

# Tecnologia PLC: Comunicação através da Rede Elétrica

Fabício de Carvalho Silva  
Consultor de Projetos - Redes & Cia

---

## 1. Resumo

Com o desenvolvimento da tecnologia Power Line Communication (PLC), que permite transmissões de sinais de dados pelas redes de distribuição de energia, surge mais uma opção de conectividade em banda larga, além dos sistemas wireless, satélite e cabos coaxiais das operadoras de TV por assinatura. O PLC transforma a rede elétrica de prédios e residências em uma verdadeira rede local de dados (LAN), convertendo cada tomada de energia também em pontos de voz, dados e vídeo. Com a tecnologia PLC é possível que o usuário ligue ou desligue fogões, TVs, iluminação, ar condicionado e outros eletrodomésticos através de um computador na Internet. Esta tecnologia surge também como uma alternativa para empresas do setor de energia interessadas em atuar no mercado de telecomunicações. Afinal, a capilaridade de suas redes é muito superior à das atuais operadoras de telecomunicações. Este artigo visa difundir para o meio acadêmico e comercial este conceito de transmissão de dados, já que este assunto não é muito conhecido e já está em fase de testes aqui no Brasil.

## 2. Introdução

A idéia de se transmitir sinais por linhas de potência remonta aos anos trinta. Entretanto, nunca foi considerado um meio de comunicação viável devido à baixa velocidade, baixa funcionalidade e alto custo de desenvolvimento.

Há aproximadamente trinta anos, foi inventado um dispositivo capaz de modular e injetar na rede elétrica os sons captados por um microfone, sendo este sinal recuperado em outro local e convertido novamente em som. Este sistema ficou conhecido por “Babá Eletrônica”, pois ligando um dispositivo no quarto de uma criança e o outro no quarto de seus pais permitia a monitoração da criança em questão.

Assim como a “Babá Eletrônica”, muitos equipamentos são capazes de injetar sinais na rede elétrica. Esses sinais nem controlados nem uniformes acabam interferindo em outros equipamentos próximos à fonte geradora. O controle da transmissão dos sinais, desde suas frequências até os níveis de propagação, só foi possível com o avanço das técnicas de modulação e multiplexação, permitindo transmitir sinais diferentes sobre um mesmo meio físico. A utilização de redes de distribuição de baixa e média tensão para o transporte de sinais de banda larga conduziu ao aperfeiçoamento de uma tecnologia conhecida como tecnologia Power Line Communication – PLC Banda Larga

A crescente demanda por serviços de telecomunicações e a falta de infra-estrutura física de telecomunicações suficiente para levar esses sinais até o usuário final têm atraído o interesse dos fabricantes para a utilização das redes elétrica de baixa e média tensão como suporte para esse tipo de aplicação, que exige largura de banda maior que os tradicionalmente utilizados.

Do ponto de vista econômico, a tecnologia PLC apresenta uma grande vantagem com relação a outras tecnologias para transmissão de dados: a existência e utilização de infra-estrutura básica para a comunicação. Já do ponto de vista social, a tecnologia pode representar a democratização dos meios de transmissão de informação.

### **3. Tecnologia PLC**

"Power Line Communication" é a tecnologia na qual se utiliza a rede elétrica de distribuição como meio físico para o transporte de sinais de dados, vídeo e voz, aproveitando a estrutura já previamente instalada.

O sistema prevê a utilização da rede elétrica para serviços de telecomunicações e para o fornecimento de acesso à internet em banda larga.

As aplicações de banda estreita incluem controle de equipamentos domésticos, controle de automação, leitura automática de informações - como serviços públicos como gás, luz, água - entre outras.

Já as aplicações de banda larga incluem acesso à internet, telefonia por IP (VoIP) e compartilhamento de recursos de computador, como a formação de redes.

