



**CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM
TELEINFORMÁTICA E REDES DE COMPUTADORES**

CRISTIANE ZEM ROSSI

PLC

Power line Communications e sua projeção futura

CURITIBA

2011

CRISTIANE ZEM ROSSI

PLC

Power line Communications e sua projeção futura

Monografia apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Teleinformática e Redes de computadores da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR.

Orientador: Walter Godoy Júnior

CURITIBA

2011



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação do Campus Curitiba
Departamento Acadêmico de Eletrônica
Especialização em Teleinformática e Redes de Computadores



TERMO DE APROVAÇÃO

PLC

Power line Communications e sua projeção futura

por

Cristiane Zem Rossi

Esta dissertação foi apresentada às 16h30min do dia 11 de maio de 2011 como requisito parcial para a obtenção do título de ESPECIALISTA EM TELEINFORMÁTICA E REDES DE COMPUTADORES, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato foi argüido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Emilio C. G. Wille
(UTFPR)

Prof. Dr. Walter Godoy Júnior
(UTFPR)

Visto da Coordenação

Prof. Dr. Walter Godoy Júnior
Coordenador do Curso

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar os meus agradecimentos a minha família pelo apoio moral e incondicional no incentivo e razão de todos os esforços, aos meus colegas e amigos pela coragem e por sempre acreditarem nas minhas capacidades e principalmente ao meu orientador pela colaboração preciosa, com opiniões e sugestões ao longo da realização do trabalho.

Muito obrigado!

EPÍGRAFE

"É melhor tentar e falhar, que preocupar-se e ver a vida passar; é melhor tentar, ainda que em vão, que sentar-se fazendo nada até o final. Eu prefiro na chuva caminhar, que em dias tristes em casa me esconder. Prefiro ser feliz, embora louco, que em conformidade viver..."

Martin Luther King

RESUMO

Hoje, por todo o mundo, estuda-se uma alternativa viável de utilização da rede de energia elétrica como um canal efetivo para transmissão de dados, voz e imagem, tornando-se assim, também uma rede de comunicação de dados. Desta forma, este trabalho visa mostrar o que se pode esperar com relação à tecnologia PLC, a comparação com as tecnologias já existentes e seu desenvolvimento que permite a transmissão de dados pela rede convencional de distribuição de energia, usando sinais de alta frequência.

Palavras-chave: PLC, Power Line Communication, energia elétrica, internet, dados.

ABSTRACT

Today, all over the world study is a viable alternative for the use of power grid as an effective channel for data transmission, voice and image, making it also a data communication network. Thus, this study aims to show what can be expected with respect PLC technology, a comparison with existing technologies and their development that allows the transmission of data over conventional network energy distribution, using high frequency signals.

Keywords: PLC, Power Line Communication, electricity, Internet data.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Como funciona a tecnologia PLC.....	20
Figura 2: PLC aplicado à Rede de Baixa Tensão.....	21
Figura 3: PLC para Rede de Acesso de Comunicação.....	22
Figura 4: Fibra x Par metálico.....	33
Figura 5: Download Via Conexão ADSL De 512Kbps.....	35
Figura 6: Download Via Conexão PLC De 7,5 Mbps.....	35
Figura 7: Aplicação Da Tecnologia PLC.....	40
Figura 8: Equipamentos utilizados na tecnologia PLC.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Comparação entre as tecnologias nas redes.....	28
Tabela 2: Comparação entre as tecnologias.....	29
Tabela 3: Pontos fortes e fracos das tecnologias.....	36
Tabela 4: Aplicações da tecnologia PLC.....	41
Tabela 5: Equipamentos utilizados na tecnologia PLC.....	42

LISTA DE SIGLAS

PLC - Power line communications;

FDM - Frequency-Division Multiplexing;

TDM - Time-Division Multiplexing;

CDM - Code-Division Multiplexing;

EMI - Eletromagnetic interference;

RFI - Radio Frequency Interference;

VoIP - Voice over Internet Protocol;

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	13
1.1	ESTRUTURA DO TRABALHO	14
1.2	OBJETIVO	15
1.2.1	<i>Objetivo Geral</i>	15
1.2.2	<i>Objetivos específicos</i>	15
1.3	PROBLEMA	16
1.4	JUSTIFICATIVA	17
2.	REDES PLC	18
2.1	O QUE É PLC?	18
3.	FUNCIONAMENTO DA TECNOLOGIA PLC	19
4.	CARACTERÍSTICAS DE UM SINAL PLC	23
4.1	TÉCNICAS DE TRANSMISSÃO PLC	23
4.1.1	<i>Modulação</i>	23
4.1.2	<i>Multiplexação</i>	24
4.2	PRINCIPAIS FATORES DE INTERFERÊNCIA PARA O SISTEMA PLC SÃO:	25
4.2.1	<i>Infra estrutura:</i>	25
4.2.2	<i>Segurança:</i>	25
4.2.3	<i>Linhas de transmissão desbalanceadas:</i>	25
4.2.4	<i>Atenuação do sinal de alta freqüência:</i>	26
4.2.5	<i>Eletrodomésticos:</i>	26
4.2.6	<i>Grande atenuação nos circuitos elétricos:</i>	26
4.2.7	<i>Elementos da rede elétrica:</i>	27
4.2.8	<i>Limitações:</i>	27
5.	COMPARAÇÃO ENTRE TECNOLOGIAS	28
5.1	COMPARAÇÕES	31
5.1.1	<i>Vantagens Da Fibra Óptica</i>	31
5.1.2	<i>Desvantagens Da Fibra Óptica</i>	32
5.1.3	<i>Vantagens de Par Metálico</i>	32
5.1.4	<i>Desvantagem Par Metálico</i>	33

5.1.5 Vantagens PLC.....	33
5.1.6 Desvantagens PLC.....	34
6. APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA PLC.....	38
6.1 INTERNET BANDA LARGA.....	38
6.2 TELEFONIA.....	38
6.3 TRANSMISSÃO DE VÍDEO.....	39
6.4 AUTOMAÇÃO.....	39
7. EQUIPAMENTOS E COMPONENTES DA REDE PLC.....	42
7.1 COMPONENTES E EQUIPAMENTOS DE UM SISTEMA PLC.....	42
8. PERSPECTIVAS PLC NO BRASIL E NO MUNDO.....	44
8.1 NO BRASIL.....	44
8.2 O FUTURO.....	45
9. CONCLUSÃO.....	47
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como objetivo mostrar a forma de transmissão de dados por meio de redes de energia elétrica. *Power Line Communication* (também conhecido por tecnologia PLC) que é uma nova tecnologia em projeção, em um mercado altamente competitivo, que busca alternativas de baixo custo e de alta eficiência e velocidade. Tal tecnologia visa utilizar a infraestrutura da rede de energia elétrica para a transmissão de dados e voz, viabilizando o acesso à rede e proporcionando a população maior facilidade de conexão, desta forma, contribuindo para que a informação chegue até pessoas de baixa renda, visando o desenvolvimento econômico, social e cultural dos indivíduos que vivem em lugares remotos onde somente a rede de energia elétrica é capaz de chegar.

Procurando atender a demanda, necessidade e viabilidade da utilização da internet, as pesquisas e os testes sobre o PLC (*Power Line Communications*) estão avançando de forma rápida e eficaz, com o intuito de disponibilizar uma tecnologia de baixo custo e alta confiabilidade, utilizando um meio físico disponível na maioria das localidades através da rede de energia elétrica.

Com a utilização da tecnologia PLC o custo pelo uso da internet irá diminuir, pois o meio físico utilizado para a transmissão de dados já esta disponível e desta forma a exclusão tecnológica tende a deixar de existir.

Portanto, este trabalho visa mostrar esta nova tecnologia que está em fase de testes e que busca o rápido desenvolvimento e expansão da transmissão de dados, realizando uma comparação com as tecnologias já existentes no mercado e verificando os benefícios que a mesma ira proporcionar. Analisando os desafios e oportunidades que a implementação do PLC irá trazer para o mercado do ponto de vista econômico, a tecnologia PLC apresenta uma grande vantagem em relação a outras tecnologias para transmissão de dados: a existência e utilização de infra-estrutura básica para a comunicação.

1.1 ESTRUTURA DO TRABALHO

O capítulo 2 descreve o que é a tecnologia PLC, já no capítulo 3 busca-se entender o funcionamento da tecnologia. O capítulo 4 serão relatadas as características do sinal PLC, as técnicas de transmissão que o mesmo utiliza, e os fatores que causam interferência no sinal.

O capítulo 5 visa mostrar as comparações entre as tecnologias existentes e o PLC, mostrando as vantagens e desvantagens que cada tecnologia possui. Já no capítulo 6 são relatadas as aplicações da tecnologia PLC.

