

## 4 Motivação para as Empresas de Energia

No Brasil, a motivação para aderir à tecnologia PLC é a vasta capilaridade de rede elétrica, que cobria 98% da população, ultrapassando a telefonia e a estrutura de cabo de fibra óptica, que cobriam 52% e 10% respectivamente, segundo afirmou o professor Moises Ribeiro (Ribeiro, 2007). Segundo o último PNAD de 2009, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio realizada pelo IBGE, 98,9% das casas brasileiras dispunham de iluminação elétrica e esse número passou a 100% em 2010 conforme o programa Programa Luz Para Todos (Ministério de Minas e Energia\_B, 2009), coordenado pelo Ministério das Minas e Energia. O objetivo do programa foi ampliar a cobertura de atendimento, principalmente nas áreas rurais do país, nas quais o acesso à energia elétrica é mais escasso. O programa vai atender cerca de 60 milhões de residências, indústrias e shoppings. Segundo a mesma pesquisa do PNAD, o total de domicílios com telefone fixo subiu de 65,2% em 2004 para 84,3% em 2009.

Dessa forma, o sinal da rede elétrica já nasceria universalizado, e com isso as empresas de energia ganhariam vantagem no mercado de banda larga com o plano do governo, PNBL. Com a adoção desse sistema a sociedade como um todo será beneficiada, seja com a inclusão digital ou com a redução dos custos de serviço da banda larga, proporcionando mais uma opção de sistema para acesso à rede. O PNBL é uma das prioridades do governo da presidente Dilma Rousseff. Além desse programa do governo, existem outros tais como: programa “Inclusão Digital”, programa “Banda Larga nas Escolas”, programa “Computador para Todos”, programa “Computador Portátil para Professores”, programa “Estação Digital”, projeto “Computadores para Inclusão”, o programa “Territórios Digitais”, projeto “UCA - Um Computador por Aluno”, entre outros. Além da banda larga, essa tecnologia abrirá mercado de fabricação similar ao conversor para TV digital. Recentemente, a ANATEL publicou a resolução nº 527, para regulamentação do uso do espectro sobre o sistema de energia elétrica (ABDI, 2010). A resolução nº 527, de 8 de abril de 2009, aprova o Regulamento sobre

Condições de Uso de Radiofrequências por Sistemas de Banda Larga por meio de Redes de Energia Elétrica (ANATEL\_E, 2009). O tema PLC tem forte potencial de crescimento no país, principalmente para atender ao plano de inclusão digital do governo federal dos programas mencionados acima.

A posição da ANEEL sobre o assunto é a de que a operação de PLC "vai permitir significativos avanços ao País, com importante estímulo à inclusão digital, pois 95% da população brasileira têm acesso à eletricidade por meio de 63 concessionárias e 24 cooperativas, que levam energia a 63,9 milhões de unidades consumidoras", segundo informa a própria agência em seu hot site sobre PLC (Mattar, 2009).

Outra informação importante, divulgada pela Agência Estadual de Notícias em 2009, é que o sistema PLC já é realidade em mais de 40 países e vem sendo explorado comercialmente em pelo menos 20 deles. Isso mostra que o PLC é uma tecnologia inovadora com um mercado promissor no qual as empresas de energia devem investir.

Conclui-se que há amplo espaço para o desenvolvimento de equipamentos para uso em PLC confiáveis e eficientes, como modems, repetidores, *bridges*, *gateways*, acopladores e casadores de impedância a preços competitivos. Esse desenvolvimento pode ser facilitado pela introdução de técnicas de comunicação de dados e processamento de sinais eficientes que oferecem novas e impensáveis oportunidades que se aproximam da capacidade teórica do canal (Ribeiro, 2009).

Fazendo uma retrospectiva do PLC nas últimas três décadas, nota-se que as redes elétricas constituem poderosas infraestruturas que podem oferecer internet e acesso à banda larga para a maior parte da população mundial e ainda atender à demanda de telecomunicações da nova geração de sistemas de potência. Embora não seja o canal de comunicação ideal comparado com a fibra óptica, pode ficar muito atraente se os modems para PLC tiverem um custo entre \$ 30 a \$ 50 dólares (Ribeiro, 2009).

#### **4.1 Vantagens**

O PLC possui várias vantagens. A maior delas é que a rede elétrica cobre aproximadamente 100% da população do Brasil. Dessa forma, a banda larga

alcançará todo o país, diferente dos outros meios de telecomunicações que possuem um alcance menor do território brasileiro. Desse ponto de vista, a tecnologia dá acesso aos meios de transmissão de informação de maneira uniforme à população, promovendo a democratização entre classes e tornando-se um instrumento de inclusão digital.

