

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA  
COMPUTAÇÃO**

**Eliel Marlon de Lima Pinto**

**UMA ANÁLISE DE UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA  
PLC/BPL PARA INCLUSÃO DIGITAL NO  
ESTADO DE SANTA CATARINA**

Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação.

Orientador: Mário Antônio Ribeiro Dantas

**Florianópolis-SC, Novembro de 2004.**

# UMA ANÁLISE DE UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA PLC/BPL PARA INCLUSÃO DIGITAL NO ESTADO DE SANTA CATARINA

Eliel Marlon de Lima Pinto

Esta Dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação, área de concentração em Sistemas de Computação, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação.

---

Prof. Dr. Raul Sidnei Wazlawick  
Coordenador

Banca Examinadora

---

Prof. Dr. Mário Antônio Ribeiro Dantas

---

Prof. Dr. Murilo Silva de Camargo

---

Prof. Dr. Vítório Bruno Mazzola

---

Prof. Dr. Roberto Willrich

"A mente que se abre a uma nova idéia, jamais volta a seu tamanho original".

(Albert Einstein)

Dedico este trabalho aos meus mestres de vida, meu pai Manoel Chagas e minha mãe, Luzia de Lima.

Ao meu orientador, Prof. Mário Dantas, que estimulou e indicou, de forma esclarecedora, as diretrizes que conduziram ao sucesso deste trabalho.

Ao amigo Emir Araújo, que com alegria e muita paciência me ajudou nessa caminhada.

A família Kulclamp que me apoiou no decorrer do curso, em especial senhora Selma e o senhor Waltamir.

## SUMÁRIO

<b>1 – INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 – INCLUSÃO DIGITAL.....</b>	<b>4</b>
2.1 – MEIOS DE TRANSMISSÃO DE DADOS .....	4
2.1.1 – Meios guiados.....	6
2.1.2 – Meios Não-Guiados.....	6
2.2 – TIPOS DE TRANSMISSÃO .....	8
2.3 – SOFTWARE LIVRE .....	8
<b>3 – Tecnologias de redes para última milha .....</b>	<b>10</b>
3.1 – REDES LOCAIS .....	10
3.1.1 – LAN.....	10
3.1.2 – VLAN .....	10
3.1.3 – PAN.....	11
3.2 – VPN/SAN .....	11
3.2.1 – VPN.....	11
3.2.2 – SAN.....	12
3.3.1 – MAN.....	13
3.3.2 – WMAN .....	14
3.4 – INTERNET.....	14
3.4.2 – TCP/IP.....	15
3.4.2.1 – Camadas da Arquitetura Internet.....	15
3.5 – TECNOLOGIAS DE REDE DE COMUNICAÇÃO.....	17
3.5.1 – ATM.....	17
3.5.2 – Wireless .....	19
3.5.3 – XDSL/SDSL .....	20
3.5.4 – CABLE MODEM.....	20
3.5.5 – PLC/BPL.....	21
<b>4 – Projetos de Inclusão Digital.....</b>	<b>33</b>
4.1 – INCLUSÃO DIGITAL NO GOVERNO ESTADUAL DE SANTA CATARINA.....	34
4.1.1 – Situação atual das principais redes do estado.....	35
4.1.2 – RCT – SC.....	36
4.1.3 – CIASC.....	37
4.1.4 – CELESC.....	39
4.1.5 – Contratação dos serviços de telecomunicação no estado.....	43
4.1.6 – Considerações finais da situação da Administração Estadual.....	44
4.2 – CDI .....	45
4.3 – SERVIÇOS DE INCLUSÃO DIGITAL .....	46
4.4 – TRABALHOS COM PLC NO BRASIL .....	47
4.4.1 – Light PLC .....	47
4.4.2 – CEMIG PLC.....	49
4.4.3 – IGUAÇU ENERGIA .....	50
<b>5 – Proposta de Acesso Integrado as Redes Públicas de Santa Catarina .....</b>	<b>55</b>

5.1 – AMBIENTE EXPERIMENTAL.....	56
5.2 – SOFTWARES PROPOSTOS NOS TESTE.....	58
5.3 – RESULTADO EXPERIMENTAIS .....	61
5.4 – SERVIÇOS A SEREM EXPLORADOS .....	64
5.5 – ABRANGÊNCIA.....	64
5.6 – TOPOLOGIA PLC/BPL NUMA MAN .....	64
5.7 – COMPARATIVO DE DESPESAS .....	67
5.8 – EXPANSÃO DA SOLUÇÃO .....	69
<b>6 – Conclusão e CONTRIBUIÇÕES .....</b>	<b>70</b>
<b>ANEXO A.....</b>	<b>72</b>
<b>ANEXO B.....</b>	<b>75</b>
<b>ANEXO C.....</b>	<b>77</b>

## LISTA DE ACRÔNIMOS

- ADSL - Asymmetric Digital Subscriber Line
- ANATEL – Agência Nacional de Telecomunicações.
- ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica.
- APTEL - Associação de Empresas Proprietárias de Infra-Estrutura e de Sistemas Privados de Telecomunicações.
- ARPA - Advanced Research Projects Agency
- ATM – Asynchronous Transfer Mode
- BPL – Broadband over Power Line
- CDI – Comitê de Democratização da Internet
- CELESC – Centrais Elétricas de Santa Catarina
- CELG – Companhia Energética de Goiás
- CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais
- COPEL - Companhia Paranaense de Energia Elétrica
- DLC – Digital Line Communication
- DNS - Domain Name Servers
- DS2 – Design of Systems on Silicon
- DWMT - Discrete Wavelet Multitone Modulation
- E-GOV-SC – Governo Eletrônico de Santa Catarina
- EUA – Estados Unidos da América.
- FTP - File Transfer Protocol
- FUNCITEC – Fundação de Ciência e Tecnologia
- FUST - Fundo de Universalização dos Serviços de Telecomunicações
- GMSK - Gaussian Minimum Shift Keying
- HTTP – HyperText Transfer Protocol
- IAB - Internet Architecture Board
- IP-V4 – Internet Protocol Version 4
- ISDN - Integrated Services Digital Network
- ISO - International Organization for Standardization



ITU-T - International Telecommunication Union

LAN – Local Area Network

LPCD – Linha Privada de Comunicação de Dados.