No capítulo 7 são mostrados os equipamentos que a tecnologia utiliza e descrito o que cada equipamento realiza e finalmente no capítulo 8 são levantadas as perspectivas sobre o PLC e o que espera-se do mesmo. E, finalmente, conclui-se o trabalho e apresentam-se propostas de trabalhos futuros.

1.2 OBJETIVO

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar a aplicação da tecnologia *Power Line Communication* desenvolvendo um estudo de viabilidade mostrando as vantagens, desvantagens e funcionabilidade da tecnologia PLC para utilização do consumidor.

1.2.2 Objetivos específicos

Para atingir o objetivo geral, se torna necessário observar alguns quesitos.

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Levantar bibliografia pertinente ao *Power Line Communication* – PLC.
- Levantar dados de empresas que possuem projeto sobre a tecnologia PLC.
- Analisar os resultados obtidos de acordo com a bibliografia estudada.

1.3 PROBLEMA

Atualmente um dos maiores problemas encontrados pelas redes de telecomunicações é o acesso a internet em locais distantes, é cada vez mais importante que pelo menos as instituições públicas como escolas e prefeituras tenham acesso à internet, mas, devido ao alto custo de investimento em infra-estrutura estes locais acabam ficando sem acesso.

Desta forma a tecnologia PLC visa levar a essas localidades distantes o acesso a internet, buscando reduzir os custos de implementação com o intuito de que a informação chegue a todas as pessoas, independente de sua posição social.

1.4 JUSTIFICATIVA

Por ser uma tecnologia relativamente nova, ainda não existem muitos estudos sobre a utilização da mesma nas redes elétricas brasileiras. Portanto torna-se importante pesquisar sobre este assunto, visto que grande parte da população ainda não possui acesso a informação. Como a tecnologia *Power Line Communication* visa proporcionar as pessoas de todos os níveis sociais e econômicos o acesso a rede mundial de computadores, torna-se viável pesquisar sobre o tema e mostrar as vantagens e desvantagens que esta nova tecnologia que está em estágio de implementação irá proporcionar.

2. REDES PLC

2.1 O QUE É PLC?

“PLC é um sistema de telecomunicações que utiliza a rede elétrica como meio de transmissão. Quando os cabos elétricos são usados como meio de transmissão, a instalação elétrica domiciliar comporta-se como uma rede de dados onde cada tomada elétrica é um ponto de conexão à rede. Inúmeras aplicações podem ser utilizadas com a tecnologia PLC: telefonia, automação de dispositivos residenciais ou industriais e telemedição de água, gás e energia elétrica. Mas o mercado que está se destacando hoje com a tecnologia PLC é o acesso à internet de banda larga” (JATOBÁ, 2007).

Entende-se a tecnologia PLC como uma alternativa tecnológica, que busca propiciar uma forma diferenciada de acesso à informação, com alto desempenho e baixo custo, seja entre pessoas, empresas ou governos, e que utiliza-se da rede de distribuição de energia elétrica para transmissão a propagação dos dados.

O desenvolvimento da tecnologia PLC bem como de outras tecnologias de transmissão só foi possível com o avanço das técnicas de modulação, pois a modulação consiste no processo de transformar um sinal em uma forma adequada para transmissão através de um determinado meio físico (canal). O processo de modulação ocorre no transmissor, onde é modificado algum parâmetro da onda portadora conforme a mensagem a ser enviada através do canal de transmissão. (PACHECO, 2010)

3. FUNCIONAMENTO DA TECNOLOGIA PLC

A tecnologia *Power Line communications* funciona através de um sinal de comunicação que vem por fibra óptica sendo acoplado na rede elétrica que juntamente com a energia vai para todas as tomadas das residências.

“A energia elétrica e a comunicação de dados não se misturam, devido à diferença entre as características de frequências em suas origens e destinos. Da mesma forma que em um duto pode-se transportar água e óleo e nas pontas deste duto um mecanismo tecnológico pode fazer a separação destes dois líquidos, no fio de cobre podem ser transmitidas comunicação e energia, sem que um altere as características do outro. A principal diferença de entendimento entre esses dois universos, é que no caso dos líquidos está envolvido o transporte de matéria, vista a olho nu, enquanto que no universo eletromagnético é transportada energia, do qual só podem ser vistos os seus efeitos, ou seja, somente visto através de equipamento de medidas” (COPEL, 2011).

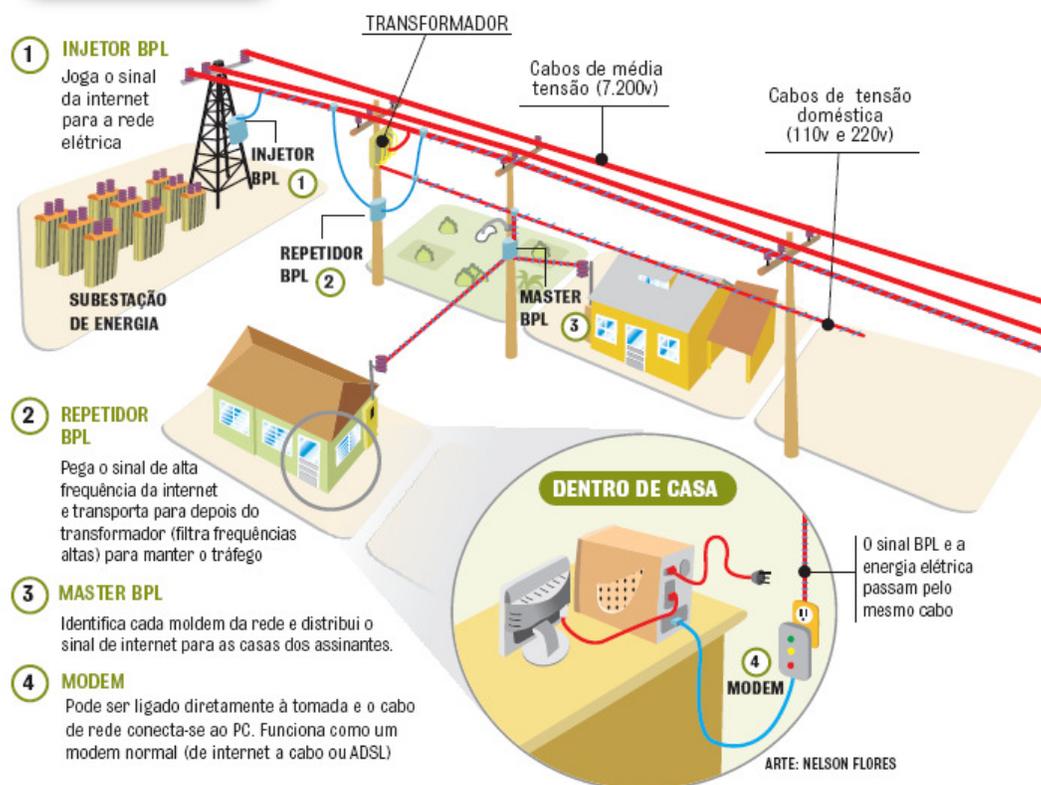


Figura 1: Como funciona a tecnologia PLC.

Fonte – (MARTINS, 2009)

Através de um ponto de terminação na rua que é disponibilizado por uma empresa operadora de telecomunicações, como por exemplo, a COPEL é instalado um Master PLC que é interligando ao ponto com um cabo de dados, desta forma o sinal PLC é injetado pelo Master nos fios elétricos secundários do transformador ao lado através de conectores adequados. Desta forma, todos os consumidores (em média 50) que estiverem ligados no circuito elétrico irão receber o sinal em todas as tomadas da residência, em alguns casos haverá a necessidade de instalar um repetidor no medidor de energia para ampliar o sinal.

Após isso o sinal será captado em uma tomada elétrica pelo modem PLC sendo disponibilizado em uma porta padrão Ethernet para que seja ligado na placa de rede do computador do usuário. O acesso pode ter velocidades em torno de 2Mbps compartilhado, ou seja, se houver um usuário, os 2Mbps estarão dedicados à ele, se tivermos mais usuários, estes irão compartilhar os

mesmos 2Mbps. Tal velocidade é considerada 50 vezes maior que o acesso convencional à internet.