Na prática, a rede elétrica é transformada em um canal de comunicação por meio da sobreposição de sinais de informação de baixa intensidade à onda de energia. Para garantir a coexistência e a separação dos dois sistemas, o índice de frequência utilizado para comunicação é bastante distante daquele utilizado para as ondas elétricas.

Entre as principais vantagens do PLC está o fato de que não são necessários novos fios para as instalações, ao contrário do que exige o acesso à internet via ADSL.

"Outro grande benefício que é possível levar o acesso à internet aos lugares mais afastados sem necessitar de uma conexão telefônica. Pode ser um importante instrumento de inclusão digital", afirma Aderbal Borges, diretor de desenvolvimento de negócios da Fitec Inovações Tecnológicas.

Na opinião de Borges, porém, para o serviço ser viabilizado no Brasil é necessária a criação de um modelo de negócios que estabeleça qual será o papel de cada parte envolvida, como provedores de acesso, concessionárias de energia e as empresas de telecomunicações.

### 3.1. Padrões

O primeiro padrão de sistema PLC é composto por um equipamento denominado MASTER, instalado em um ponto próximo ao transformador de energia elétrica, a partir do qual o sinal é injetado nos cabos da instalação elétrica. Assim, o sinal PLC fica disponível em toda a estrutura elétrica ligada ao circuito desse transformador fazendo com que qualquer tomada de energia se transforme num ponto da rede PLC. Na outra ponta do sistema, um MODEM PLC é conectado a uma tomada elétrica para receber o sinal transmitido pelo MASTER. É esse MODEM que faz a decodificação dos sinais elétricos em sinais de informação.

Nos casos onde a distância entre o MASTER e os MODEMS ultrapassa certo limite - até o momento não há um padrão nem norma pra essa distância, depende mesmo do fabricante do equipamento – surge a necessidade de se instalar REPETIDORES entre eles.

Outro padrão de PLC usado para redes locais é o HOMEPLUG onde não há necessidade da instalação do equipamento MASTER. Neste padrão, dois ou mais computadores ficam em rede apenas conectando entre eles e a tomada elétrica um ADAPTADOR HOMEPLUG, podendo então, compartilhar recursos e até a conexão com a Internet através de outra tecnologia tipo ADSL, RÁDIO ou CABO.

### 3.2. Funcionamento

A topologia da rede será a mesma usada para distribuição de energia elétrica, tornando cada tomada um ponto potencial para transmissão de dados, transformando desta maneira a rede elétrica de prédios e residências em uma verdadeira LAN.

Nessa seção serão abordados aspectos relativos a fundamentos de comunicação de dados que formam a base da tecnologia PLC. Serão discutidos conceitos de modulação e multiplexação.

#### 3.2.1. Modulação

Conforme mencionado, o desenvolvimento da tecnologia PLC só foi possível com o avanço das técnicas de modulação, isto porque a modulação consiste no processo de transformar um sinal em uma forma adequada para transmissão através de um determinado meio físico (canal).

No processo de modulação que ocorre no transmissor, algum parâmetro da onda portadora é modificado de acordo com a mensagem a ser enviada pelo canal de transmissão. O receptor recria a mensagem original a partir do sinal recebido através do canal (processo de demodulação).

Entretanto, a presença de ruído e a distorção no sinal recebido impossibilitam a recriação exata da mensagem original. A degradação do sinal no sistema como um todo é

influenciado pelo tipo de modulação usado, sendo algumas técnicas mais sensíveis a ruídos e distorções que outras.

### 3.2.2. Multiplexação

O uso da modulação põe em foco outro importante requisito da transmissão de informação: a multiplexação. Multiplexação é o processo de combinar vários sinais para a transmissão simultânea sobre o mesmo canal. Dentre os métodos básicos de multiplexação pode-se citar:

- **Frequency-Division Multiplexing (FDM):** usa modulação por onda contínua para colocar cada sinal em uma frequência específica da banda. No receptor são usados vários filtros para separar os diferentes sinais e prepará-los para demodulação.
- **Time-Division Multiplexing (TDM):** usa modulação por pulsos para posicionar os sinais em diferentes fatias de tempo.
- **Code-Division Multiplexing (CDM):** no qual cada sinal é identificado por uma seqüência (código) diferente.