MAN – Metropolitan Área Network

OFDM - Orthogonal Frequency Division Multiplexing

ONG – Organização Não Governamental

OSI - Open Systems Interconnection

PAN - Personal Área Network

PLC – Power Line Communication

PROINFO – Programa Informática do Governo Federal

PSK – Phase Shift Keying

QAM – Quadrature Amplitude and Phase Modulation

QoS – Quality of Service

RCT – SC – Rede de Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

RPC – Remote Procedure Call

SAN - Storage Area Network

SDSL - Symmetric Digital Subscriber Line

SMTP - Simple Mail Transfer Protocol

TCP/IP - Transmission Control Protocol

UDP - User Datagram Protocol

VLAN – Virtual Local Area Network

VPN - Virtual Private Networks

WI-FI - Wireless Fidelity

WMAN - Wireless Metropolitan Area Network

XDR – eXternal Data Representation

XDSL - xDSL é um termo genérico utilizado para representar todas as tecnologias DSL.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 3.1: Conexão <i>VPN</i> de uma simples máquina .....	11
FIGURA 3.2: Conexão <i>VPN</i> entre duas redes .....	12
FIGURA 3.3: Possíveis topologias de redes Myrinet.....	13
FIGURA 3.4: Camadas da Arquitetura Internet.....	15
FIGURA 3.5: Interação entre tecnologias diferentes .....	16
FIGURA 3.6: Modulação OFDM.....	23
FIGURA 3.7: Modelo de rede Amperion.....	25
FIGURA 3.8: Griffin™ 1000 .....	26
FIGURA 3.9: Lynx™1000.....	26
FIGURA 3.10: Falcon™1000 .....	26
FIGURA 3.11: Master EBAPLC .....	28
FIGURA 3.12: Repetidor EBAPLC .....	29
FIGURA 3.13: Modem PLC ou CPE .....	29
FIGURA 3.14: Gerenciador de sistema PLCAdmin .....	30
FIGURA 3.15: Outdoor Master.....	30
FIGURA 3.16: Outdoor Access Point / Indoor Controller.....	31
FIGURA 3.17: Modem IA para usuário final .....	31
FIGURA 4.1: Distribuição geográfica da rede RCT – SC .....	36
FIGURA 4.2: Estrutura física disponível de comunicação/processamento no CIASC. 38	
FIGURA 4.3: Estrutura de comunicação na rede estadual através dos POPs CIASC . 39	
FIGURA 4.4: Situação da rede óptica projetado e instalado.....	42
FIGURA 4.5: Modelo Implementado pela Light-RJ.....	47
FIGURA 4.6: Topologia sugerida pela Iguazu Energia .....	51
FIGURA 4.7: Detalhamento do Sistema PLC numa residência.....	53
FIGURA 5.1: Prédio da CELESC em Florianópolis.....	56
FIGURA 5.2: Disposição dos equipamentos na CELESC .....	57
FIGURA 5.3: Conjunto PLC utilizados nos testes .....	57
FIGURA 5.4: Composição do PLAdmim .....	59
FIGURA 5.5: Tela do PL Viewer de um HE .....	60

FIGURA 5.6: PLViewer de uma CPE.....	60
FIGURA 5.6: Diagrama Elétrico do Ambiente de teste no CEISA CENTER.....	61
FIGURA 5.8: Diagrama da rede de Dados no CEISA CENTER.....	62
FIGURA 5.9: Topologia do PLC/BPL Sugerida.....	65
FIGURA B.2: Modem PLC conectado a um pc comum.....	76
FIGURA B.3 Conexão do master ao barramento elétrico.....	76
FIGURA B.4: Repetido no medidor de energia .....	77
FIGURA B.5: Aplicação AMR .....	78
FIGURA B.6: Laboratório conectado com PLC .....	78
FIGURA C.1: Comportamento da taxa de transmissão numa conexão di-up.....	80
FIGURA C.2: Comportamento da taxa de transmissão numa conexão ADSL.....	80
FIGURA C.3: Comportamento da taxa de transmissão numa conexão PLC.....	81

## ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 3.1 – Comparativos entre Falcon e Griffin .....	27
TABELA 3.2 – Especificações técnicas de produtos aéreos e subterrâneos.....	27
TABELA 3.3 – Relação do Custo de Serviços das tecnologias de Internet.....	32
TABELA 4.1 – Recursos disponíveis na rede da CELESC .....	40
TABELA 4.2 – Relação de Municípios com Telecentro do CDI e parceiros .....	45
TABELA 5.1 – Dados dos testes realizados no Ceisa Center .....	58
TABELA 5.2 – Custo de Telecomunicações na Administração Pública do Estado .....	62
TABELA 5.3 – Custo de Telecomunicações na Administração Pública do Estado .....	67
TABELA 5.4 – Relação de Municípios que recebem o anel óptico.....	68
TABELA A.1 – Custeio de tráfego de voz e dados por órgão .....	72
TABELA A.2 – Custo com telecomunicações/informática da adm. pub.....	73
TABELA A.3 – Distribuição de pontos por regional Secretaria Regional .....	74
TABELA B.1 – Especificações do CEMIG PLC.....	79

## RESUMO

A Internet está cada vez mais presente em nosso dia-a-dia, seja numa transação bancária eletrônica ou numa consulta a um site de busca. Porém, a disponibilização aos serviços que a Internet pode fornecer a população mais carente não tem acompanhado a mesma velocidade da evolução da tecnologia da informação. Diante disso, há uma grande necessidade de novas soluções que visem atender parte dessa demanda, a qual contribuirá para fazer a inclusão digital no Brasil. Não se pode esquecer dos esforços para incluir digitalmente um grande número de pessoas na década passada, com os esforços do PROINFO e FUST. Estes programas foram de grande relevância, para levar a tecnologia da informação às regiões brasileiras mais distantes, mas muito ainda precisa ser feito. Quando falamos em inclusão digital, é necessário que se trabalhe com as atuais arquiteturas e tecnologias de redes de computadores como a questão das LANs, VLANs, WLANs, WMANs, pois a interconectividade entre as redes, possibilitará uma maior disseminação da tecnologia da informação. Sabemos também que a demanda tem crescido a cada dia.