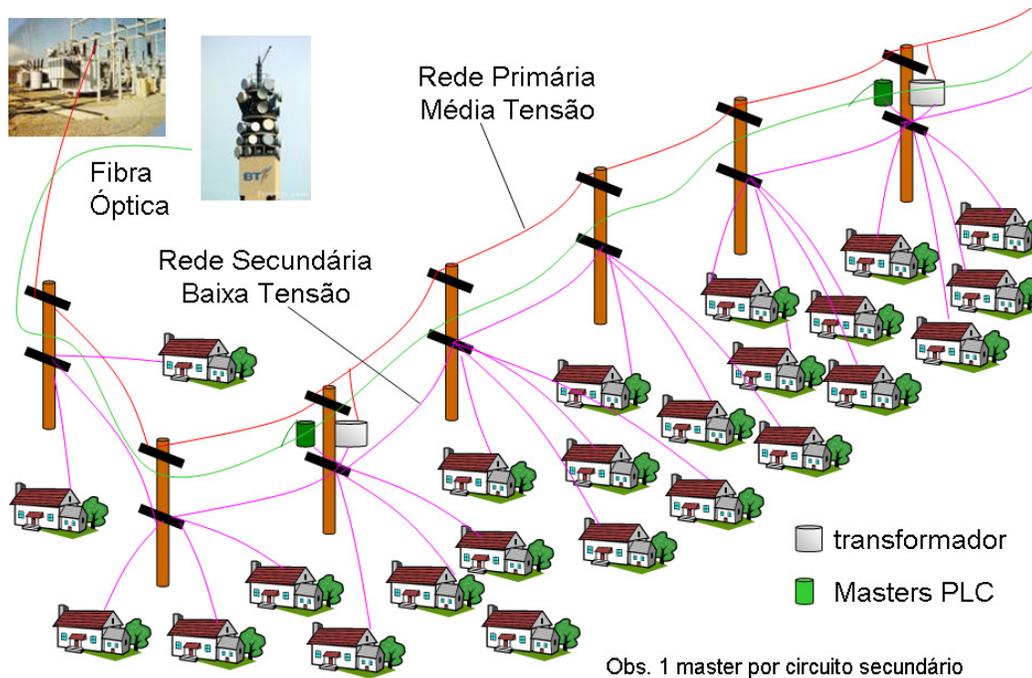


Figura 2: PLC aplicado à Rede de Baixa Tensão

Fonte – (COPEL,2010)

A figura acima mostra como funciona a rede de acesso PLC, onde o sinal de dados passa pela fibra óptica e é repassado para a linha de transmissão de baixa tensão sendo levado para as residências através dessa linha.

A comunicação baseada no PLC utiliza tipicamente frequências portadoras em paralelo para distribuir os dados em uma faixa de frequência maior, permitindo que portadoras individuais estejam ligadas / desligadas com um menor impacto em toda a rede de dados. Isto faz a comunicação ser menos vulnerável a erros ou interferência de ruídos.

Pode-se utilizar a faixa de frequência de 9kHz até 525kHz para sistemas de transferência de até 512Kbps, desta forma, o risco de emissões de ruído seja menor devido a baixa atenuação do cabo.

“Já para o sistema de banda larga é utilizada a faixa de freqüência de 2-30Mhz. A utilização dessa maior faixa de freqüência gera uma maior atenuação dos sinais ao longo do cabeamento e também uma maior emissão de ruídos para fora do sistema.” (ACMA, 2003)

A utilização da tecnologia PLC para aplicações em Banda Larga é um desenvolvimento recente, com grandes perspectivas de crescimento e desenvolvimento, este desenvolvimento inclui tecnologias de acesso, e a rede de distribuição interna das residências e escritórios de usuários.

A figura abaixo mostra como a rede de acesso PLC sai da subestação e chega a casa do usuário final.

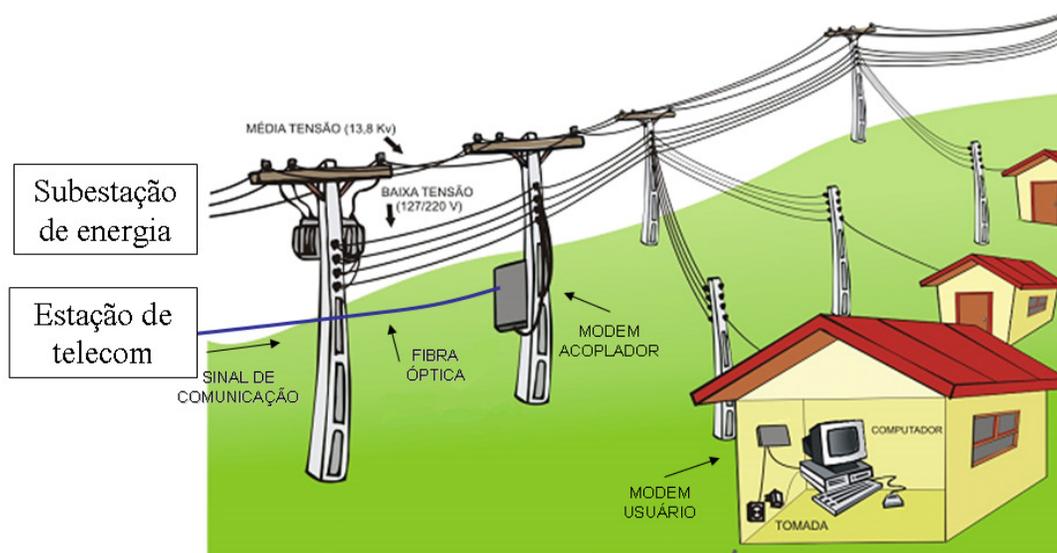


Figura 3: PLC para Rede de Acesso de Comunicação

Fonte – (COPEL, 2010)

“A transmissão de dados é feita pela estrutura já existente de distribuição de energia elétrica. Os dados podem ser enviados diretamente do provedor de acesso para a rede elétrica até chegar aos usuários. Também é possível mesclar a forma de transmissão onde já existem outras estruturas: a conexão pode ser feita via cabo a partir do provedor até a região de um prédio. Se o edifício não tiver cabeamento, por exemplo, a conexão pode continuar sendo feita via rede elétrica até o apartamento.” (GONELLI, 2009).

4. CARACTERÍSTICAS DE UM SISTEMA PLC

O sinal PLC é transmitido sobre os fios de cobre ou alumínio das redes energia elétrica. A transmissão do sinal de comunicação através das linhas de corrente alternada se torna difícil por diversos fatores, dentre eles:

As características da topologia das linhas de distribuição de energia elétrica (linhas abertas, com características não lineares, os transformadores, a existência de derivações ao longo de toda a linha entre outros);

A existência de ruídos e interferências causadas pela abertura e fechamento de circuitos, aparelhos conectados às tomadas, entre outros;

Problemas com a segurança de dados pelo compartilhamento dos mesmos circuitos entre diversos consumidores;

As irradiações das freqüências transmitidas em linhas abertas, com nenhum tipo de blindagem e um enorme potencial de interferência com sistemas que operam nas mesmas freqüências.

Uma das principais vantagens da tecnologia PLC sobre as outras tecnologias é a utilização de uma infra-estrutura física já existente, desta forma permitindo conectar um computador ou qualquer outro dispositivo na tomada e receber um sinal.

4.1 TÉCNICAS DE TRANSMISSÃO PLC

4.1.1 Modulação

“O desenvolvimento da tecnologia PLC bem como de outras tecnologias de transmissão só foi possível com o avanço das técnicas de modulação, pois a modulação consiste no processo de transformar um sinal em uma forma adequada para transmissão através de um determinado meio físico (canal). O processo de modulação ocorre no transmissor, onde é modificado algum parâmetro da onda portadora conforme a mensagem a ser enviada através do canal de transmissão”. (PACHECO, 2010)

“No receptor a mensagem original é recriada a partir do sinal recebido através do canal (demodulação). Entretanto, a recriação exata da mensagem original é impossibilitada pela ação de alguns agentes como, a presença de ruído e a distorção no sinal. A degradação do sinal no sistema como um todo é influenciado pelo tipo de modulação aplicado, sendo algumas técnicas mais sensíveis a ruídos e distorções que outras. Para otimizar a utilização do canal surgiram as técnicas de Multiplexão que é outro importante requisito da transmissão de informação”. (PACHECO, 2010)

4.1.2 Multiplexação

A Multiplexação é o processo de combinar vários sinais para realizar a transmissão simultânea sobre o mesmo canal. Dentre os métodos básicos de multiplexação temos:

a) 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.

b) Time-Division Multiplexing (TDM): usa modulação por pulsos para posicionar os sinais em diferentes fatias de tempo.

c) Code-Division Multiplexing (CDM): no qual cada sinal é identificado por uma seqüência (código) diferente. (PACHECO, 2010)

Também é utilizada a multiplexação OFDM que é uma das melhores soluções para combater os ruídos impulsivos do canal PLC provocados por múltiplos percursos, radiodifusão, reflexão, chaveamento, bancos de capacitores, etc. (HRASNICA, 2004).

