

# ***Broadband over Power Line - Uma alternativa para Inclusão Digital***

**Eliel Marlon L. P**

**Universidade Estadual de Santa Catarina (UDESC)**

**Universidade do Sul de Santa Catarina (Unisul)**

**Departamento de Sistemas de Informação**

**marlon@inf.ufsc.br, elielmarlon@gmail.com**

**Resumo:** Buscar alternativas para fazer a inclusão digital no Brasil tem se mostrado um desafio a cada dia. Propor soluções em tecnologia da informação, que atinja um percentual de quase cem por cento dessa população, não é mais um mito através do BPL. Pensando em atender a demanda crescente de internet rápida, ao mesmo tempo trazendo para si novos nichos de mercados. O BPL tem se mostrado como uma solução, não só para fazer a inclusão digital, através da Internet, mas também para difundir serviços que até então pouco acessíveis à maioria da população. Essa tecnologia não precisa de um novo meio físico, a rede elétrica residencial pode ser usada na transmissão de dados em banda larga.

Palavra chave: BPL (*Broadband over Power Line*). Internet Rápida, PLC (*Power Line Communications*).

## **1. Introdução**

Desde a década de 1920, já se buscava patentear produtos que oferecessem serviços de comunicações através da rede elétrica (Galli, Scaglione e Dostert, 2003). Um exemplo bem sucedido de utilização das linhas de transmissão para realizar a trafegabilidade de dados entre dois pontos foi o sistema *Carrier*, o qual usa uma faixa de frequência entre 150 e 450KHz (Committee, 2002).

Porém, na década de 1950, as telecomunicações ainda não estavam amadurecidas suficientes para pensar em taxas de transmissões superiores na média tensão, às oferecidas pelo sistema *Carrier*. Mas com o passar do tempo, a expansão das linhas de transmissão de energia elétrica, surgimento de novos serviços em telecomunicações, o estudo do PLC voltou a emergir de maneira mais consistente, seja através Projetos de P&Ds (Pesquisa e Desenvolvimento) das empresas distribuidoras ou das geradoras de energia elétrica. Tais P&Ds começaram a testar soluções que oferecessem não só acesso a Internet, mas também aplicações como videoconferência, tv a cabo, monitoramento eletrônico, telemetria ou AMR com o PLC (*Power Line Communications*).

Diante disso, o presente artigo procura abordar no item dois, um breve histórico da tecnologia PLC/BPL, no item três a importância da modulação na transmissão de dados no meio elétrico, no item quatro é feita uma abordagem de experiências com PLC/BPL no Brasil, no item cinco modelos de arquiteturas PLC/BPL, no item seis é explorado a ideia da tecnologia em ambientes comuns de rede residenciais e por último, no item sete se faz a conclusão e os trabalhos futuros necessários para um aprimoramento da tecnologia.

## **2. Histórico do PLC**

O Sistema *Power Line Carrier*, conhecidos no Brasil de OPLAT (*Ondas Portadoras em Linhas de Alta Tensão*), tem sido um recurso utilizado pelas empresas de energia elétrica desde a década de 1920.

Recentemente, a implantação de estruturas de fibras ópticas, por empresas de distribuidoras de energia tem colaborado para a redução de custo de comunicação, tais empresas estão substituindo o sistema *Carrier* paulatinamente. Assim, se abriu um nicho de mercado a ser explorado com novos serviços, que utilizarão a largura de banda ociosa nas fibras dessas empresas (FONTES e WAJSMAN, 2003).

Contudo, a evolução do *Power Line Carrier* fez surgir o *Power Line Communication*, que em 1991, Dr. Paul Brown da *Norwer Communications* iniciou testes com comunicação digital em banda larga na rede elétrica. Já entre 1995 e 1997 foi comprovado, que era possível solucionar os problemas de ruído e de interferências, mostrando assim que a transmissão de dados pela rede elétrica poderia ser viável.

A demanda por banda larga na última milha contribuiu para que o PLC/BPL fosse considerado uma opção (FONTES e WAJSMAN, 2003).

## **3. Modulação no PLC**

Analisando o meio de transmissão de dados, onde este sofre uma interferência forte do meio externo. A modulação na arquitetura PLC é de extrema importância. A infraestrutura rede elétrica, tende a ser compartilhada com eletros domésticos, onde estes imitem frequências variadas, tornando assim, o meio físico elétrico altamente hostil para a transmissão de dados, seja em alta ou até mesmo em baixa velocidade.