Visando a atender essa demanda, muitas tecnologias têm apresentado formas para diminuir o número de excluídos no Brasil. Dentre elas merecem ser citadas a tecnologia XDSL, Wireless, Cabel Modem, Via-Satélite e Conexão Discada. É interessante citar que enquanto uma certa tecnologia exige investimento considerado alto, outras, para sua implantação, exigem a implantação completa de uma nova rede. Por outro lado, outras tecnologias se apresentam como uma solução de baixo custo, porém com taxas de transmissão baixas para o usuário final. É importante ser considerado que em boa parte das tecnologias mencionadas, a possibilidade de oferta de serviços de internet, vídeo-conferência é muito restrita. A proposta apresentada nesta dissertação procura abordar a atual realidade catarinense no que tange ao acesso à tecnologia da informação através do Power Line Communication/Broadband over Power Line, mostrando a viabilidade de explorar-se novos serviços de telecomunicações, aproveitando a atual estrutura de fibra-óptica que está agregada às linhas de transmissão de energia elétrica.

Sabendo, a energia elétrica atinge mais de 85% da população brasileira, desta forma, nosso estudo para Santa Catarina, pode ser utilizado como base para demais regiões do país. O

modelo proposto, não busca ignorar as demais tecnologias de acesso a Internet, nem se colocar como a solução única para resolver o problema da exclusão digital no Estado, mas sim, agregar os serviços de outras tecnologias já existentes e mesmo concorrentes, propondo soluções para a última milha.

**PALAVRAS-CHAVE:** Power Line Communication, Broadband over Power Line, Inclusão Digital.

## ABSTRACT

*A Internet está cada vez mais presente em nosso dia-a-dia, seja numa transação bancária eletrônica ou numa consulta a um site de busca. Porém, a disponibilização aos serviços que a Internet pode fornecer a população mais carente, não tem acompanhado a mesma velocidade da evolução da tecnologia da informação. Diante disso, há uma grande necessidade de novas soluções que visem atender parte dessa demanda, a qual contribuirá para fazer a inclusão digital no Brasil. Não se pode esquecer dos esforços para incluir digitalmente um grande número de pessoas na década passada, com os esforços do PROINFO e FUST. Estes programas foram de grande relevância, para levar a tecnologia da informação às regiões brasileiras mais distantes, mas muito ainda precisa ser feito. Quando falamos em inclusão digital, é necessário que se trabalhe com as atuais arquiteturas e tecnologias de redes de computadores, pois a interconectividade entre as redes, possibilitará uma maior disseminação da tecnologia da informação. Sabemos também que a demanda tem crescido a cada dia.*

*Visando a atender essa demanda, muitas tecnologias têm apresentado formas para diminuir o número de excluídos no Brasil. Dentre elas merecem ser citadas a tecnologia XDSL, Wireless, Cabel Modem, Via-Satélite e Conexão Discada. É interessante citar, que enquanto uma certa tecnologia exige investimento considerado alto, outras, para sua implantação, exigem a implantação completa de uma nova rede. Por outro lado, outras tecnologias se apresentam como uma solução de baixo custo, porém com taxas de transmissão baixas para o usuário final. É importante ser considerado que em boa parte das tecnologias mencionadas, a possibilidade de oferta de serviços agregados é muito restrita. A proposta apresentada nesta dissertação, procura abordar a atual realidade catarinense no que tange ao acesso à tecnologia da informação através do PLC/BPL, mostrando a viabilidade de explorar-se novos serviços de telecomunicações, aproveitando as linhas de transmissão de energia elétrica.*

*Sabemos, a energia elétrica atinge mais de 85% da população brasileira, desta forma, nosso estudo para Santa Catarina, pode ser utilizado como base para demais regiões do país. O modelo proposto, não busca ignorar as demais tecnologias de acesso a Internet, nem se*

*colocar como a solução única para resolver o problema da exclusão digital no Estado, mas sim, agregar os serviços de outras tecnologias já existentes e mesmo concorrentes, propondo soluções para a última milha.*

*PALAVRAS-CHAVE: Power Line Communication, Broadband over Power Line, Inclusão Digital.*



# 1 – INTRODUÇÃO

Com a crescente necessidade de estarmos conectados a um mundo globalizado, mister se faz sempre mais interagir com os diversos segmentos da sociedade. Novas tecnologias têm possibilitado o contato diário com uma gama praticamente infinita de informações e, ao mesmo tempo, somos obrigados a nos adequarmos às transformações sociais que a evolução tecnológica nos impõe (Silveira, 2003).

Dentre as imposições feitas nas transformações tecnológicas para o acesso à Internet, algumas têm se mostrado uma grande barreira, exigindo novas soluções rápidas, eficientes, baratas, seguras e satisfatórias, de modo a permitir a concretização da inclusão digital ou democratização da internet.

Seja nos países desenvolvidos ou em desenvolvimento, pouco tem se conseguido atingir em relação aos reais objetivos pré-estabelecidos em projetos que visam a levar o acesso à internet de forma democrática e irrestrita aos lugares mais inacessíveis e de menor presença do poder público (VALENTE, 1999).