O OFDM proporciona alto desempenho num ambiente ruidoso, pois encontra sincronização em ambiente hostil; não requer equalização de canal, otimiza a relação sinal/ruído e utiliza um método de correção de erro.

4.2 PRINCIPAIS FATORES DE INTERFERÊNCIA PARA O SISTEMA PLC.

Com o intuito de mostrar uma tecnologia diferente e competitiva diante as que já existem no mercado o sistema *Power Line Communications* possui alguns fatores que devem ser destacados, entre eles:

4.2.1 Infra estrutura.

A utilização da malha metálica como infraestrutura, buscando evitar maiores gastos com a adaptação ao ambiente, é considerada um dos grandes atrativos com relação a tecnologia, pois simplifica a instalação reduzindo o numero de cabos nos locais de acesso, tornando-se um grande incentivo para a expansão dos serviços de internet banda larga e telefonia.

4.2.2 Segurança.

Na tecnologia PLC a segurança é um dos grandes questionamentos, pois como todos os meios estão ligados no mesmo transformador seria possível interceptar as transmissões de outros pontos de acesso. Um dos métodos para evitar esse problema é a criptografia DES.

“A criptografia DES faz uso de substituição e deslocamento de bits repetidas vezes, seguindo um processo controlado por uma chave de, por exemplo, cinqüenta e seis bits. Em uma operação dividem-se blocos de dados de sessenta e quatro bits, onde cada bloco ira passar por certo numero de iterações, de uma até dezesseis iterações. A cada iteração, quarenta e oito bits da chave são usados na encriptação. O processo inverso, a decríptação, requer o uso da chave para ser realizada” (FERREIRA, 2005).

4.2.3 Linhas de transmissão desbalanceadas.

Como estas foram feitas para transmitir energia elétrica e não dados, as linhas de transmissão não são assimétricas, desta forma acabam potencializando as características de antena que as linhas de transmissão possuem. “Para transmitir dados em alta frequência serão emitidas ondas eletromagnéticas, e com o efeito de antena, geram interferências em outros sistemas, além disso, como em toda antena, os fios receberão interferências vindas de outros sistemas”, (CUNHA, 2006).

4.2.4 Atenuação do sinal de alta frequência.

A utilização de plásticos cria efeitos capacitivos na parte encapada da rede elétrica o que faz com haja sinais de alta frequência ocorrendo um grande problema para as transmissões realizadas a longas distâncias, portanto, “ as aplicações típicas do PLC referem-se a última milha, ou seja, do transformador da rua até a casa do assinante, sempre em distâncias curtas (inferiores a 1,0 KM); para a transmissão em longas distâncias, costuma-se utilizar a conexão através de fibras ópticas”. (CUNHA, 2006).

4.2.5 Eletrodomésticos.

Os eletrodomésticos causam grandes interferências, causando distorções nos dados que estão sendo modulados pela rede, aumentando a necessidade de processar os dados para corrigir as perdas que são causadas, sendo que a grande consequência é a perda da eficiência de transmissão de dados, acarretando em taxas de transmissão mais baixas.

4.2.6 Grande atenuação nos circuitos elétricos.

“A queda de tensão existente nos circuitos elétricos para as altas frequências, decorrente do uso de condutores metálicos e suas características, provoca a atenuação na tensão modulada pelo sistema PLC, degradando a relação sinal/ ruído, a atenuação típica é da ordem de 50 dB.” (CUNHA, 2006).

4.2.7 Elementos da rede elétrica.

Os equipamentos que são utilizados nas redes como por exemplo, os transformadores, relógios medidores, disjuntores, entre outros, que sejam antigos e sem manutenção contribuem para que haja interferência na transmissão de dados e também bloqueiam a passagem de dados de alta frequência, ocasionando assim a diminuição da taxa de transmissão efetiva.

4.2.8 Limitações.

“Com o objetivo de garantir certa qualidade na prestação do serviço, foi estabelecido um número máximo em termos de equipamentos numa mesma rede PLC. Para cada célula de rede, compreendendo a instalação de um Master, é possível colocar até duzentos e cinquenta e quatro modems. Apesar de ser uma situação incomum alcançar-se esse limite para uma mesma célula, caso isso ocorra, deve-se buscar a instalação de outro equipamento Master, o que tornaria a organização da rede PLC mais complexa. (FERREIRA, 2005).

5. COMPARAÇÃO ENTRE TECNOLOGIAS

Abaixo segue tabela de comparação entre as tecnologias que utilizam redes de acesso já pré existentes como base.

Antes da expansão da Internet, a comunicação de “última milha” entre os computadores era realizada através de linhas telefônicas, linha discada e linha dedicada.

Em comparação com essas tecnologias, as empresas de energia possuem agora a oportunidade de aproveitamento de sua rede instalada para disponibilizar comunicação eficaz e de alta velocidade.

TECNOLOGIA	ADSL	CABLE	PLC
REDE DE ACESSO	TELEFONIA	TV A CABO	ELÉTRICA
	Concessionária de	Concessionária de	Concessionária de
DETENTOR DA REDE	Telefonia 20% de 54%	TV a Cabo 40% de 5%	Energia 30% de 98%
COBERTURA	10%	2%	30%
SOLUÇÃO DE EXPANSÃO	NOVA REDE	NOVA REDE	ADEQUAÇÃO

Tabela 1: Comparação entre as tecnologias que aproveitam redes existentes

Fonte –(COPEL, 2010)

	Par metálico	Fibra Óptica	PLC
Atenuação do sinal	Alta taxa de atenuação, necessitando de vários repetidores	Baixa taxa de atenuação	Alta taxa de atenuação, necessitando de vários repetidores
Interferência eletromagnética	Sensível a interferência eletromagnética	Imune a interferência eletromagnética	Sensível a interferência eletromagnética
Interferência de radiofrequência	Sensível a interferência de radio frequência	Imune a interferência de radiofrequência	Sensível a interferência de radio frequência e produz alta interferência em radiofrequências
Infra-estrutura existente	Abrangente na maioria das grandes cidade, mas baixa em locais mais afastados	Ainda há a necessidade de se implantar uma infra-estrutura de fibra óptica na maior parte das cidades, tornando esta a tecnologia mais cara para implantação	As tecnologias anteriores precisam da infra-estrutura da rede elétrica para funcionar, sendo assim o PLC pode atender todos os usuários das outras tecnologias e também usuário que já possuem a rede elétrica
Segurança	Alto nível de segurança das informações transmitidas	Alto nível de segurança das informações transmitidas	Baixo nível de segurança das informações transmitidas
Custo médio para o cliente físico em equipamentos	R\$ 110,00	R\$ 110,00	Preço estimado R\$250,00

	Par metálico	Fibra Óptica	PLC
Taxa de transferência	Até 100Mbps	Não se sabe,utilizando a tecnologia DWDM até 40GB devido à limitação dos outros equipamentos de rede	Capacidade de 100Mbps, porém nos testes em laboratório só foram atingida taxas de 70Mbps e em campo a taxa de 55Mbps
Perda de pacotes	Alta taxa de perda de pacotes	Baixa taxa de perda de pacote	Alta taxa de perda de pacotes
Material	Material resistente e flexível	Material resistente, porém não flexível, quebrando facilmente se atingir ângulos maiores que 90°	Material resistente e flexível
Extras	Soluções de baixo custo para segurança de transmissão de informações entre apenas dois usuários	Suporte a taxas de banda extremamente altas, podendo ser utilizada múltiplas funções em um futuro próximo	Pode ser usado na implantação de uma rede inteligente, oferecendo aos usuário uma leitura em tempo real do gasto de energia e controle do ambiente elétrico da casa sem necessidade de grandes mudanças na infra -estrutura

Tabela 2: Comparação entre as tecnologias

5.1 COMPARAÇÕES

Primeiramente deve-se separar a rede ADSL em seus dois meios de transmissão o par metálico e a fibra óptica.

5.1.1 Vantagens Da Fibra Óptica

- Adequação a altas taxas de transmissão;
- Resistente a EMI – *Eletromagnetic interference*;
- Resistente a RFI – *Radio Frequency Interference*;
- Resistente a picos de tensão;
- Alta segurança das instalações com relação a acidentes;
- Difícil “quebra” do sinal, por isso alta segurança no transporte das informações;
- Número baixíssimo de pacotes de dados perdidos;
- O uso de fibras óticas garante que as aplicações futuras serão suportadas pelo sistema de cabeamento instalado no presente;
- Capacidade para transportar grandes quantidades de informação, devido à sua alta taxa de transmissão;
- Atenuação muito baixa, o que permite grandes espaçamentos entre repetidores, com distância entre repetidores superiores a algumas dezenas de quilômetros;
- Matéria-prima muito abundante;
- Custo Cada vez mais baixo;
- Material dielétrico;
- Suportar canais de múltiplos serviços (dados, áudio, vídeo etc.) em uma mesma fibra;
- Pequeno tamanho e peso, permitindo otimizar os espaços e evitar congestionamento de dutos nos subsolos de sites;
- Sigilo para comunicação, visto que as fibras óticas não irradiam a luz propagada;
- Permanência do investimento no cabeamento, visto que os sistemas de transmissão por fibras óticas podem ter sua capacidade de transmissão

aumentada sem que seja necessário alterar o cabeamento, apenas os equipamentos.