A outra vantagem é que o PLC utiliza a infraestrutura já existente, evitando o custo de implementação, se tornando uma alternativa econômica e de baixo custo. O sinal do PLC é transmitido sobre os fios de cobre ou alumínio das redes de distribuição de baixa e média tensão e pode chegar a todos os cômodos de uma casa. A rede só precisaria de algumas modificações, mas mesmo assim o investimento é menor do que instalar novos cabos. Além disso, essas modificações já estão previstas nas novas redes inteligentes, ou seja, no *smart grid*. Dessa maneira, qualquer tomada se torna um ponto de rede, sendo uma tecnologia flexível e prática para o uso, podendo ser aplicada em vários cenários como casas, edifícios, indústrias, escritórios, etc. O PLC ganha vantagem em relação ao telefone, já que em todo cômodo existe pelo menos uma tomada, diferentemente do acesso telefônico. O acesso à internet se dará através de um decodificador, semelhante aos modems usados nas conexões em banda larga *wireless* ou através de linha telefônica e TV a cabo, que separa a corrente elétrica dos sinais de voz, dados e Internet. A segurança dos dados via rede elétrica é assegurada através de métodos de encriptação de dados.

Além desse aspecto de segurança de dados, especialistas em segurança e autoridades governamentais identificaram a necessidade dos países possuírem redundância da rede de comunicações devido a possíveis ataques terroristas. Além das tecnologias de cabo e sem fio, o PLC constituiria uma alternativa para serviços de banda larga, assegurando à nação a redundância necessária na rede em termos de comunicação de dados, voz e vídeo (Ribeiro, 2009).

Uma outra motivação significativa da tecnologia é que a capacidade teórica do canal PLC pode ultrapassar 2 Gbps, considerando uma frequência entre 9 kHz até 100 kHz. Isto significa que toda residência já possui um canal de comunicação de dados disponível para ser usado. Além disso, o canal de PLC não apresenta as desvantagens do canal sem fio e pode oferecer o mesmo nível de segurança das tradicionais tecnologias com fio. Isso significa que a eficiência espectral em sistemas PLC são superiores àquelas dos sistemas sem fio. Pode-se

dizer ainda que acessos não autorizados aos sistemas sem fio são mais fáceis do que aos sistemas PLC (Ribeiro, 2009).

Através do PLC o usuário será capaz de ligar ou desligar fogões, TVs, iluminação, ar-condicionado e outros eletrodomésticos via Internet, já que será utilizada a mesma rede. Além da internet banda larga e aplicações de controle e automação, a mesma tecnologia pode suportar outros serviços digitais como, telefone por IP (VoIP) e telemetria.

Em relação à velocidade e custo, o PLC é mais rápido e mais barato em relação aos serviços de banda larga existentes no mercado, segundo especialistas (Fuoco\_C, 2007). E, conseqüentemente, com o aumento da oferta do serviço, o consumidor terá uma redução nos custos de banda larga.

## 4.2 Desvantagens

A principal desvantagem é que as redes elétricas são suscetíveis a ruídos, o que prejudica a propagação dos sinais de PLC. Estes ruídos podem ser gerados por inúmeras fontes umas com mais e outras como menos intensidade. Pode-se citar alguns exemplos, como aqueles gerados por bateadeiras, motores elétricos, reatores eletrônicos de lâmpadas fluorescentes, etc. Para amenizar este problema utilizam-se técnicas de modulação, protocolos de comunicação e filtros para garantir a irradiação do PLC nas redes elétricas. Além do problema de ruído, existe ainda o da interferência em outros equipamentos eletrônicos de rádio comunicação, pois o PLC utiliza frequências altas que, sobrepostas a um condutor elétrico, geram sinais de rádio frequência. Essas questões de ruídos e radiações eletromagnéticas vêm sendo abordadas em congressos sobre PLC. Com o avanço da tecnologia vão surgindo novas técnicas de modulação que reduzem a interferência nas ondas de rádio, como a modulação OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*), que espalha o sinal em uma faixa grande, diminuindo a quantidade de potência aplicada em uma única frequência.

