiro@uol.com.br](mailto:jm.pinheiro@uol.com.br)*

As atuais redes de computadores resultam em sistemas de gerenciamento complexo, compostos por inúmeros protocolos, diversos meios para o transporte da informação e novas tecnologias de sinais. O seu projeto deve incorporar sistemas elétricos confiáveis e dispositivos de proteção capazes de garantir a integridade dos ativos de rede. Falhas de equipamentos, o tempo de inatividade da rede, o prejuízo com software e dados, podem ser resultado de uma infra-estrutura elétrica inadequada. Assim, a escolha de materiais de qualidade e uma infra-estrutura bem executada são quesitos importantes para o bom funcionamento de todo o sistema.

## **1. Rede Elétrica Confiável**

Muitos problemas que ocorrem nas redes de computadores são originados no sistema elétrico comercial, que está submetido a condições climáticas adversas, juntamente com falhas de proteções, acidentes e operações de conexão. Do mesmo modo, os problemas no fornecimento que afetam os equipamentos eletroeletrônicos freqüentemente são gerados localmente, dentro da instalação e a partir de diversas situações, como condições da edificação, grandes cargas de partida existentes, componentes com defeito, entre outros.

Contar com uma rede elétrica confiável em processos críticos é um desafio para os projetistas das redes de computadores. Esses sistemas necessitam de energia limpa e confiável, com alta disponibilidade e livre de distúrbios para maximizar sua eficiência e o tempo de funcionamento. Através do planejamento apropriado da infra-estrutura elétrica, associado com um projeto que inclua dispositivos de proteção adequados, é possível eliminar ou pelo menos minimizar bastante as consequências que os distúrbios da energia elétrica podem causar a um sistema de automação. Neste sentido são inquestionáveis a necessidade de uma rede elétrica de alta qualidade e confiabilidade e, através dela, espera-se obter um projeto e instalação adequados e uma rede com imunidade suficiente para operar sem degradação na presença de distúrbios eletromagnéticos.

### **1.1. Qualidade da Energia Elétrica**

O uso generalizado de componentes eletrônicos, desde eletrodomésticos até o controle de processos industriais, fez com que se tomasse mais consciência sobre a qualidade do fornecimento da energia elétrica. A qualidade desse fornecimento, ou mais especificamente, a perturbação na qualidade desse fornecimento, é definida, em geral, como qualquer alteração das grandezas elétricas (tensão, corrente ou freqüência) que interfere com o funcionamento normal dos equipamentos. Desta forma, o conceito de qualidade da energia elétrica está relacionado ao conjunto de alterações que podem ocorrer no sistema elétrico e que podem ser representadas por qualquer problema de energia manifestado nos valores de tensão, corrente ou

nas variações de frequência, que resulte em falha ou má operação de equipamentos. Tais alterações podem ocorrer em várias partes do sistema elétrico, seja nas instalações dos usuários ou no próprio sistema da concessionária de eletricidade.

A qualidade da energia elétrica fornecida é relevante para aplicações críticas em todas as condições operacionais. Entretanto, a energia elétrica comercial pode, ocasionalmente, ser fornecida com instabilidades, oscilação, surtos e transientes além dos limites operacionais dos sistemas. Isso pode ocorrer devido a alterações na demanda da transmissão, em parte devido ao projeto estrutural e em parte pela conversão de energia CA para CC nos dispositivos.

A realidade é que os problemas na qualidade da energia elétrica vêm se agravando em todo o mundo por diversas razões, entre elas duas se destacam:

- **Instalação de cargas não-lineares** – uso de equipamentos que aumentam os níveis de distorções harmônicas e podem levar o sistema a condições de ressonância;
- **Maior sensibilidade** - equipamentos eletrônicos são cada vez mais sensíveis aos efeitos dos distúrbios de qualidade da energia elétrica.

É cada vez mais comum a utilização de redes de computadores nos ambientes industriais, comerciais e residenciais. Além dos problemas ocasionais no fornecimento de energia elétrica, a ocorrência dos impulsos elétricos de alta intensidade e de curta duração, normalmente provenientes das descargas atmosféricas, é extremamente prejudicial a todo tipo de equipamento eletrônico usado nesses ambientes. Isto ocorre porque os equipamentos eletrônicos são cada vez mais sensíveis a problemas de qualidade de energia e mais poluidores também, provocando distúrbios que podem afetar outros equipamentos próximos.