5.1.2 Desvantagens Da Fibra Óptica

- Alto custo de implantação;
- Há necessidade de ser criada uma rede de acesso totalmente nova;
- Resistência à elasticidade;
- Prevenção a tensões (alongamento);
- Número e tipo de fibras nele confinadas;
- Limitação dos raios de curvatura;
- Resistência a pressões laterais;

5.1.3 Vantagens de Par Metálico

- Vasta área atual atendida por fios de cobre existente no mundo para disponibilizar alta velocidade para acesso remoto à Internet;
- Possibilita alternar o serviço em simétrico e assimétrico com velocidades de até 2Mbps em cada direção. Colocando vários modems simétricos juntos podem atingir velocidades ainda maiores;
- Proporciona para as companhias de telefone a capacidade de oferecer um canal privado e segurança de comunicações entre o consumidor e o provedor de serviço;
- Pode-se optar por canal dedicado ao cliente, realizando técnica de modem-a-modem, as velocidades de transmissão não são afetadas por outros usuários que estão conectados;
- As redes baseadas em DSL são adequadas para o tráfego IP;
- Fácil manuseio para instalação;
- Material flexível;
- Principal vantagem, economia em custos para implantação.

51.4 Desvantagem Par Metálico

- Interferência eletromagnética;
- Largura de banda defasada;
- Problemas com umidade;
- Maior diâmetro do cabo e maior quantidade de cabos para o mesmo fluxo de informações (vide fotografia 2);
- Maior perda de pacotes de dados, diminuindo a capacidade de transmissão;
- Sinais elétricos interferem na transmissão;
- Devido à alta atenuação do sinal, as repetidoras são colocadas uma mais próximas das outras, com isso acaba gerando maior custo para implantação em longas distâncias e os equipamentos devem conter maior potência, gera maior consumo elétrico;
- Risco à segurança, produto inflamável;

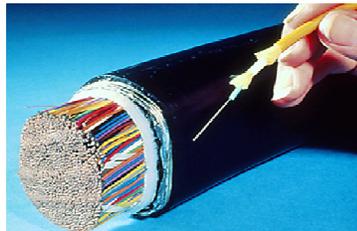


Figura 4: Fibra x Par metálico

Fonte – (MARTELLO, 2009)

5.1.5 Vantagens PLC

Embora a tecnologia *Power Line Communications* ainda esteja em fase de testes, algumas vantagens podem ser citadas para demonstrar que o PLC é uma alternativa viável para transmissão de dados em banda larga:

- Não precisa de implantação de uma nova infra-estrutura
- Pode atender qualquer região que possua uma grade de energia

- Alternativa de baixo custo para localidades com poucos assinantes.
- Flexibilidade e praticidade em seu uso, visto que cada tomada elétrica existente pode ser considerada uma via de comunicação
- Não interfere na rede elétrica
- Alta capilaridade do sistema elétrico para diminuição dos custos de implantação;
- Barramento compartilhado (custo compartilhado);
- Oportunidade de novos negócios e diversificação de atividades;
- Rede doméstica com novas e múltiplas aplicações;
- Fácil instalação.

5.1.6 Desvantagens PLC

As desvantagens que atualmente impedem o crescimento e expansão da tecnologia PLC esta principalmente ligada à padronização e das redes de distribuição de energia elétrica:

- No Brasil, ainda não existe nenhuma regulamentação. Existe apenas uma autorização da ANATEL para realização de testes com a tecnologia;
- A padronização também é um empecilho;
- A qualidade das redes elétricas é um problema para algumas concessionárias brasileiras que possuem redes antigas e com necessidade de melhorias até mesmo para o fornecimento de energia elétrica;
- A falta de escala de produção, o que encarece os equipamentos;
- O excesso de ruído na rede elétrica também diminui a velocidade de transmissão e pode até silenciar o sinal;
- O meio ser compartilhado com aproximadamente 50 usuários por subsistema também é uma grande desvantagem;
- Como a banda é compartilhada é necessário utilizar fortes esquemas de segurança para evitar ataques.
- Baixa segurança na transmissão de dados
- Capacidade de taxa limitada em relação a fibra óptica

- Gera ruídos
- Opera na mesma faixa de frequência dos radio-amadores limitando o uso dos mesmos.

As telas abaixo mostram *Downloads* realizados a partir de dois Links de acesso de internet diferentes.

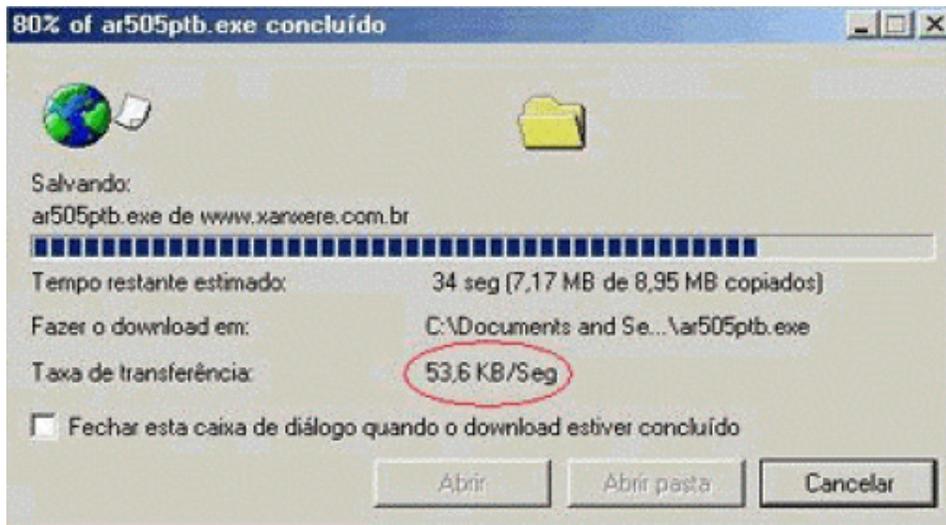


Figura 5: Download via conexão ADSL de 512Kbps.

Fonte - (IGUAÇU ENERGIA, 2010)

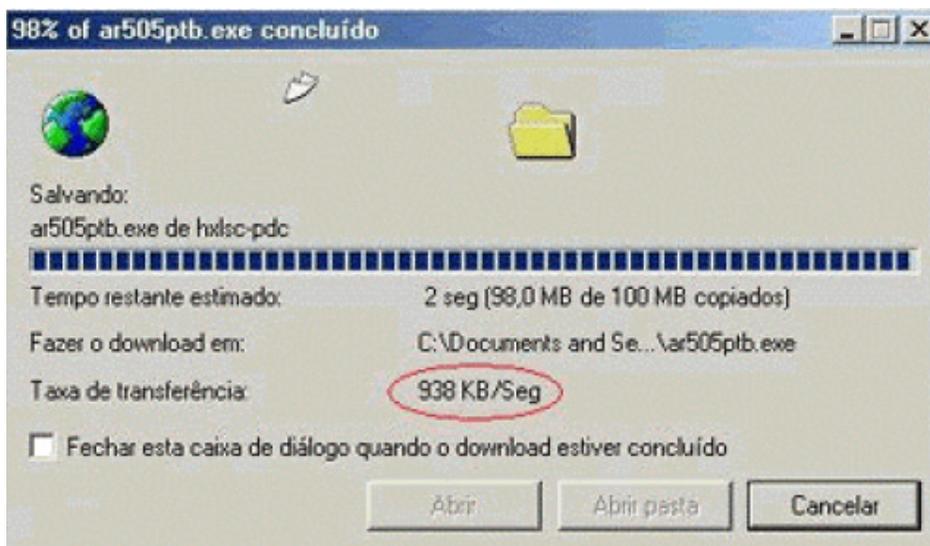


Figura 6: Download via conexão PLC de 7,5 Mbps.

Fonte - (IGUAÇU ENERGIA, 2010)

Realizando uma comparação entre as figuras anteriores (pode-se observar que o Link do PLC foi mais eficiente nos testes realizados pela IGUAÇU ENERGIA, onde a taxa de transferência foi de 53,6 KB/seg para ADSL e de 938,0 KB/seg para PLC.