Algumas técnicas de modulação têm se apresentado como soluções para reduzir a influência do meio externo num ambiente PLC. Dentre tais técnicas podemos destacar a OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) (WiMAX, 2010), GMSK (*Gaussian Minimum Shift Keying*) (FONTES e WAJSMAN, 2003), DWMT (*Discrete Wavelet Multitone Modulation*) (SUN e LUN, 2002).

### 3.1 OFDM

O que necessariamente seriam as Técnicas de transmissão OFDM? Para PINTO e ALBUQUERQUE, num sistema convencional de transmissão, os símbolos são enviados em seqüência através de uma única portadora (modulada na taxa de símbolos da fonte de informação), cujo espectro ocupa toda a faixa de frequência disponível.

A técnica OFDM consiste na transmissão paralela de dados em diversas subportadoras, com modulação QAM ou PSK e taxas de transmissão por subportadoras, tão baixas quanto maior o número destas empregadas.

Na próxima figura está um exemplo de como a modulação OFDM pode se adequar, às diversas condições da rede em tempo real. Conforme o ruído vai se propagando nas diversas frequências (SNR - *Signal-to-Noise Ratio*), os sinais são carregados e transmitidos (Modulados), em várias frequências simultâneas, e em níveis de carregamento diferentes, aproveitando desta forma a melhor condição possível do *Link* escolhido.

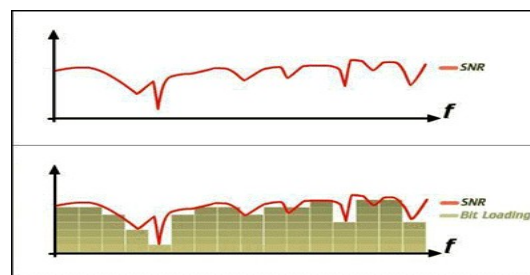


Figura 1: Modulação OFDM

## 4. Sistemas *Power Line Communication*

Com o advento da Internet e seus serviços exigindo soluções de baixo custo, agregado a taxas de transmissões cada vez mais altas, muitas empresas de produtos eletro/eletrônicos começaram a investir em modelos de soluções, que se utilizam a infra-estrutura disponibilizada pelo sistema elétrico. Seja a estrutura da alta ou baixa tensão. Dentre tais empresas que investem no aprimoramento de soluções PLC, merecem citação a *Amperion*, *EBAPLC*, *ASCOM Power Line* e no Brasil, a *Siemens*.

A falta de padronização de sistemas *Power Line* tem propiciado surgimento de sistemas que até então, não conseguem interagir entre si. Dentre tais sistemas, merecem destaques os produtos da *Amperion*, *EBAPLC* e *ASCOM Power Line*. Porém a abordagem do trabalho estará focada no modelo *ASCOM Power Line*.

### 4.1 Modelo *ASCOM Power Line*

O sistema de comunicações *ASCOM Power Line* é otimizado visando à transmissão de dados sobre sistemas existentes de distribuição de energia elétrica, provendo um *Throughput* máximo com um nível mínimo de sinal. O processo de modulação e

distribuição de frequências minimiza interferências de/para serviços de radio difusão e rádio amador. Como os anteriores, o sistema *ASCOM* é constituído basicamente por três tipos de unidades:

1. **Unidade OM (*Outdoor Master*)** – Recebe os dados em uma entrada RJ-45, 10 base T, e os insere à rede de energia elétrica, modulando portadoras na faixa de 2 a 10 MHz.
2. **Unidade OAP/IC (*Outdoor Access Point / Indoor Controller*)**, constituída por dois módulos, normalmente instalados no quadro de entrada de energia das residências(repetidor). A seção *Indoor Controller* remodula o sinal de dados na faixa de 18 a 28 MHz, injetando-o na rede elétrica interna. Capacidade de transmissão varia de 4.5 Mbps/UP e 10/100 Mbps/Dow.
3. **Unidade IA (*Indoor Adapter*)**: o modem de cliente dos modelos já mencionados, responsável por capturar o sinal de dados em uma tomada da rede elétrica e o disponibilize numa conexão 10 base T para o usuário final. Taxa de transmissão de 4.5 Mbps/UP e 10 Mbps/Dow (ASCOM, 2004).



Figura 2: *Outdoor Máster*



Figura 3: *Outdoor Access Point*



Figura 4: *Modem IA/Indoor Controller*

## 5. Proposta

Mesmo a tecnologia *Power Line Communication* enfrentando muitos obstáculos, já existem soluções híbridas, essas estão diminuindo consideravelmente algumas barreiras técnicas e de potência na implantação de serviços, que necessitem de maior taxa de transmissão.