Interrupções no fornecimento de eletricidade podem ocasionar problemas operacionais. Uma interrupção, seja ela momentânea ou temporária, pode causar grandes transtornos, danos e tempo de inatividade de rede, tanto para o usuário doméstico como para o usuário corporativo. Um usuário de computador doméstico ou de uma empresa pode perder informações valiosas quando o fornecimento de energia é interrompido. No ambiente industrial isto não é diferente. Muitos processos industriais contam com o movimento constante de certos componentes mecânicos. Quando estes componentes desligam repentinamente, como consequência de uma interrupção de energia, a produção é afetada e os equipamentos podem ser danificados, gerando custos associados com o tempo de inatividade, reparos e nova entrada em funcionamento.

## **1.2. Fontes de Interferência**

O ambiente eletromagnético de uma rede de computadores é o resultado do funcionamento dos diversos elementos adicionados ao ruído ambiente no qual estão inseridos e pode ser definido pelos seus diversos equipamentos e sistemas constituintes, tais como a rede de energia elétrica, tipo de edificação, infra-estrutura, tipo de cabeamento, natureza dos equipamentos instalados e pelo ambiente externo que o circunda. Esse ambiente pode ser alterado à medida que ocorrerem reformulações no layout dos equipamentos, do cabeamento e, principalmente, na instalação elétrica.

### 1.2.1. Interferência Eletromagnética

A Interferência Eletromagnética – EMI (*ElectroMagnetic Interference*) pode ser definida como a interferência ou ruído gerado nos sistemas eletrônicos, como resultado das características inerentes aos próprios dispositivos instalados nesses sistemas. Ela constitui-se num obstáculo à melhoria dos níveis de confiabilidade dos equipamentos utilizados nas redes de comunicação, afetando diretamente seus usuários e vem se tornando uma das maiores causas de falhas nas transmissões de dados.

A Interferência Eletromagnética é um dos maiores causadores de falhas em redes de comunicação, principalmente quando são utilizados protetores, cabos e acessórios de infra-estrutura inadequados para o sistema de energia elétrica. Ela pode ocorrer internamente ou externamente ao sistema de comunicação, mas sua causa sempre se origina nas perturbações eletromagnéticas.

### 1.2.2. Efeitos da Interferência Eletromagnética

Todos os equipamentos eletrônicos propagam a corrente elétrica e, conseqüentemente, produzem um campo eletromagnético. Este campo eletromagnético é composto por duas entidades: um campo elétrico presente quando há tensão elétrica e um campo magnético, que existe quando há fluxo de corrente elétrica. Ambos os campos determinam o tipo de interferência eletromagnética que estarão presentes no sistema.

A EMI pode ser responsável por diversos efeitos, dentre eles podemos ter falhas na comunicação entre os dispositivos da rede, caracteres estranhos nas interfaces de vídeo, alarmes acionados sem motivo aparente, falhas esporádicas e que não seguem uma lógica, queima de circuitos eletrônicos e ruídos elétricos na alimentação.

Na verdade, todo circuito eletrônico produz algum tipo de campo magnético ao seu redor e, assim, se torna gerador de EMI. Como conseqüência, temos a transferência energia eletromagnética (ou acoplamento) entre um equipamento “fonte” e um equipamento “vítima”, que pode ocorrer por radiação ou condução, ou ambos. Em todos os casos temos o envolvimento de uma fonte de energia eletromagnética, um dispositivo que responde a esta energia (vítima) e um caminho de transmissão (acoplamento) que permite a energia fluir da fonte até a vítima (Figura 1).



Figura 1 - Transferência entre fonte e receptor

Para diagnosticar um problema de EMI, um modelo fonte – caminho - receptor pode se bastante útil. Como mencionado, são necessários os três componentes, simultaneamente, para existir um problema de EMI:

- Uma fonte de energia;
- Um receptor, que possa ser perturbado por esta energia;
- Um caminho para acoplar esta energia indesejável entre a fonte e o receptor.