“A comunicação de dados através da rede elétrica (*Power Line Communication* - PLC) a altas taxas surge como um grande desafio, pois deve contornar as restrições do meio de comunicação. Taxas de transmissão que anteriormente eram da ordem dos kbps chegam agora aos Mbps. Para atingir tais taxas, a tecnologia PLC emprega técnicas de modulação, de codificação e de processamento de sinais capazes de superar as adversidades do canal” (LEE,2003).

Porém é importante lembrar que na tecnologia PLC ainda existe uma grande variação devido a ruídos e interferências, outro fator que também se deve levar em consideração é o fato da banda ser compartilhada com vários usuários (em torno de 50) o que faz com que haja uma limitação no tráfego conforme o numero de usuários conectados na rede naquele momento.

A tabela abaixo mostra os pontos fortes e fracos da tecnologia PLC.

TECNOLOGIA	PONTOS FORTES	PONTOS FRACOS
ADSL	<ul style="list-style-type: none"> ▪ largura de faixa de <i>download</i> - 20 Mbits; ▪ alcançou uma confiabilidade muito boa; ▪ tem uma base instalada muito forte. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ largura de faixa do upload limitada; ▪ desempenho real - depende da distância entre o ponto de acesso e o DSLAM e da carga na rede.
WiFi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ melhor solução - termos de flexibilidade e mobilidade projetado para aplicações industriais ou domiciliares; ▪ capilaridade similar a tecnologia PLC. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ transmissão de unicamente dados - nenhuma garantia do serviço; ▪ alcance limitado - tecnologia baixa da distância; ▪ sensibilidade ao ambiente e à topologia (paredes, obstáculos, ruídos, etc.).
WiMax	<ul style="list-style-type: none"> ▪ alternativa de mobilidade na extensão das redes WiFi, encontrando-se com exigências dos grandes clientes; ▪ diminui custos de infra-estrutura de banda larga para conexão com o usuário final; ▪ possibilita a criação de uma rede de cobertura de conexão de Internet similar a de cobertura celular, permitindo acesso à Internet mesmo em movimento. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ falta da maturidade no mercado; ▪ solução expansiva; ▪ transmissão unicamente de dados - nenhuma garantia do serviços; ▪ possibilidade de sobreposição de utilização de frequência com algum serviço já existente.
Cabo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ alto desempenho. ▪ melhor divisão e acesso de dados para aplicações de última milha. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ solução cara; ▪ instalação complexa; ▪ mobilidade e abrangência restritas.
Fibra Ótica	<ul style="list-style-type: none"> ▪ alto desempenho; ▪ melhor distribuição de dados em comparação com aplicações de última milha. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ solução cara; ▪ instalação complexa; ▪ mobilidade e abrangência restritas.
PLC Homeplug (V1.0)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ solução de baixo custo; ▪ apropriada para aplicações da monitoração & controle e para a leitura automática de medidores; ▪ não adaptado para outras aplicações; ▪ pode ser combinado com outras tecnologias. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ transmissão pura de dados - nenhuma garantia do serviço; ▪ alcance limitado; ▪ projeto para aplicações sem espera, operando em exigências de baixas da largura de faixa de frequência; ▪ Usa a faixa estreita do PLC.

Tabela 3: Pontos fortes e fracos das tecnologias

Fonte - (OLIVEIRA, 2006)

Desta forma pode-se comparar as tecnologias de comunicação banda larga disponíveis, destacando seus aspectos positivos e negativos. Embora, nenhuma tecnologia seja melhor do que a outra, de acordo com suas aplicações.

6. APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA PLC

“As possibilidades de serviços oferecidos pela tecnologia *Power Line Communications* variam entre diferentes áreas. Os modelos de negócios a serem postos em prática visam oferecer serviços de qualidade que representam concorrência direta para outras tecnologias. No entanto, alguns serviços têm nas redes PLC o sistema mais adequado, ou cuja implementação comercial seria de maior dificuldade a partir de outra tecnologia, como gerenciamento e medição de energia elétrica, controle de utensílios domésticos e automação de partes de uma casa” (LOUIE, 2006).

6.1 INTERNET BANDA LARGA

“Considerada como a principal aplicação de possibilidades da tecnologia PLC, a internet banda larga por meio de linhas de energia unificaria a conexão de grande parte dos dispositivos que acessam a internet, uma vez que essa parcela também se ligam a rede elétrica. Além desse aspecto, com a necessidade de se estar conectado a internet é tão grande quanto a necessidade de ligação de redes de energia elétrica” (GALLI,2003).

“Sendo importante destacar o fato de que o serviço de acesso a internet a partir de redes PLC possui semelhanças com outros serviços já existentes, os serviços que envolvem telecomunicação sobre a fiação elétrica também são baseados sobre os protocolos TCP/IP e atingem velocidades máximas de 45 Mbps” (LITTLE, 2004).

6.2 TELEFONIA

“A crescente demanda por serviços de qualidade com relação a serviços de telefonia baseados em VoIP (*Voice over Internet Protocol*) coloca a tecnologia PLC como grande competidora nesse cenário, podendo futuramente atuar como agente principal na oferta de tal serviço ou até mesmo podendo complementar essa solução. Como a qualidade que a tecnologia IP vem progredindo, tomando espaço da telefonia tradicional em alguns setores, a

competição nessa área tende a aumentar. As redes PLC demonstram vantagem nesse tipo de aplicação, uma vez que priorizam dados de VoIP ao longo da transmissão”.(LITTLE, 2004).

6.3 TRANSMISSÃO DE VÍDEO

“A conexão de banda larga fornecida pela transmissão de dados através da fiação elétrica apresenta meios suficientes para possibilitar serviços como videoconferência, televisão digital e outras aplicações audiovisuais. Comparando-se a eficiência nesses tipo de serviço com outra tecnologia como as redes sem fio, verifica-se maior confiabilidade por parte das redes PLC, que não apresentam problemas de interferência comparando-se com as redes sem fio, o que representa um obstáculo para a qualidade de serviço em transmissões de vídeo. O ponto contrario seria a atenuação, em uma comparação com a tradicional banda larga através de cabos. De modo geral, com o desenvolvimento da tecnologia PLC, será possível transmitir vídeos de cada vez mais qualidade” (MARKARIAN & HUO, 2005).

6.4 AUTOMAÇÃO

Com a realidade de uma rede domestica interna baseada na tecnologia *Power Line Communications*, estabelecendo o conceito de “*Homer Area Network*”, algumas aplicações de automação, estendendo a idéia de casa inteligente, seriam viáveis, como automação do funcionamento de aparelhos de ar condicionado, controle de temperatura, acendimento de lâmpadas, alem de outros (LITTLE, 2004).

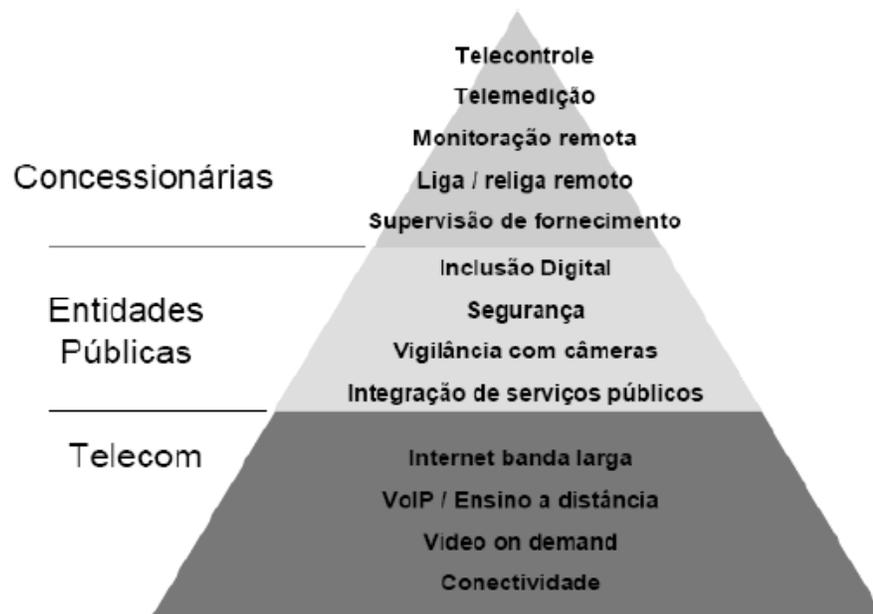


FIGURA 7: Aplicação da tecnologia PLC
Fonte- (ACMA, 2010)

ENTIDADES	SERVIÇOS PRESTADOS	FATORES
CONSESIONÁRIAS/ EMPRESAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	<ul style="list-style-type: none"> - Telecontrole/ Telemedicação - Monitoração Remota - Liga/ religa remoto - Supervisão de fornecimento de energia 	<ul style="list-style-type: none"> - Redução de custos - Competitividade pelo consumidor - Melhor gestão do consumidor e de ativos - Melhoria da qualidade de energia
ENTIDADES PÚBLICAS	<ul style="list-style-type: none"> - Inclusão Digital - Segurança / Vigilância com Câmaras - Integração de serviços públicos - Governo Eletrônico 	<ul style="list-style-type: none"> - Potencial para uso da tecnologia PLC - Universalização de acesso á rede elétrica - Necessidade de conexão banda larga (escolas e órgãos públicos) - Baixa penetração de tecnologias de informação em domicílios.
TELECOMUNICAÇÕES	<ul style="list-style-type: none"> - Internet banda larga - Volp (Voz sobre protocolo IP) - Ensino a distância - Vídeo sobre demanda - Conectividade 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento de custos operacionais devido a universalização de serviços. - Aumento do custo de energia - Necessidade de revisão do negócio - Redução das margens na distribuição

Tabela 4: Aplicações da tecnologia PLC

Fonte – (OLIVEIRA, 2006)

7. EQUIPAMENTOS E COMPONENTES DA REDE PLC

Existem diversos tipos de equipamentos e componentes que integram o sistema PLC. O quadro a seguir, apresenta os principais componentes.