Uma solução que já vem sendo testada com grande ênfase na Europa é um modelo, onde o *backbone* é viabilizado através de fibra óptica onde o sinal chega até o transformador ou uma subestação de energia elétrica (GÖTZ e DOSTERT, 2004). Posteriormente, o sinal chega até o *Máster* (Injetor) e conseqüentemente, tal sinal é injetado na rede elétrica que será captado pelo Modem PLC (CPE).

O modelo proposto visa customizar os atuais recursos em comunicações, visando explorar novos serviços com a atual estrutura disponível. A estrutura em questão é o anel óptico conveniado em Santa Catarina, tal anel é explorado por empresas como Eletrosul, CELESC e OI.



Figura 5: Rede PLC integrada a outras tecnologias (Vargas, 2004)

A idéia será: explorar serviços como Internet Banda Larga, Vídeo Conferência dentre outros serviços agregados à tecnologia PLC como, automação residencial e outros serviços agregados. A interligação de redes de dados como do CIASC (e-gov) e CELESC será uma forma de viabilizar tal modelo.

A conexão dessas redes, despesa com serviço de telecomunicação serão consideravelmente reduzidos. Além do mais, o que até o presente momento é considerado como despesa para a administração pública estadual, passaria a ser investimento, o mesmo recurso para o pagamento de serviços, entre as Secretarias de Desenvolvimento Regional passaria a ser contabilizado como investimento e serviços de comunicação.

É importante ser mencionado que, se uma solução baseada em PLC/BPL for implantada interligando os principais órgãos da Administração Pública Estadual, além de haver uma redução considerada nas despesas, estaria sendo criada uma nova empresa de telecomunicações dentro de Santa Catarina, pois a CELESC poderia desempenhar esse papel de forma a estimular a concorrências entre as telecoms.

Inicialmente, a redução de custo com telecomunicações chegará à ordem de 40% inicial, podendo ser elevado a ordem de 70% num futuro próximo. Na fusão das redes catarinenses, alguns serviços poderiam ser explorados, dentre eles podemos citar: AMR, Telefonia IP, *Network Game*, TV Interativa, Automação Residencial, Monitoramento Remoto, *LAN House*, Telefonia IP e outras que poderão ser agregadas. Com isso estará estimulando a concorrência e assim, barateando serviços de telecomunicações.

## 6. Ambiente de Teste

Os testes foram realizados em ambientes consideravelmente hostis, pois foi procurado trazer o mais próximo da realidade das redes de distribuições de energia elétrica. Um dos ambientes foi a CELESC e no Edifício CEISA CENTER. Sendo que, os testes realizados na CELESC, teve uma maior abrangência, pois a implantação do sistema usou a rede de Média 13,8 KV e de Baixa Tensão 220 V.

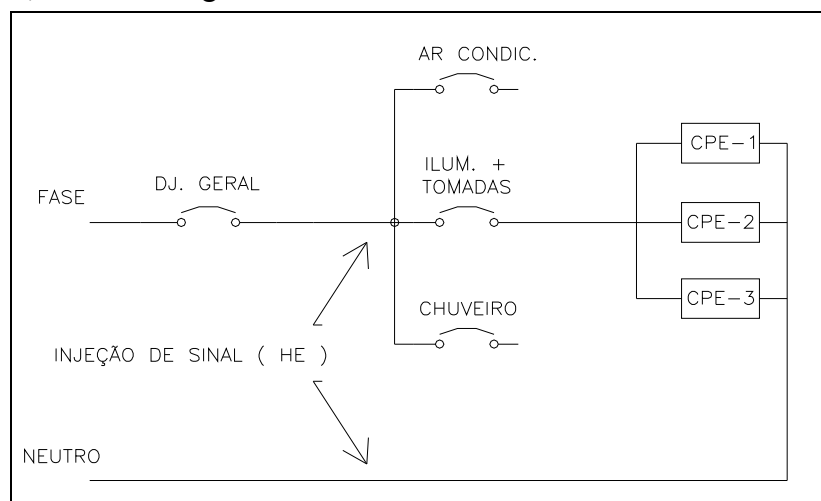
Nos teste com os equipamentos foi utilizando o PLAdmin um gerenciador de rede o qual registrou as seguintes medidas:

**Tabela 1: Resultados das simulações com eletrodomésticos ligados e desligados.**

TESTE PLC ( PLADMIN )						ETAPAS
SNR		CFR		BIT RATE Kbps		
Rx	Tx	Rx	Tx	Rx	Tx	
						LINK 1 Ganho Tx/Rx = 5 / 3
9	12	-12	-27	1276	2624	Tudo Ligado
10	19	-11	-22	1276	10677	Desligar Só Ar
16	25	-8	-26	3321	15186	Desligar Só Lâmpadas
15	26	-7	-25	3651	17989	Lâmpadas/Ar Desligados

Legenda: SNR - Relação Sinal / Ruído; CFR - Bit Rate - Velocidade Conexão  
 Ganho - Parâmetro de Amplificação do Sinal; LINK - Banda de Conexão  
 ETAPAS - Condição dos circuitos; HE - CPE – Rx: Sinal Recebido; Tx: Sinal Transmitido.