Inicialmente deve-se identificar a fonte da perturbação eletromagnética, o mecanismo de acoplamento (como que as perturbações eletromagnéticas geradas são acopladas ao circuito) e a vítima (o circuito que está sendo afetado). Então é possível estudar uma solução para o problema trabalhando-se em um ou mais destes componentes para se reduzir o ruído acoplado.

Na Figura 2 temos exemplos típicos destes três componentes. Observa-se que existem diversas combinações possíveis entre eles, mas nem todas resultam em um problema de EMI.

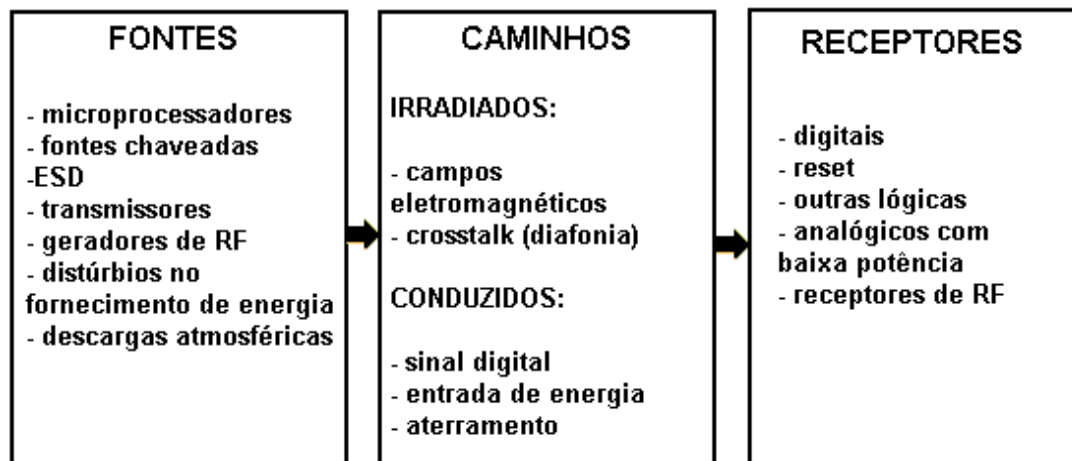


Figura 2 – Modelo fonte – caminho – receptor

O problema da EMI pode ser combatido através da intervenção num dos componentes do modelo: na fonte, no caminho ou no receptor, ocorrendo basicamente de três formas:

- Supressão da emissão na fonte;
- O caminho de acoplamento deve ser o mais ineficiente possível;
- Tornando o receptor menos susceptível ao ruído.

### 1.2.3. Prevenindo a Interferência Eletromagnética

Uma instalação elétrica adequada é essencial para que os equipamentos não sejam afetados por EMI. É necessário manter os terminais de conexão dos componentes curtos para minimizar indutâncias. A mesma providência vale para conexões de filtros, blindagens e dispositivos de isolação para o potencial de terra. Devem-se colocar protetores de transientes e filtros no ponto de entrada dos equipamentos para minimizar a poluição das conexões internas.

Quando se usam tanto protetores de transientes quanto filtros, é preciso instalar os protetores o mais próximo possível do ponto de alimentação elétrica. Pode ser necessário combinar mais de um método de proteção, dependendo dos problemas que se quer prevenir ou solucionar e assim, oferecer diversos níveis de proteção.

Dois conceitos básicos devem ser considerados: em primeiro lugar devem-se tratar todos os cabos como se fossem antenas não intencionais. Qualquer condutor com dimensão maior que 1/20 de comprimento de onda pode se comportar como uma boa antena para essa onda. Considerar também que um cabo, mesmo blindado, poderá irradiar EMI. É muito comum que uma corrente de alta frequência seja

acoplada na blindagem, fazendo com que a blindagem do cabo se comporte como uma antena.