Outra desvantagem vem do fato de o PLC ser uma mídia compartilhada: todas as casas conectadas numa mesma subestação estarão usando a mesma largura de banda. Isto significa que o desempenho da conexão pode variar de acordo com o número de pessoas que estiverem navegando ou baixando arquivos

simultaneamente. Ainda, o sinal de internet pode sofrer oscilações pelos variados usos dados à rede elétrica, caso demandem mais ou menos energia, ou variar acentuadamente à medida que se ligam ou desligam luzes ou aparelhos conectados a ela (Mattar, 2008).

Mais uma desvantagem seria a variedade de padrões, que é uma barreira para a universalização do PLC. Acrescente-se que, os equipamentos são caros, já que são importados, mas isso é uma questão de escala. Pode-se fazer uma analogia quando surgiram os primeiros celulares e *laptops*, também eram caríssimos, mas com a difusão da tecnologia estes aparelhos eletrônicos hoje tiveram uma grande redução de preço. E o mesmo irá acontecer com a tecnologia PLC. O engenheiro José Gonçalves Vieira, superintendente de Novos Negócios e Captação da CELG, reforça essa teoria: “tanto o celular como o computador pessoal viraram realidade, o mesmo ocorre com a tecnologia PLC. É uma tecnologia bastante adequada para um nicho do distribuidor de energia elétrica, pois utiliza a capilaridade da rede elétrica” (Fonseca, 2009). O especialista Jatobá, presidente da APTEL, também está de acordo e afirma: “O custo hoje não é atrativo, é feito sob forma experimental, mas à medida em que o mercado começar a surgir, quando os fabricantes se sentirem à vontade para montar estes equipamentos no Brasil, essa questão de custo vai ter um tratamento diferenciado” (Alcântara, 2010).

Hoje, o maior desafio da tecnologia BPL é a interferência de rádio frequência (IRF). De acordo com a *American Radio Relay League* (ARRL), sistemas de BPL produzem IRF em um raio de 75 metros para rádios móveis e 150 metros para rádios fixos. Para reduzir a IRF, os provedores de BPL precisam reduzir a potência de transmissão, que conseqüentemente aumenta o número de repetidores necessários e por conseguinte o custo do sistema. No entanto, esta questão tem sido, de certa forma, contornada nos Estados Unidos e na Europa, uma vez que a FCC (*Federal Communications Commission*) americana estabeleceu requisitos de testes para equipamentos e a comissão europeia recomendou como aplicar disposições envolvendo regulamentações sobre compatibilidade eletromagnética (Kwon, 2009).

Para amenizar esses efeitos de ruídos e interferências, são utilizados métodos como o OFDM e o DSSS, que são baseados em algoritmos adaptativos para superar problemas no sistema de PLC. Repetidores e outros equipamentos de

amplificação estimulam e estabilizam o sinal de dados. Localizados em intervalos entre 300 m e 1600 m, esses dispositivos de amplificação minimizam a deterioração do sinal (Kwon, 2009).

Além disso, alguns fabricantes, como o DS2, alegam que podem diminuir essa interferência, filtrando as frequências interferidoras e usando outras técnicas para eliminar sinais de interferência em linhas de potência. Já o fabricante *Corridor Systems* propõe o uso de microondas ao invés de faixas de baixa frequência para a transmissão de dados. Por outro lado, a Motorola utiliza o PLC apenas em linhas de baixa tensão com o *backhaul* sem fio para contornar a interferência RFI, resultando em menos interferência, uma vez que apenas linhas de potência de baixa tensão são utilizadas (Kwon, 2009).

E por último, o desenvolvimento de chips mais velozes, ou processadores de sinais digitais, possibilitam uma transmissão de dados em alta velocidade, através de um canal ruidoso com a codificação do sinal de dados, enviando-o e recebendo o sinal e o decodificando para extração. As altas velocidades dos mais recentes circuitos integrados são essenciais para uma alta taxa de transferência de dados. Isto permite que o BPL acompanhe o crescente desempenho de outras tecnologias de acesso à banda larga (Kwon, 2009).

Em suma, as agências reguladoras de telecomunicações estão mais preocupadas com a utilização do espectro, assim como com os limites de radiação que garantem a coexistência de diferentes sistemas de comunicação operando na mesma faixa de frequência. Aplicando isso para as tecnologias PLC, as agências aspiram manter a interferência de um sistema PLC em outros sistemas de comunicação de dados a mais baixa possível afim de minimizar a degradação na operação dos sistemas licenciados na mesma faixa de frequência (Ribeiro, 2009).

Como o comportamento do setor de telecomunicação é muito mais dinâmico que o do setor elétrico, há uma pressão muito grande para se introduzir as regras de telecomunicações ao sistema de PLC o mais breve possível.