No caso do CEISA CENTER, os testes realizados foram na baixa tensão. A figura a seguir, mostra o diagrama elétrico do ambiente de teste.



**Figura 6: Diagrama do Ambiente de teste no CEISA CENTER.**

## 7. Conclusões e Trabalhos Futuros

As experiências realizadas com o modelo PLC/BPL da ASCOM verificou-se que, as redes elétricas residenciais tradicionais, ruidosas e em alguns casos mal planejadas, se mostraram ambiente acessível para implantação de uma arquitetura PLC/BPL.

Nessa análise, se observou que, no período em que todos os eletrodomésticos estiveram ligados compartilhando o mesmo meio físico, o sinal de transmissão chegou a níveis de menos de 15% em relação a todos os eletrodomésticos desligados. Por outro lado, se considerar o sinal recebido, a queda se apresentou bem menor, a qual chegou a quase 35% em relação aos eletrodomésticos desligados.

Mesmo os testes realizados em ambientes hostis para o sinal de dados, os resultados se apresentaram satisfatórios, considerando a necessidade de adequação tecnológica às realidades da rede elétrica brasileira.

Com isso, muito ainda precisa ser estudado e testado para a tomada de decisão de aplicabilidade ou não da tecnologia, porém pode servir como uma referência do uso da rede elétrica para a transmissão de dados num ambiente real e altamente ruidoso.

O amadurecimento da tecnologia é algo de grande relevância nesse instante, para isso, alguns fatores precisam ser considerados como:

1. Testar modelos de sistemas BPL/PLC usando a estrutura propostas para aprimorar técnicas de roteamento, detecção/redução de ruídos.
2. Aprimoramento de técnicas de gerenciamento de serviços oferecidos, tendo como gerente empresas de distribuição de energia elétrica.
3. Desenvolver modelos de negócios baseados nas especificações técnicas sugeridas pelas resoluções que regulamentam o BPL/PLC na ANATEL (AE, 2010).

## Referência Bibliográfica

AE - Agencia Estado. Internet pela rede elétrica enfrenta obstáculos. [www.estadao.com.br/noticias/economia,internet-pela-rede-eletrica-enfrenta-obstaculos,497097,0.htm](http://www.estadao.com.br/noticias/economia,internet-pela-rede-eletrica-enfrenta-obstaculos,497097,0.htm): Janeiro, 2010.

ASCOM. [www.ascom.com.es/products](http://www.ascom.com.es/products). Acessado em 23/04/2004.

COMMITTEE, RSGB. EMC.; Compatibility Between Radio Communications Services and Power Line Communications Systems. Britain, Setembro, 2002.

FONTES, C. R.; WAJSMAN, D.; Grupo de Trabalho Power Line – *Power Line Communications-PLC ou Broadband over Power Lines-BPL*. Rio de Janeiro, Dezembro, 2003.

GALLI, S.; SCAGLIONE, A.; DOSTERT, K.; Broadband is Power: *Internet Access Through the Power Line Network*, IEEE Communication Magazine: May, 2003.

GÖTZ, M.; DOSTERT, K.; *Power Line Channel Characteristics and Their Effect on Communication System Design*. IEEE Communication Magazine: April, 2004.

M. Dostert, K. The Low Voltage Power Distribution Network as Last Mile Access Network-Signal Propagation and Noise Scenario in the HF-Rang, International Journal of Electronics and Communications (AEU) 54 (2000). 1, 13-22.

SUN, M. C.; LUN, D. P. K.; *Power-Line Communication using DWMT Modulation*. IEEE Communication Magazine: July, 2002.

VARGAS, A. Alessandra. *Estudo sobre Comunicação de Dados via Rede Elétrica para Aplicações de Automação Residencial/Predial*. TCC do CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO . Porto Alegre 2004.

WiMAX. *OFDM*. [www.gta.ufrj.br/grad/07\\_2/jefferson/Page5.html](http://www.gta.ufrj.br/grad/07_2/jefferson/Page5.html). Acessado em 27/05/2010.