## 4. Características

A principal vantagem do PLC sobre as outras tecnologias é a utilização de uma infra-estrutura física já existente. Todos os edifícios, apartamentos e casas já possuem uma rede elétrica instalada. Isto permite conectar um computador ou qualquer outro dispositivo na tomada e receber um sinal. Nenhum cabeamento adicional é necessário.

Por outro lado, as linhas de potência são um dos meios mais inóspitos à comunicação de dados, apresentando as seguintes desvantagens:

- Atenuação de acordo com a frequência: divisores de tensão, acoplamento entre fases;
- Atraso;
- Ruído impulsivo: interruptores, aparelhos domésticos, motores, dimmers;
- Falta de segurança.

Além disto, as primeiras empresas interessadas em desenvolver a tecnologia lidaram com outros tipos de problemas: alto custo de desenvolvimento, falta de regulamentação, limitação de banda.

#### 4.1. Serviços suportados pela tecnologia

O estágio atual da tecnologia PLC e as possibilidades de exploração de serviços que ela oferece merecem dupla atenção por parte dos dirigentes das Empresas de Energia Elétrica:

- a anunciada chegada da competição nos mercados de energia e a conseqüente pressão pelo aumento de resultados vêm forçando essas empresas a buscar fontes alternativas de receita;
- outra razão é que o emprego da tecnologia proporciona a redução de custos operacionais, outra imposição do mercado competitivo.

A aplicação da tecnologia contribui para a realização desses dois objetivos, viabilizando a exploração dos seguintes serviços:

- Acesso em Banda Larga à Internet;
- Vídeo sob demanda;
- Telefonia IP;
- Serviços de Monitoração e Vigilância;
- Serviços de Monitoramento de Trânsito (Câmeras e Comandos);
- Automação Residencial;
- Monitoramento de processos produtivos on-line;

#### 4.2. Serviço de Voz

A inclusão do serviço de voz na oferta de conectividade via PLC é um grande atrativo para a implantação do PLC na rede, devido à inclusão do serviço a um baixo custo, principalmente na expansão da rede. Entretanto o serviço de voz em redes de dados sofre com a qualidade ofertada pela rede e por equipamentos que a constituem. A voz no sistema PLC será transmitida sobre um protocolo de rede, no caso o IP, portanto é recomendável a comprovação da qualidade de voz que tanto os equipamentos quanto à solução proporcionam ao referido serviço. Isto para assegurar a oferta de uma qualidade mínima ao serviço de voz. Além da qualidade, é necessário também realizar testes de protocolos para a verificação da implementação e suas limitações, como, por exemplo, a disponibilidade de serviços suplementares (chamada em espera, transferência, etc.).

Os parâmetros mínimos recomendados a serem verificados são:

- avaliação do protocolo de VoIP e levantamento de limitações da implementação;
- testes de verificação do protocolo utilizado;
- tamanho de pacotes das amostras de voz;
- medida objetiva da qualidade de voz;

- medida objetiva da qualidade de voz por sentido da chamada;
- levantamento dos benefícios e insumos da utilização ou não de VAD (supressão de silêncio);
- indicação e verificação do CODEC a ser utilizado;
- avaliação do eco proporcionado pelo sistema à chamada de voz;
- atraso da voz na rede;
- verificação da transmissão de fax, modem e dígitos DTMF pela rede;
- levantamento dos parâmetros de configuração de voz e análise crítica.