Muitos projetos, sejam eles de cunho social, empresarial ou mesmo aqueles oriundos do governo, têm buscado reverter e transformar a atual realidade do Brasil, no que tange ao acesso às tecnologias de informação. Dentre estes projetos, podemos citar casos como: PROINFO, FUST, GESAC, além de projetos de ONGs e Empresas privadas que buscam levar acesso à tecnologia da informação a comunidades que até então se encontravam desprovidas dos recursos tecnológicos para acessar à Internet (PROINFO, 2004).

O grande entrave, porém, à democratização da Internet no Brasil ainda tem sido o meio de acesso a ela, o qual, em mais de 60% do território nacional, ainda é feito por acesso discado; meio este que ainda é considerado uma relação custo/ benefício (NERI, 2003).

Para falarmos em democratização dos meios de telecomunicações, faz-se necessários termos o conhecimento de dados tais como o percentual da população que tem acesso a computadores e à Internet, para que assim possamos dimensionar de forma mais exata a situação atual e qual tecnologia poderiam ser mais eficientes para atingirmos um percentual maior desta população (NERI, 2003).

Sabemos que não existirá uma tecnologia 100% eficiente para suprir a atual demanda, até porque somos conscientes de que a cada dia são criadas novas necessidades que demandam uma estrutura mais robusta para suportar suas aplicações. Podemos, entretanto, estudar a aplicação de uma solução temporariamente eficiente para atingir mais de 85% do território nacional, buscando atender o quesito da alta trafegabilidade com qualidade de serviço a um custo acessível.

Também é importante frisar que um dos fatores responsáveis pela não-difusão da Internet de forma mais abrangente nas classes mais baixas da sociedade é o fato de a transmissão ainda carecer de um meio físico com maior largura de banda, além de menores custos de aquisição e manutenção e ainda maior confiança na trafegabilidade, associadas ao baixo custo.

Algumas soluções têm se destacado visando a atender a essa demanda, dentre elas:

- Conexão Discada(Telefônica);
- ADSL ;
- Via Satélite;
- Fibra-Óptica;
- Radio ou Wireless.

Mesmo tais tecnologias têm apresentado algum entrave na questão de democratização no Brasil, seja no âmbito legal-regulatório, sócio-econômico e largura de banda x custo.

Algumas dessas tecnologias não seriam viáveis para fazer a massificação da Internet no Brasil, principalmente em face de fatores como: dimensão territorial, a questão das desigualdades regionais, culturais e econômicas, sem contar o custo final que variaria de região para região ou até mesmo de Estado para Estado.

Está despontando, tanto na Europa quanto nos Estados Unidos, um nova tecnologia que pode ser usada para minimizar esses problemas. Foi testada, regulamentada e aprovada naqueles países com grande sucesso. A PLC/BPL tem se mostrado um diferencial satisfatório em quesitos como: alta velocidade, diversificação de serviços, baixo custo e aceitabilidade para o usuário final.

No Brasil, a PLC/BPL ainda está dando seus primeiros passos como alternativa viável para o usuário final, tudo por causa da falta de regulamentação por parte da

ANATEL ou até mesmo da ANEEL. Entretanto, mesmo sem uma lei que regule essa tecnologia, experiências bem sucedidas podem ser tomadas como referências para bases de pesquisas. Dentre elas, podemos citar projetos de empresas do setor elétrico como: CEMIG, COPEL, LIGTH na Cidade do Rio de Janeiro, ELETROPAULO em São Paulo, CELESC e Hidrelétrica de Iguazu na cidade de Xanxerê, também em Santa Catarina. Já existem, ainda, estudos avançados em fase de implantação do projeto PLC na CELG (APTEL, 2004).

O principal foco de nossa abordagem será o propósito de agregar a tecnologia PLC ou BLC ao software livre, no intuito de alcançar o maior percentual de população digitalmente excluída no Estado de Santa Catarina, enfatizando a importância do software livre na questão da independência tecnológica e acesso ao conhecimento através da inclusão digital, propondo a fusão das grandes redes de Catarinenses, como: do E-Governo, CELESC e da FUNCITEC.

Abordaremos ainda as tecnologias de redes que têm destacado a sua democratização, a distribuição e a geração do conhecimento em nosso dia-a-dia.

No capítulo 2, estaremos fazendo uma breve abordagem sobre inclusão digital, meio de transmissão, tipos de transmissão e sobre software livre, pois, quando falamos em inclusão digital, é imprescindível mencionar estas questões. No capítulo 3, estaremos abordando as tecnologias de rede de computadores e de comunicações. Focando as tecnologias em ascensão, finalizando com a questão da Internet. Já no capítulo 4, estaremos falando sobre alguns projetos de inclusão digital em Santa Catarina, assim também como alguns projetos de PLC/BPL que estão em forma de P&D em algumas empresas de geração e/ou distribuição de energia elétrica. No capítulo 5, estaremos formatando um modelo para Santa Catarina baseado em experiências com a tecnologia proposta e no capítulo 6, estarão os trabalhos futuros e a conclusão.

## **2 – INCLUSÃO DIGITAL**

A inclusão digital consiste em levar a tecnologia da informação ao cidadão de forma simples e irrestrita, seja através de telecentros, seja por meio de escolas informatizadas ou terminais públicos de informática que possibilitem a interação com os mais diversos segmentos da sociedade, a fim de usufruir de serviços, tais como: e-governo, e-commerce, ensino a distância, dentre outros serviços que se encontram disponíveis na Internet. Quer de forma gratuita ou não. Além disso, possibilitar a alfabetização não só digital, mas também funcional (SILVEIRA & CASSINO, 2003).

Assim é importante aumentar o acesso aos meios de comunicação para a inclusão digital. No Brasil, as dificuldades de acesso aos meios de comunicação têm se constituído em um problema a ser superado. Muitas propostas têm sido apresentadas para superar tais dificuldades e proporcionar a tão almejada Inclusão Digital, de modo a levar a tecnologia da informação à grande massa populacional (SILVEIRA, 2002).