Em segundo lugar devem-se determinar os circuitos mais críticos para atuarem como transmissores não intencionais, por exemplo, circuitos que operam com sinais altamente repetitivos como o sinal de sincronismo. No caso dos cabos e conectores de rede, quanto mais alta a frequência de operação, maior deve ser a qualidade desses componentes. Cabos atuam como antenas não intencionais (tanto receptoras como transmissoras) para energia de RF. Conectores propiciam fuga não intencional de (e para) a blindagem do cabo e maus conectores podem tornar um ótimo cabo, ineficiente. Dessa forma, cabos e conectores devem ser considerados como um sistema e não individualmente.

Uma analogia interessante é uma mangueira de jardim. A conexão da mangueira à torneira e também entre a mangueira e a conexão, são tão importantes como o material da mangueira. A melhor mangueira do mundo vaza se a conexão não for boa. O mesmo acontece com cabos e conectores para problemas de EMI.

Seguem-se algumas recomendações:

- **Blindagem** - Utilizar blindagem para frequências de operação até 10 MHz. Acima desta frequência, fugas tendem a ocorrer através da blindagem. Neste caso, devem-se utilizar malhas de alta cobertura, ou malhas sobre folhas metálicas;
- **Conectorização** - Usar conectores de qualidade para qualquer frequência de operação, particularmente acima de 10 MHz. O objetivo é prover cobertura de 360° na junção entre a blindagem do cabo e o chassi do equipamento. Cada junção não deve oferecer fugas (blindagem do cabo ao conector, conector a conector, e conector ao chassi);
- **Filtragem** – Não sendo possível utilizar blindagem, devem-se filtrar os sinais no cabo. A filtragem é necessária para evitar que frequências mais altas entrem ou saiam do sistema através dos cabos. Os filtros devem ser instalados próximos dos conectores para minimizar a captação do ruído pelos circuitos internos do equipamento;
- **Encaminhamento de cabos** - Cabos internos ao equipamento também são antenas não intencionais. Deve-se tomar cuidado com a rota destes cabos, evitando que passem perto de ranhuras no chassi (por exemplo, ranhuras de ventilação). Isto é especialmente crítico quando esses cabos transportam sinais de baixo nível de potência;
- **Aterramento de condutores** - Ao utilizar *flat cable*, utilizar o maior número de fios possível para retornos de terra e os espalhar uniformemente no cabo. Isto minimiza áreas de *loop* que funcionam como antenas. A melhor condição é uma linha de retorno de terra para cada sinal.

## 2. Condicionamento de Energia

Redes de computadores necessitam de energia elétrica com alta disponibilidade e livre de distúrbios. No atendimento desses sistemas, na complementação ou substituição da eletricidade fornecida pela concessionária de energia, podemos contar com fontes de energia elétrica de reserva, capazes de suprir a demanda da rede com total confiabilidade.

Condicionar energia significa estabelecer padrões de comportamento (continuidade no fornecimento, limites especificados, isenção de distúrbios) previsíveis

para que a energia fornecida pelo sistema público de distribuição seja utilizada pelos consumidores de forma eficiente e sem riscos de acidentes pessoais e materiais.

Os dispositivos para condicionamento de energia visam corrigir um ou mais desvios no fornecimento da energia elétrica para as cargas, recebendo a eletricidade fornecida pela concessionária (normalmente carregada de distúrbios e eventos potencialmente destrutivos e imprevisíveis) e a transformando em energia com um comportamento previsível e aceitável para a maioria das cargas que dela dependem.

O condicionamento da energia para um sistema de automação pode ser conseguido pela utilização de quatro tipos básicos de dispositivos:

- **UPS (*Uninterruptible Power Supply*):** Quando existe queda ou interrupção da rede elétrica, a energia é suprida por um conjunto de baterias, que através de circuitos específicos, converte a tensão contínua (DC) para tensão alternada (AC) para alimentar os equipamentos;
- **Estabilizadores de tensão:** mantêm a tensão fornecida aos equipamentos dentro dos limites especificados, indicados como um valor percentual da tensão de operação (tensão nominal);
- **Filtros:** Providenciam a filtragem dos ruídos de alta frequência proveniente da rede elétrica como as interferências de radiofrequência e eletromagnéticas;
- **Protetores de surtos:** Dispositivos destinados a suprimir tensões perigosas da rede elétrica (proteção contra surtos de tensão e sobrecarga, tensões induzidas por descargas atmosféricas, contatos acidentais de linhas elétricas de diferentes potenciais, indução, etc.).