7.1 COMPONENTES E EQUIPAMENTOS DE UM SISTEMA PLC.

MODEM PLC
Equipamento utilizado para a recepção e transmissão dos dados. O <i>modem</i> realiza a interface entre os equipamentos dos usuários e a rede elétrica de distribuição de energia elétrica, transformando o sinal do equipamento terminal de telecomunicações em sinal modulado e transportado sobre a rede elétrica, para o uso interno ou <i>in-house</i> . O <i>Modem PLC</i> , permite também separar as aplicações de voz e dados, para os respectivos serviços relacionados.
REPETIDOR
É o equipamento que provê acesso direto do usuário do sistema <i>Indoor</i> para o sistema <i>Outdoor</i> . Cada residência ou instalação deverá ter este equipamento, que se comunica com o Concentrador Mestre (PNU). O repetidor recupera e re-injeta o sinal PLC proveniente do transformador para a rede elétrica de distribuição doméstica. De acordo com a topologia da rede elétrica, o repetidor pode não ser necessário, como no caso em que o equipamento PLC do transformador consiga uma conexão de alta qualidade com o <i>modem PLC</i> .
EQUIPAMENTO DE CONCENTRAÇÃO OU CONCENTRADOR MESTRE OU MASTER (PNU):
Controla o sistema externo e interconecta uma célula de energia (<i>power cell</i>) à rede do <i>backbone</i> , rede de acesso à Internet. Geralmente está localizado no transformador. Deste ponto em diante, a comunicação pode ser desenvolvida pela operadora de telecomunicações local. Certos locais com mais usuários, como condomínios ou prédios, podem necessitar de um equipamento de concentração que otimize a largura de banda para um conjunto de usuários próximos.
EQUIPAMENTO DE TRANSFORMADOR (MASTER/GATEWAY)
O Equipamento de Transformador é o dispositivo instalado junto aos transformadores de média e baixa tensão, cuja função é extrair o sinal proveniente da rede de distribuição PLC (média tensão, fibra óptica, rede a cabo) e injetá-lo sobre a rede de acesso de distribuição de energia elétrica de baixa tensão. Isto permite o fluxo de dados <i>downstream</i> , banda estreita, do equipamento transformador de sinal até o <i>Modem PLC</i> ou para os componentes Repetidores numa configuração, ponto multiponto full-duplex, com uma configuração modular flexível com placas de baixa tensão BT, as quais injetam o sinal PLC proveniente da rede de distribuição PLC sobre os cabos de baixa tensão.
EQUIPAMENTO DE SUBESTAÇÃO (HIGH END)
Está instalado junto à subestação e tem como função principal a interconexão com os provedores de serviços. Pode também inserir o sinal na rede de média tensão. As funções do equipamento de Subestação podem ser desempenhadas, de acordo com sua configuração, pelo mesmo Equipamento de Transformador.
EQUIPAMENTOS ACESSÓRIOS OU UNIDADES DE ACOPLAMENTO
As unidades de acoplamento são os equipamentos acessórios agregados, necessários para adaptar e injetar o sinal de telecomunicações do equipamento PLC, para a grade de distribuição seja de média ou baixa tensão (MT e BT). São de dois tipos: capacitivo, que injeta o sinal por contato direto com a rede de distribuição, e indutivo, que injeta o sinal por indução. A solução de acoplamento a ser implementada é escolhida com base na qualidade do sinal e facilidade de instalação, nas condições específicas da rede de distribuição utilizada. As soluções de acoplamento têm evoluído bastante, otimizando tempo, procedimento, desempenho e segurança de instalação.

Tabela 5: Equipamentos utilizados na tecnologia PLC

Fonte – (PACHECO, 2008)

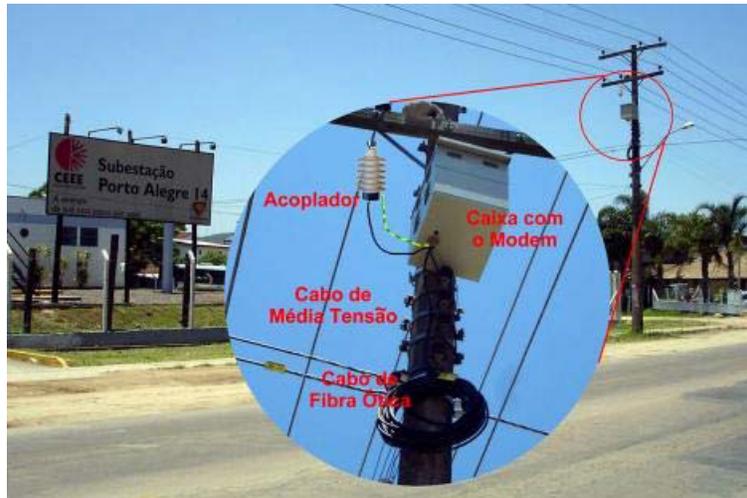


Figura 8: Equipamentos utilizados na tecnologia PLC

Fonte – (PACHECO, 2008)

8. PERSPECTIVAS PLC NO BRASIL

8.1 NO BRASIL

Algumas experiências vêm sendo analisadas para a implantação da tecnologia PLC no Brasil. Podem-se mencionar os estudos que vem sendo realizados pela Companhia Paranaense de Energia - COPEL, embasados no conceito A2A (da língua inglesa, *Any to Any*), onde qualquer cliente ou cidadão pode ter acesso a qualquer serviço de qualquer operadora de comunicação. Neste conceito são trabalhados dois escopos denominados Última Milha (da língua inglesa, *Last Mile*) onde o serviço de informação é entregue ao usuário final podendo ser de qualquer natureza e atendendo qualquer tipo de instituição, seja esta pública ou privada buscando qualidade no serviço. A qualidade de serviços pode ser entendida como um conjunto de características que devem ser alcançadas em um determinado grau para que o produto atenda às necessidades dos seus utilizadores. (PINHEIRO, 2004).

Um dos grandes empecilhos para a disseminação da internet no Brasil é um meio de transmissão de baixo custo, que é o que a tecnologia PLC busca. Utilizando a rede elétrica para distribuir o acesso contínuo e de alta velocidade para os usuários.

A rede de energia elétrica passou a ser considerada uma infra-estrutura existente com capilaridade e cobertura inigualáveis, quer seja em média ou baixa tensão, estando presentes em residências de classe baixa, média e alta indistintamente (TELECO, 2005).

Nos últimos tempos varias empresas brasileiras começaram a investir em pesquisas sobre a tecnologia *Power line communications*. As empresas de energia elétrica estão interessadas em fornecer este novo serviço aos consumidores. Porém, como a maioria das tecnologias lançadas no Brasil, o fator econômico é uma barreira muito grande. Entretanto, com a viabilidade técnica que já foi comprovada por companhias de energia elétrica de renome no cenário brasileiro o uso comercial do PLC parece ser hoje apenas uma questão de tempo.

O Brasil é considerado como um dos principais mercados em potencial para a tecnologia PLC, abrindo novas perspectivas para aplicações nas empresas de energia elétrica e de novas possibilidades para a base tecnológica instalada no Brasil.

Mas ainda existe a necessidade de que os envolvidos no desenvolvimento da tecnologia assumam uma estratégia para estimular o uso da tecnologia e desta forma permitam investimentos e a adoção de normas e regulamentações para que a tecnologia se expanda.