Analisando as iniciativas, até então propostas, na intenção de fazer a inclusão digital, foi percebido que o que ocorre, na maioria dos casos, são empresas patrocinando algum projeto do gênero para que possam manter seus produtos no mercado por mais tempo (SILVEIRA & CASSINO, 2003).

### **2.1 – Meios de Transmissão de Dados**

Os avanços tecnológicos têm permitido levar a informação através da Internet aos mais diversos setores e segmentos da sociedade. Tais avanços tornam menos árdua esta tarefa. Já estão disponibilizadas, no mercado, com preços acessíveis, soluções para levar a Internet à massa populacional e assim incluir digitalmente um percentual bem maior de pessoas.

Quando falamos em levar a tecnologia da informação a qualquer que seja o público alvo, temos de ter em mente um ponto importante: o meio de transmissão, que é algo crucial para o acesso a Internet. Assim, quando falamos em inclusão digital,

passamos a imaginar logo a Internet, mas para levarmos a Internet seja para uma empresa, escola, clube, locais de acesso público ou até mesmo a residências de usuários finais, é importante que tenhamos em mente o meio viável pelo qual iremos prover tal transmissão.

Contamos hoje com uma gama considerável de meios de transmissão de dados, porém citaremos os mais conhecidos. Segundo DANTAS (2002), os meios de transmissão de dados podem ser classificados em meios de transmissão guiados e não-guiados.

É importante frisar que em quaisquer meio de transmissão certos pontos devem ser observados como regra: a largura de banda, a falta de balanço na transmissão, as interferências inerentes ao meio físico, as interferências externas e o número de usuários. Tais pontos são de extrema importância pelo fato de influenciarem de forma direta na distância de uma rede e em sua taxa de transmissão dos dados que nela trafegam.

Ao se tratar da largura de banda, esta terá influência direta no fluxo de dados trafegados na rede, pois, uma vez que a largura de banda é diretamente proporcional à taxa de transmissão, aquela que não suportar as reais necessidades dos serviços oferecidos pelo provedor de serviços, acabará por se mostrar excessivamente lenta, ocasionando até mesmo a queda da rede.

Quanto à falta de balanço de transmissão, esta ocorrerá pela atenuação ou perda de sinal, em consequência de uma longa distância que fuja às especificações técnicas do meio físico em questão. Poderá também ocorrer pela incidência de ruídos.

As interferências relativas ao meio podem dar-se pelas possíveis sobreposições de sinais nos meios guiados. É importante ressaltar que as tais interferências podem ocorrer tanto em meios guiados quanto em meios não-guiados, com interferências eletromagnéticas e naturais, respectivamente.

Em se tratando do número de destinatários, é relevante considerarmos: as características físicas da rede, os serviços oferecidos pelo provedor de acesso em uma possível expansão e o número máximo de usuários pendurados à rede ao mesmo tempo para que possamos oferecer um serviço que possa ter uma qualidade mínima aceitável de funcionamento.

### 2.1.1 – Meios guiados

Meios guiados são aqueles que utilizam algum tipo de fixação para que os dados cheguem ao seu destino. Apesar de suas notórias e grandes limitações, tais meios são ainda os de maior utilização no mercado. Dentre os meios guiados podemos citar:

- **Par Trançado:** Conforme SOARES (1995), o par trançado, dois fios são enrolados em forma espiral afim de reduzir o ruído e manter constantes as propriedades elétricas desse meio através de toda a sua extensão. A transmissão nesse meio pode ocorrer tanto de forma analógica quanto na forma digital.
- **Cabo Coaxial:** Este meio de transmissão ainda é usado para a transmissão de dados, mas seu uso tem se restringido gradualmente pelo fato de existirem novos meios de transmissão com taxas mais altas e com um preço mais acessível no mercado de consumidores de LANs (SOARES, 1995).
- **Cabo de Fibra Óptica:** Para DERFLER (1993), a fibra ótica é um meio de transmissão pelo qual podemos obter mais segurança na transmissão de dados, até porque esta não sofre a interferência de certos tipos de ruído. Conseqüentemente, o fato de a fibra-ótica ainda ser considerada um meio de transmissão de custo alto em relação ao par-trançado e ao coaxial, faz com que ela seja aplicada no dia-a-dia em menor escala em relação aos seus concorrentes.

Abordagem anterior sobre os meios guiados, se torna relevante, pelo fato da proposta sugerida no capítulo 5, ser baseada nesse meio. Porém, não seria por isso, que os meios não guiados, não tenham sua relevância também, até porque, alguns projetos em execução de inclusão digital, utilizam meios não guiados.

### 2.1.2 – Meios Não-Guiados

Segundo DANTAS (2002), é importante analisarmos que sempre que possível, devemos utilizar meios guiáveis. Seu custo tende a ser bem menor que os não guiados, a não ser por algum motivo de legislação local que não permita a passagem do cabeamento. Os guiados tendem a se mostrar mais viáveis em termos de custo e interferência externa.

Dentre os meios de transmissão não guiados, podemos falar de casos como:

- **Satélites:** Meio já utilizado, porém, com um nível de ociosidade muito grande no Brasil, pois as empresas prestadoras de serviço deste meio, ainda oferecem acesso a Internet com um preço muito elevado pelo fato de não haver uma concorrência no setor. Em certos lugares considerados de difícil acesso a Internet, a transmissão via satélite mostra-se como uma solução viável de forma temporária. Até a década de 90, antes da privatização das teles, o governo brasileiro investiu uma boa cifra para que pudesse marcar presença em boa parte dos municípios brasileiros, mas, com a privatização, os investimentos começaram a migrar para outras soluções com um custo menor e largura de banda maior. Os satélites podem ser do tipo: Geo-estacionário, LEO (Low Earth Orbit) e MEO (Médium Earth Orbit).
- **Microondas:** Este meio de transmissão de dados mostra-se viável quando não se tem acessibilidade por meios terrestres para a comunicação entre dois pontos. Surge como solução em certas situações onde a transmissão através de fibra óptica ou mesmo por cabos de cobre, devido a obstáculos do meio como rios, florestas ou mesmo regiões urbanas que não proporcionam maior facilidade de acesso. Nesses casos, links de comunicação usando microondas podem ser instalados rapidamente, possibilitando assim conexões de alta velocidades. Tal velocidade de transmissão pode chegar a 2 Mbps, ou múltiplos de 2 Mbps.
- **Infravermelho:** Tal meio de transmissão, dentre os demais, tende a ser o mais restrito e, ao mesmo tempo, se mostra o mais popular nas residências. Quem nunca manipulou o controle remoto de uma TV, SOM, DVD, Ar condicionado, Microondas e outros aparelhos domésticos do gênero. Trazendo essa realidade para os sistemas informatizados, a transmissão de dados infravermelhos, poderá ser encontrada nos atuais palms.

Tais meios de transmissão de dados, são aplicados em redes que podem ser desde uma rede privada até mesmo de uma grande rede pública.

## 2.2 – Tipos de Transmissão

De acordo com SOARES (1995), os termos digital e analógico correspondem à variação discreta e contínua. Tais termos são freqüentemente aplicados na comunicação de dados a fim de qualificar tanto a natureza das informações quanto às características de sinais num determinando meio físico.

**Transmissão Digital e Analógico:** Os sinais digitais são caracterizados pela presença de pulsos nos quais a amplitude é fixa. Sua constituição ocorre através de uma seqüência de intervalos fixos e iguais a “T segundos”, que recebem o nome de intervalos de sinalização, nos quais a amplitude do sinal permanece fixa, o que caracteriza um símbolo digital transmitido. Enquanto que os sinais Analógicos têm a propriedade de variar continuamente no meio em que se propaga. O sinal analógico tende a sofrer uma interferência bem maior do meio externo do que o sinal digital.

## 2.3 – Software Livre

Atualmente existe muita especulação sobre a real definição da expressão “software livre”. A idéia teve origem no Estados Unidos da América na década de oitenta com o pesquisador Richard Stallman. A polêmica se faz presente quando analisamos o termo “free” que pode ter duplo sentido: grátis ou livre (CIPSGA,2004).

Segundo a Free Software Foundation (2004), software livre busca enfatizar principalmente a liberdade de expressão. O usuário de um software deve ter:

- A liberdade de executar o programa, para qualquer propósito (liberdade no. 0)
- A liberdade de estudar como o programa funciona, e adaptá-lo para as suas necessidades (liberdade no. 1). Acesso ao código-fonte é um pré-requisito para esta liberdade.
- A liberdade de redistribuir cópias de modo que você possa ajudar ao seu próximo (liberdade no. 2).



- A liberdade de aperfeiçoar o programa, e liberar os seus aperfeiçoamentos, de modo que toda a comunidade se beneficie (liberdade no. 3). Acesso ao código-fonte é um pré-requisito para esta liberdade.

Um programa é software livre se seus usuários têm todas essas liberdades de forma irrestrita. Porém, você deve ser livre para redistribuir cópias, seja com ou sem modificações, seja de forma gratuita ou com algum custo pela distribuição, para qualquer um em qualquer lugar (SILVEIRA, 2001).

Ter liberdade para fazer todas as opções acima citadas significa que você não necessita pedir permissão ou mesmo pagar para qualquer indivíduo ou corporação.

Se preferir, o usuário terá também a liberdade de fazer modificações e usá-las privativamente no seu trabalho ou lazer, sem sequer mencionar que elas existem. Caso ocorra publicação de tais modificações, não há obrigatoriedade de avisar previamente a quem quer que seja.

A liberdade de utilizar um programa livre significa a liberdade para qualquer tipo de pessoa física ou jurídica utilizar o software em qualquer tipo de sistema informatizado, em qualquer tipo de trabalho ou atividade, sem a necessidade de comunicar ao desenvolvedor ou a qualquer outra entidade em especial.

## **3 – TECNOLOGIAS DE REDES PARA ÚLTIMA MILHA**

### **3.1 – Redes Locais**

Quando falamos em redes locais, é importante que se tenha em mente que este é o ambiente de grande relevância para o PLC/BPL. As redes locais são o grande mercado da tecnologia PLC/BPL, pois a última milha ou a rede elétrica das residências é o local onde poderão ser explorados novos serviços de comunicação.

No atual contexto tecnológico de redes, têm aparecido tecnologias alternativas de redes locais. Diante disso, se faz necessário mencionar, se não todas, mas pelo menos uma parte das atuais tecnologias que já estão disponíveis no mercado.

#### **3.1.1 – LAN**

Conhecida como rede local, é a tecnologia, dentre as demais citadas, a mais popular no dia-a-dia, até porque seu custo de aquisição e manutenção a tornou-lhe uma tecnologia democratizada. Quando falamos de redes locais, é importante que mencionemos a tecnologia Ethernet e suas evoluções como a FAST Ethernet e Giabit Ethernet. Tais tecnologias são as mais encontradas nos meios empresariais, governamentais e acadêmicos.

#### **3.1.2 – VLAN**

Este modelo de rede local, nada mais é do que a segmentação lógica de uma LAN, dividindo a LAN em segmentos em que o usuário final não perceba que está na mesma rede. Assim, o gerenciamento do tráfego interno se torna mais eficiente.

As VLANs são caracterizadas também pelo uso de switches como concentradores de fiação ao invés de HUBs. A configuração do switch(es) permitirá a falsa impressão aos usuários de que existem várias redes no mesmo local (VIRTUAL LANS, 2004).

### 3.1.3 – PAN

Este tipo de rede nada mais é do que uma rede sem fio de curto alcance. Sua aplicação tende a se restringir a uma residência ou a ambientes pequenos, até porque seu raio de abrangência é limitado a algumas dezenas de metros. Uma das tecnologias que tem se destacado nesse ambiente é a bluetooth (TIPOS DE REDES DE COMPUTADORES, 2004).