### 3. Criticidade do Sistema Elétrico

O nível de criticidade do sistema elétrico é determinado pela análise das necessidades do consumidor, da infra-estrutura existente e da qualidade da energia elétrica fornecida. Pode-se classificar a criticidade do sistema elétrico em três níveis:

- **Nível Alto:** quando o consumidor necessita de 100% de confiabilidade e disponibilidade de energia em função da importância da continuidade de funcionamento do sistema;
- **Nível Médio:** quando o consumidor necessita de 100% de confiabilidade de qualidade de energia condicionada, porém pode ser interrompido, desde que seja de uma forma programada. Isto é, numa situação de ausência de energia CA de entrada, o dispositivo de fornecimento e condicionamento de energia deve ter autonomia suficiente para manter o consumidor em funcionamento por um tempo mínimo para o seu desligamento programado;
- **Nível Baixo:** quando o consumidor necessita apenas de confiabilidade na qualidade de energia condicionada, porém não sofre e nem gera prejuízos com as interrupções prolongadas de energia. Este é um caso típico de consumidor sensível a variações da má qualidade de energia, tais como, micro interrupções, transitórios e oscilações da energia, entre outros, mas nas situações de falta de energia prolongadas, simplesmente se desliga sem danos ou prejuízos ao sistema.

### **3.1. Equipamentos Sensíveis**

Equipamentos sensíveis são definidos como aqueles que têm seu desempenho mais amplamente afetado pelos distúrbios da rede elétrica. Dentre eles podemos citar os equipamentos comumente encontrados nas redes de comunicação (computadores, impressoras, modems, roteadores, switches etc.), equipamentos de áudio e vídeo, equipamentos médico-hospitalares e de telecomunicações, entre outros.

Motores elétricos, lâmpadas e eletrodomésticos em geral costumam apresentar menor sensibilidade aos distúrbios mais comuns da rede elétrica e, portanto, não são considerados equipamentos sensíveis.

### **3.2. Sistemas de Missão Crítica**

A evolução da tecnologia e a integração entre as redes de automação e as redes corporativas criaram um novo desafio no projeto das instalações elétricas para as redes de computadores: o aumento de cargas sensíveis e aplicações de missão crítica. Todo e qualquer equipamento que necessite de proteção contra distúrbios da rede elétrica é considerado uma carga sensível.

Já a expressão “aplicações de missão crítica” faz referência aos sistemas que necessitam estarem disponíveis 24 horas por dia durante os 365 dias do ano, sistemas de automação, por exemplo. Esse tipo de sistema necessita de uma infraestrutura adequada que propicie a disponibilidade necessária para atender as necessidades constantes dos equipamentos e energia elétrica segura e de qualidade.

Outros sistemas de missão crítica devem ser igualmente protegidos e necessitam de formas de alimentação alternativas. Como permitir ou restringir o acesso de pessoas às instalações de uma empresa se os sistemas de controle de acesso físico dependem de alimentação elétrica? Sistemas de captação e gravação de imagens (câmeras e gravadores de vídeo) devem estar sempre alimentados, bem como detectores de movimento e sensores de presença. Sistemas de comunicação, como enlaces de rádio e centrais telefônicas também devem possuir redundância de fontes de alimentação elétrica.

As soluções para evitar problemas no fornecimento variam tanto em eficiência quanto em custo. Muitas vezes são necessários alguns dispositivos adicionais para permitir que os sistemas permaneçam funcionando mesmo durante a ocorrência de perturbações no fornecimento de energia elétrica ou que eles sejam reiniciados com segurança depois (ou durante) interrupções inevitáveis. Quanto mais críticos e importantes forem esses sistemas, maior será a exigência de redundância e segurança da rede elétrica, havendo a necessidade de redundância de equipamentos de mesma função para garantir o suprimento de energia das cargas críticas.

O primeiro passo deve estar direcionado para eliminar ou reduzir a probabilidade de potenciais falhas do sistema. Obviamente, um bom projeto elétrico é essencial. Esse mesmo princípio deve ser aplicado ao projeto da infra-estrutura da rede de dados (cabeamento estruturado, hardware de conexão etc.), que é tão vulnerável quanto o sistema elétrico.