As normas utilizadas para qualidade de voz são:

- ETSI --> série TR 101 329
- ITU --> P.861 (PSQM+)
- ITU --> P.862 (PESQ)

Para protocolos:

- ETSI --> série TS 101 804

#### **4.4. Análise da Segurança**

Com a comunicação através do sistema elétrico (topologia barramento), deve-se realizar uma análise da segurança da rede devido ao alto risco inerente à solução.

O risco é devido não somente a confidencialidade dos dados dos clientes, mas também às tentativas de fraudes e acessos indevidos a serviços não autorizados.

Portanto a segurança da rede deve ser verificada para evitar acessos não autorizados, garantir confidencialidade, integridade e disponibilidade. Alguns itens que devem ser verificados são:

- vulnerabilidade;
- controle de acesso;
- proteção contra softwares maliciosos;
- controle de acesso à rede;
- controle de acesso ao sistema operacional;
- controles de criptografia;

Os sistemas PLC atuais têm criptografia DES 56 bits para uma proteção das informações transmitidas. Mas além da criptografia outros sistemas de segurança poderão ser implementados, dentre eles destaca-se um sistema de detecção de intrusão para que nenhum acesso seja feito sem o conhecimento da administração do sistema.

## 5. Economizando Tempo, Dinheiro e Esforço

Comparações de custo mostram que uma comunicação pela rede elétrica com os sistemas de comunicação PLC é muito eficiente economicamente. Há um retorno rápido no investimento ao comparar a colocação de cabos de telecomunicações ou ao contrato de linhas permanentes de 2 Mbit/s. Assim que a distância exceder aproximadamente 75 metros, é mais econômico usar cabos da rede elétrica existente que colocar cabos novos de telecomunicações.

Além dos benefícios de custo óbvios, sistemas PLC oferecem também benefícios de tempo: instalar as unidades de acoplamento aos blocos de transmissão é um problema de apenas algumas horas. Os sistemas podem facilmente ser configurados usando os softwares de gerência incluídos nos pacotes dos fabricantes.

## 6. Conclusão

Transmitir dados, vídeo e voz por um meio físico que atende a mais de 90% das residências no Brasil é o principal trunfo do PLC. Baseado nisso as companhias energéticas está testando a tecnologia a todo vapor, a fim de solucionar os problemas existentes, para que se possa em breve ter Internet nas tomadas de casa.

Ainda há o que melhorar, porém a evolução está cada vez mais acelerada e provavelmente em dois ou três anos o PLC será realidade.

A barreira técnica encontra-se praticamente vencida agora o que falta é realmente ultrapassar o obstáculo econômico, que hoje é o principal fator que impede a implantação do sistema PLC no Brasil e no Mundo. São poucas empresas no Mundo que fabricam equipamentos PLC, por isso eles ainda são caros e conseqüentemente fogem da realidade brasileira.

## 7. Bibliografia

VARGAS, A. A. Estudo sobre Comunicação de Dados via Rede Elétrica para Aplicações de Automação Residencial/Predial. 2004. 59 f. Trabalho Individual (Graduação em Engenharia da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.

ANDRADE, R. P; RENATO, K. S. Uma Visão Geral Sobre a Tecnologia PLC. 2004. 60 f. (Graduação em Engenharia Elétrica) – UFG, Goiás.

SILVA, F. C. Redes de Comunicação Para Aplicações em Automação Residencial: Revisão De Literatura. 2006. 78 f. (Graduação em Ciência da Computação) – UFLA, Lavras-MG.

INTELOGIS, INC. Intelogis PLUG-IN Technology - Power Line Communications White Paper, [S.l.:S.n.], 1998.

IGUAÇU ENERGIA. Projeto PLC. Disponível em: <<http://www.ienergia.com.br>>. Acesso em: 30 out. 2006.

PROJETO DE REDES. Redes PLC. Disponível em: <[http://www.projeteredes.com.br/tutoriais/tutorial\\_redes\\_plc\\_01.php](http://www.projeteredes.com.br/tutoriais/tutorial_redes_plc_01.php)>. Acesso em 30 out. 2006.