Um dos grandes obstáculos no caminho das PANs, é a falta de padronização de equipamentos que irão compor a rede pessoal como: geladeira, tv, forno microondas, fogão, lavadora e etc (TI MASTER, 2004).

## 3.2 – VPN/SAN

### 3.2.1 – VPN

As VPNs são opções de rede de computadores privadas sobre a estrutura de uma rede pública, ou seja: ao invés de utilizarmos redes de pacotes ou links dedicados, utiliza-se a estrutura da Internet, maiores detalhes podem ser vistos na figura 3.1. Com a aplicação desta tecnologia no ambiente corporativo, tem-se reduzido consideravelmente o custo de se manter uma rede de alcance mundial.

A seguir é mostrado o Exemplo de uma rede VPN.

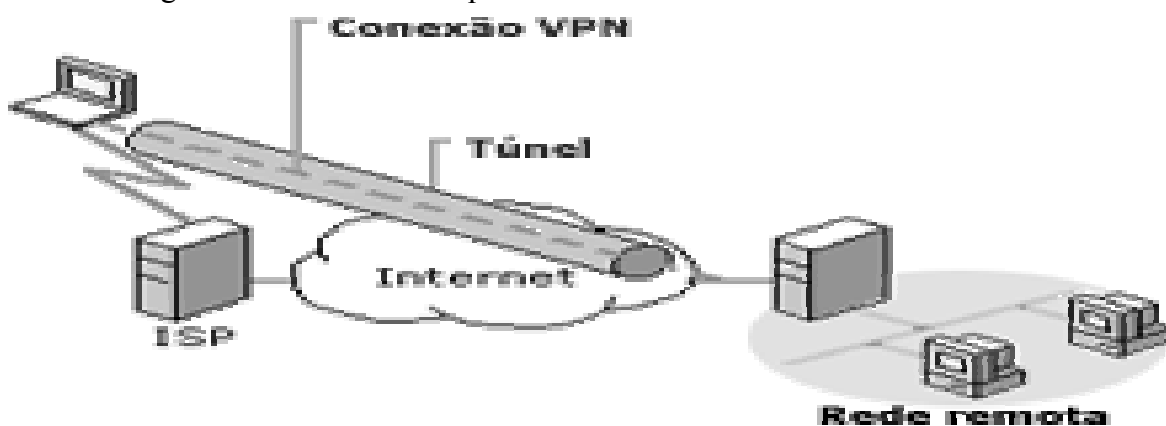


Figura 3.1: Conexão VPN de uma simples máquina (VIRTUAL PRIVATE NETWORK, 2004).

Outro exemplo, seria o caso de duas redes que se interligam através de máquinas com o enlace dedicado ou discado via internet ilustrado na figura 3.2, formando assim um túnel entre as duas redes. A figura a seguir retrata tal situação (VIRTUAL PRIVATE NETWORK, 2004).

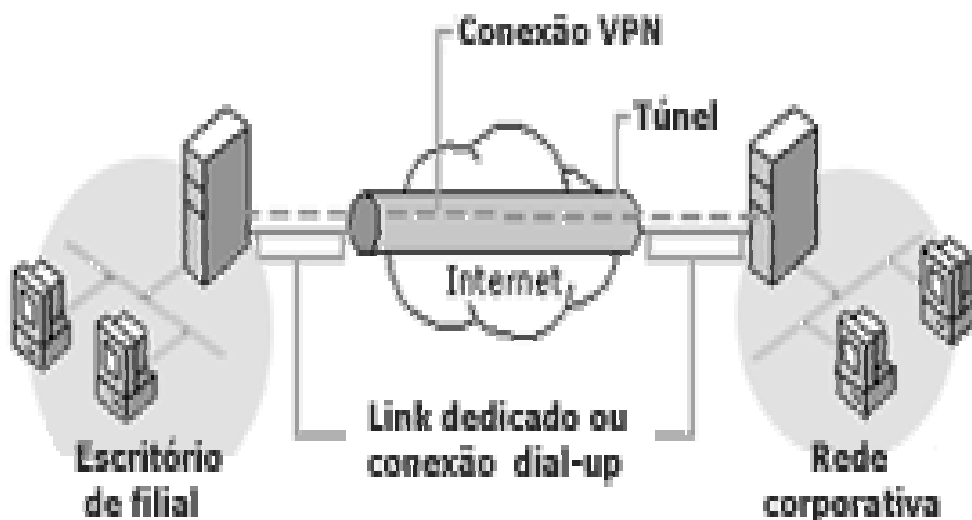


Figura 3.2: Conexão VPN entre duas redes (VIRTUAL PRIVATE NETWORK, 2004).

### 3.2.2 – SAN

Segundo Dantas (2002), uma SAN pode ser compreendida como uma rede de interconexão advindas de arquiteturas paralela, normalmente utilizada como alternativa de rede para conexões de computacionais de alto desempenho. Mesmo visando o alto desempenho de processamento paralelo, as SANs são limitadas no que tange sua área de abrangência a alguns metros. Sua grande vantagem em relação as LANs (*Local Area Network*) é a largura de banda, que pode chegar casa dos Mbps (mega bits por segundo). Porém, assim como outras tecnologias inovadoras, as SANs ainda necessitam de uma padronização para que assim possam se torna acessível ao mercado corporativo. Já existe um consórcio de empresas estudando a padronização desta tecnologia, dentre elas podemos citar: IBM, Intel, SGI, 3COM, CISCO, Oracle e Informix (CERVIERI, 2000). Algumas aplicações estão sendo testadas com esta tecnologia, dentre elas podemos citar: a VIA (*Virtual Interface Architecture*), a qual possui uma largura de banda suficiente para tarefas de camadas superiores (MYRINET, 2004).