A inspeção e manutenção são outros quesitos essenciais nas instalações elétricas e devem ser realizados mesmo que voluntariamente. O ponto que garante a harmonia de todo o projeto é a manutenção, que aumenta a vida útil da instalação e reduz os riscos. Essa manutenção deve seguir alguns procedimentos estabelecidos pela norma ABNT NBR 5410 e deve ser realizada com uma periodicidade defi-

nida. A norma cobre praticamente todos os tipos de instalações de baixa tensão como edificações residenciais, comerciais e industriais em geral, sendo aplicável também no projeto elétrico dos sistemas que envolvem o uso de computadores e outros equipamentos associados.

#### **4. Gerenciamento de Energia**

O termo Gerenciamento de Energia ou *Power Management* é usado em diversos contextos. Os mais comuns são em referência ao controle de consumo de energia elétrica e ao monitoramento de equipamentos para condicionamento e fornecimento ininterrupto de energia.

A instalação desses equipamentos cria um ambiente protegido dos distúrbios no fornecimento de energia elétrica. Mas isso é feito com um propósito maior: preservar os dados que trafegam na rede e que são utilizados pelos diversos sistemas. Para que isso seja possível, no entanto, é preciso que os equipamentos sejam constantemente monitorados e que, em caso de alterações no fornecimento de energia, os sistemas implicados sejam adequadamente desligados antes que o corte de energia efetivamente aconteça.

##### **4.1. Sistemas de Gerenciamento Remoto**

Uma boa parte dos equipamentos utilizados nos projetos de sistemas de comunicação possui algum tipo de recurso de gerenciamento de energia que permite colocá-lo em algum estado de consumo reduzido. Outros equipamentos eletrônicos como impressoras, copiadoras, controladores, etc., também possuem modos de baixo consumo ou espera. De qualquer modo, depende do usuário configurar o que se chama de políticas de consumo, diretrizes que definem os limites de tempo utilizado para assumir quando o equipamento está ocioso e qual o estado de consumo em que ele deve ser colocado.

Entretanto, a necessidade de intervenção do usuário para a configuração e habilitação desses mecanismos de controle pode se tornar um empecilho ao gerenciamento de energia nos ambientes corporativos, onde o número de equipamentos em rede é considerável. Neste tipo de estrutura é pouco produtivo configurar cada equipamento individualmente. Além disso, pode ser necessário estabelecer diferentes políticas de consumo para diferentes períodos do dia ou mesmo optar-se por não habilitar o gerenciamento de energia para evitar acidentes durante procedimentos não programados em que determinados equipamentos (servidores de rede e controladores lógicos, por exemplo), precisam estar acessíveis na rede.

Uma forma para tornar esse controle mais efetivo é centralizar as operações que normalmente seriam executadas isoladamente em cada máquina através de um sistema de gerenciamento remoto. Deste modo, não só o administrador do sistema teria condições de configurar políticas de consumo para todos os equipamentos a partir de um ponto único, como poderia fazê-lo de maneira a não interferir com o andamento de outros processos na planta.

Outro aspecto no qual a economia de energia pode desempenhar um papel importante é o de redes cujos equipamentos são alimentados através de sistemas ininterruptos de energia. Neste caso, pode ser extremamente útil estender o tempo de alimentação proporcionado pelas baterias desses sistemas. O propósito de estender esse tempo de autonomia das baterias é permitir o desligamento correto e ordenado dos equipamentos da rede em caso de falha prolongada no fornecimento de energia. Todavia, para que esse processo seja eficiente, além de um elemento



central capaz de monitorar as condições do fornecimento da energia e acionar remotamente o desligamento dos equipamentos ou sua entrada em modos de baixo consumo, também é necessário um sistema elétrico corretamente dimensionado e confiável.