8.2 O FUTURO

No Futuro espera-se, sem dúvida, um verdadeiro dilúvio de acesso a novas tecnologias de banda larga, através de satélites, televisão a cabo, PLC, comunicação via rádio. “A tecnologia PLC mudará tremendamente, habilitando a todos a compartilharem grandes velocidades de largura de banda e seus recursos de informação em torno do globo terrestre.” (LITTLE, 2004).

Sem dúvida, as redes e os sistemas de informação avançam em caminhos celebres onde não podemos prever o que ira acontecer, porem influenciara cada vez mais desempenho das organizações e as atividades profissionais dos indivíduos.

O futuro é incerto, porém estará cheio de oportunidades. Tais oportunidades irão trazer uma verdadeira revolução na condição humana e nas organizações. Deste modo, as organizações terão de ser orientadas para tornarem-se capazes de motivar os seus colaboradores, devendo ser ágil e bem dimensionada, gerindo eficazmente os recursos, promovendo o uso apropriado das tecnologias existentes e prestar mais e melhores serviços formalizados e controlados por níveis de serviço bem definidos.

A *Power Line Communication* (PLC) apresenta-se como mais um meio de acesso à transmissão de sinais de dados, voz e imagem que, juntos, poderão ser transmitidos e recebidos em alta velocidade e com larga faixa de segurança e confiabilidade. Esta convergência de serviços é um dos grandes trunfos da tecnologia PLC, que acompanhando a tendência do mercado oferece uma larga gama de serviços ao cliente em um único meio de transmissão de dados (LITTLE, 2004).

Desta forma tende-se a aumentar a competitividade no fornecimento da rede de acesso, acelerando a difusão da inclusão digital. A implantação da tecnologia PLC é muito rápida em comparação com as tecnologias competitivas, já que se baseia em uma estrutura já existente.

A concretizar-se, a exploração comercial dos serviços baseados em *powerline* tem o potencial de se constituir como a melhor e mais barata alternativa de fazer chegar aos lares serviços de banda larga, incluindo voz, apresentando-se como uma ameaça muito séria aos operadores de redes de comunicação fixas. (RYDIN, 2005).

9. CONCLUSÃO

É perceptível que a tecnologia *Power Line Communication* será uma grande concorrente as atuais tecnologias de redes de acesso já existentes, devido ao seu baixo custo de implantação, desta forma, tornando-se dispensável em lugares remotos e de maior densidade populacional.

A tecnologia PLC tende a tornar-se um meio de transmissão de dados, voz e imagem que poderão ser enviados de qualquer lugar onde existir uma tomada elétrica, desta forma, todos os indivíduos seriam beneficiados com um custo menor do que o existente atualmente.

Verificou-se também que existem diversas empresas de energia elétrica interessadas nas possibilidades da tecnologia PLC que, além de atender as suas necessidades internas, permite a oferta de serviços de comunicação em banda larga, além dos estudos que vêm sendo desenvolvidos para a disseminação da tecnologia, um exemplo disso é a COPEL que vem fazendo testes para difundir a tecnologia no Brasil.

O PLC não veio para substituir outros serviços de acesso em banda larga, mas sim como uma nova alternativa de acesso. Com isso o consumidor final ganha, pois se diminuem os custos e há grande melhora na qualidade do serviço devido à concorrência.

A tecnologia *Power line communications* também tende a promover a popularização do acesso à internet e a inclusão digital, pois tem o intuito de levar a internet a qualquer lugar através da rede de energia elétrica com custos bem menores do que os existentes hoje no mercado de comunicações. A tecnologia PLC não busca substituir as tecnologias de acesso a banda larga já existentes, mas sim para agregar valor e ser mais uma alternativa de acesso e de baixo custo para a grande maioria da população.

Vista como um fracasso por alguns e como a esperança da disseminação da tecnologia por outros, a internet via rede elétrica (PLC) está ganhando espaço. A tecnologia *Power line communications* já atingiu um nível de maturidade capaz de ser difundida comercialmente e expor-se ao mercado consumidor. No Brasil é possível que em dois ou três anos seja uma realidade.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACMA, **Broadband Powerline Communications Systems: A Background Brief.** [S.l]: 2003. Disponível em: <http://www.acma.gov.au/webwr/radcomm/frequency_planning/spps/0311spp.pdf> Acesso em 12 set. 2010.
- COPEL, Companhia Paranaense De Energia. **Relatório Técnico Da Avaliação Da Tecnologia Powerline Communications (PLC).** Março, 2010.
- CUNHA, F. Alessandro. **Power Line Communication – PLC: A informação vem pela tomada.** Revista Saber Eletronica, Outubro, 2006.
- FERREIRA, MVA **PLC – Power Line Communications,** Universidade Federal Fluminense, 2005.
- GALLI, S; Scaglione, A; DOSTERL, K. **A banda larga é o poder: o acesso a internet através da rede da linha elétrica,** IEEE Communications Magazine, 2003.
- GONELLI, CIBELE; **Internet via rede elétrica: um passo para conectar pela tomada,** UOL Tecnologia, 2009.
- HRASNICA, H.; HAIDINE, A.; LEHNERT, R. **Broadband powerline communications networks: network design.** 238p. Disponível em: <http://books.google.com.br/books?id=Yoht7Uhjc8gC&pg=PA39&lpg=PA39&dq=LEHNERT+PLC&source=bl&ots=uatw8B92EN&sig=7cvWef5EvaP1_b0PBtbiTvol8hk&hl=en&ei=AleOTNPYHIG88gbhpr2mCg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CBEQ6AEwAA#v=onepage&q=LEHNERT%20PLC&f=false> Acesso em 12 out. 2010.
- IGUAÇU ENERGIA, Foz do Iguaçu: **Concessionária de Energia Elétrica.** Disponível em < <http://www.ienergia.com.br/projetos/comparativo.htm> > Acesso em: 09 nov. 2010
- JATOBÁ, P. L. de O.O uso da tecnologia PLC no contexto da realidade brasileira. **Workshop Sobre Power Line Communication: [trabalhos apresentados].** Brasília DF: ANEEL, 2007. Disponível em: <

[www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/1%20-%20APTEL%20-%20PEDRO%20JATOBÁ%20\(2\).pdf](http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/1%20-%20APTEL%20-%20PEDRO%20JATOBÁ%20(2).pdf) >. Acesso em: 28 fevereiro 2011.

- LEE, M. K., Newman, R. E., Latchman, H. A., Katar, S. E Yonge, (Junho de 2003) **L.Homeplug 1.0 Powerline Communications LANs - Protocol Description and Performance Results**. International Journal of Communication Systems.
- LITTLE, **White Paper on PLC and its impact on the development of Broadband in Europe** -Arthur D. Little for PUA (2004).
- LOUIE, KW; WANG, A; LSON, P; BUCHANAN, P. **Discussão sobre aplicações de alta potencia de linha transportadora, conferencia canadense sobre e de computadores engenharia eletrotécnica – CCECE' 06,2006**.
- MARKARIAN, P.; HUO, X. **A distribuição de sinais de TV digital sobre redes de linhas de energia em casa, Simpósio Internacional sobre Power Line Communications e suas aplicações**, 2005.
- MARTELLO, A. **Aneel Aprova Distribuição de internet e TV Por Assinatura Pela Rede de Energia**, G1, 2009. Disponível em: <[http://g1.globo.com/Noticias/Economia_Negocios/0,,MUL1270896-9356,00-ANEEL APROVA + + + DE DISTRIBUIÇÃO + INTERNET + E + TV + POR + Assinatura + PELA + REDE + DE + ENER.html](http://g1.globo.com/Noticias/Economia_Negocios/0,,MUL1270896-9356,00-ANEEL+APROVA+++DE+DISTRIBUIÇÃO+INTERNET+E+TV+POR+Assinatura+PELA+REDE+DE+ENER.html)>. Acesso em: 09 nov. 2010.
- MARTINS, João, **Nova Opção de Acesso**, Revista Saber. São Paulo, 2009. 34 p.
- OLIVEIRA, Orlando, **Apresentação PLC - COPEL**. Curitiba, 2006. 02 p.
- PACHECO, Anderson Juliano; SILVA, Aldair. **Transmissão de Dados Via Rede Elétrica**. [S.l.]: 2008. Disponível em: <<http://revista.ctai.senai.br/index.php/edicao01/article/viewDownloadInterstitial/38/35>> Acesso em: 25 set. 2010.
- PINHEIRO, José Maurício Santos Pinheiro, Professor Universitário, Projectista e Gestor de Redes, membro da BICSI, Aureside, IEC - **Guia Completo de Cabeamento de Redes** - Março (2004).
- RYDIN, Carlos; Principal – Capgemini Publicado em: **Semanário Económico** - 24/03/2005.

- **TELECO:** <http://www.teleco.com.br/> - Acesso em Setembro – 2010.