Alguns requisitos mínimos devem ser observados para correta instalação dos equipamentos. Devem ser considerados os seguintes aspectos:

- **Ambiente físico** - área reservada para os equipamentos, distâncias de paredes para ventilação, temperatura de operação, umidade relativa, presença de partículas na atmosfera, área de manutenção;
- **Dispositivos de proteção** - devem ser dimensionados os condutores de entrada e saída, bem como os respectivos dispositivos de proteção nos quadros de energia com seus graus de seletividade corretamente dimensionados;
- **Cabeamento** - os cabos de energia devem ser conectados com terminais adequados e protegidos através de canaletas de acordo com as normas vigentes em relação às cores e seções mínimas para a redução das perdas de tensão;
- **Aterramento** - o aterramento deve apresentar boas condições de conexão, com resistência ôhmica baixa, e principalmente deve ser executada a equalização de potenciais, ou seja, a interligação de todos os condutores terra a um barramento comum, a fim de evitar diferenças de potencial nas diversas áreas de trabalho;
- **Documentação e Identificação da Planta Elétrica** - documentação atualizada é fundamental para a adequação das cargas e futuras manutenções ou expansões da planta. A identificação dos quadros e numeração dos circuitos auxilia na rápida detecção de defeito no caso de emergências.

Estes conceitos básicos, aliados às técnicas de cabeamento estruturado garantem a racionalização dos custos e o aumento de confiabilidade solicitado por todas as instalações elétricas em cargas críticas.

## 5. Conclusão

Com a evolução tecnológica, as instalações elétricas para uso em redes de computadores devem ser projetadas para suportar uma infinidade de equipamentos que, além de funcionarem de formas bem diferentes, exigem um fornecimento de energia constante e de qualidade. Entretanto, os equipamentos eletroeletrônicos podem, em alguns casos, ser uma fonte de consumo desnecessário de energia. Para evitar isso, é muito importante conhecer os equipamentos consumidores e adotar uma política de racionalização do uso da energia elétrica. Um projeto de sistema elétrico elaborado adequadamente pode ajudar a identificar as possíveis fontes de desperdício.

É importante saber dimensionar o consumo de energia de uma instalação elétrica e, eventualmente, detectar problemas que podem ser os responsáveis por um consumo anormal e com isto se obter o melhor rendimento da rede com máximo de economia possível. Os prejuízos relativos ao consumo de energia sem ser em condições ideais de fornecimento não se limitam à manutenção da infra-estrutura elétrica em si. É essencial conhecer detalhadamente a estrutura do sistema elétrico

que servem às redes de comunicação e com estas informações mapear minuciosamente as possíveis causas dos problemas e se prevenir contra eles.

### Referências Bibliográficas

- ABNT NBR 5410 - **Instalações Elétricas de Baixa Tensão**. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2005.
- ALDABÓ, Ricardo. **Qualidade na Energia Elétrica**. Artliber Editora, São Paulo, 2001.
- COTRIM, A. A. M. **Instalações Elétricas**. Makron Books, São Paulo, 2003.
- FIGUEIRA, Antonio. **Sistemas No-Break Estáticos**. Antenna Edições Técnicas, Rio de Janeiro, 2005.
- KOUYOUMDJIAN, Ara. **A Compatibilidade Eletromagnética**. Artliber Editora, São Paulo, 1998.
- MAMEDE, J. F. **Proteção de Equipamentos Eletrônicos Sensíveis**. Érica, São Paulo, 1997.
- NEGRISOLI, Manuel E.M. **Instalações Elétricas: Projetos Prediais**. Edgard Blucher, 3 ed, São Paulo, 2004.
- PINHEIRO, J. M. **Infra-Estrutura Elétrica Para Redes de Computadores**. Ciência Moderna, 1 ed, Rio de Janeiro, 2008.
- PINHEIRO, J. M. S. **Guia Completo de Cabeamento de Redes**. Campus, 3 ed, Rio de Janeiro, 2005.
- SANCHES, Durval. **Interferência Eletromagnética**. Interciência, Rio de Janeiro, 2003.
- SEYMOUR, Joseph; HORSLEY, Terry. **Sete tipos de problemas no fornecimento**. APC - Relatório Interno nº18, 2005. Disponível em: <<http://www.apc.com>>. Acesso em jun 08.
- TANENBAUM, A. S. **Redes de Computadores**. Campus, 4 ed, Rio de Janeiro, 2003.