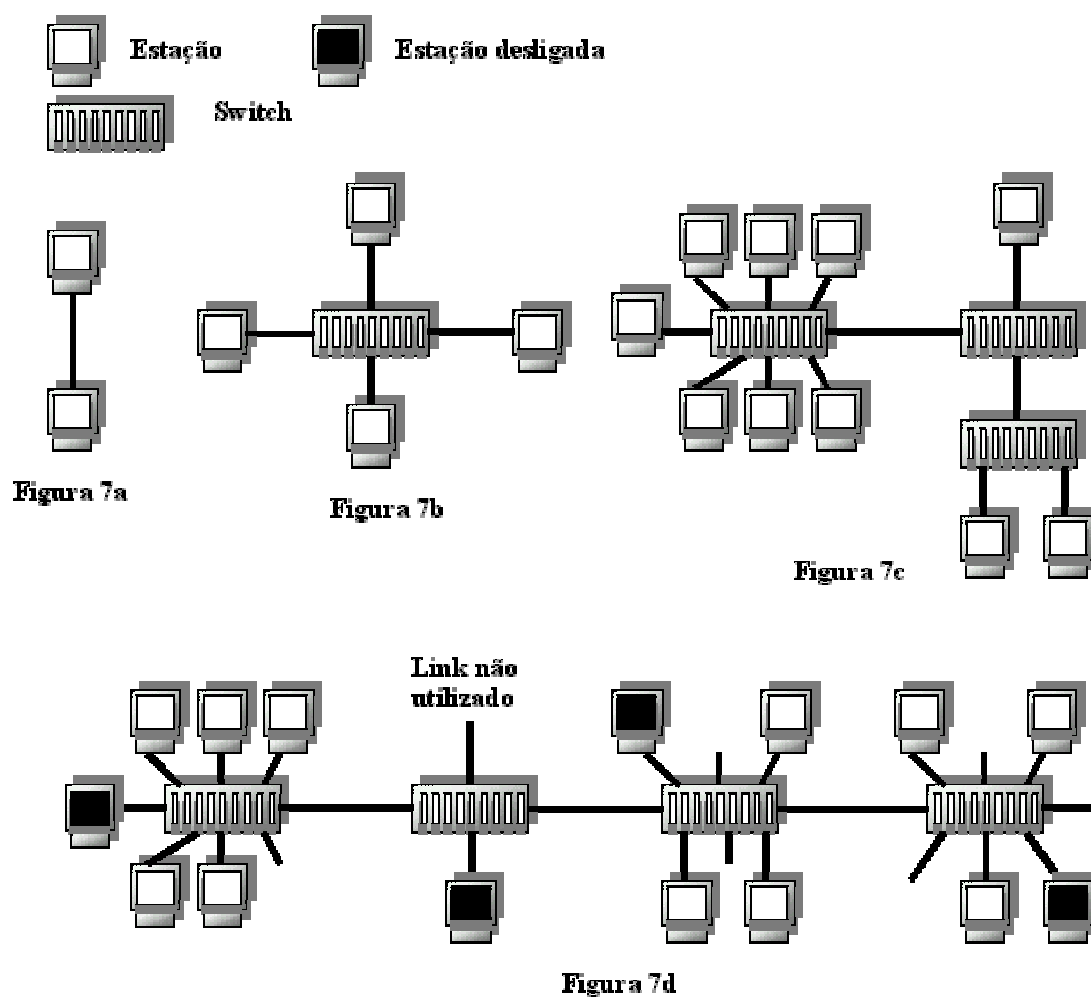


FIGURA 3.3 Possíveis topologias de redes Myrinet. (MYRINET, 2004)

### 3.3 – MAN/WMAN

#### 3.3.1 – MAN

Segundo a ANATEL, MANs ou Redes Metropolitanas, são redes de dados servindo uma área mais ou menos do tamanho de uma cidade grande. Não fugindo desse pensamento, DANTAS (2002), diz que as MANs podem ser entendidas como a interligação de redes locais em uma área metropolitana de uma região.

Alguns autores entendem que uma MAN seria um conjunto de LANs interconectadas, porém, esse conceito já não se sustenta mais, mesmo porque existem tecnologias específicas a serem aplicadas em MANs, utilizando-se diversos meios físico diferentes.

Um exemplo típico de MAN, seria a rede informatizada das escolas públicas no Brasil. A idéia é interconectar as escolas aos Núcleos de Tecnologias Educacionais (NTE/Escolas, 2004).

### **3.3.2 – WMAN**

As WMANs ou Redes Metropolitanas sem fio, estão se mostrando uma alternativa tecnológica para levar o acesso, seja a internet, seja a outras mídias a fim de alcançar uma extensão territorial mais abrangente. As Redes Metropolitanas sem fio, utilizam o padrão IEEE 802.11 e 802.16. Tal padrão pode ser aplicado em outras tecnologias. Um exemplo de aplicação desta tecnologia é o caso da TV a Cabo.

## **3.4 – INTERNET**

A Internet é uma rede que tende a reunir as inúmeras redes que até aqui foram citadas. Isso ocorre pelo fato de ela usar um conjunto de protocolo padrão, o qual não mostra nenhuma preocupação quanto ao meio físico das demais redes.

Quando falamos sobre TCP/IP, é necessário que tenhamos em mente a versão mais encontrada para endereçamento dos hosts na grande rede mundial e o IP-V4.

Como surgiu a Internet?

No final dos anos 60, as Universidades dos EUA, para interligar 4 supercomputadores de laboratórios de pesquisa, se conectaram, surgindo assim a ARPAnet (*ARPA: Advanced Research Projects Agency*).

Em 1972, esta incipiente rede já dispunha de 37 supercomputadores interconectados. Nesse mesmo período, os pesquisadores passaram a utilizar a rede como correio eletrônico entre eles. Informalmente. Assim começou a existir a Internet de forma similar ao que existe hoje.

No início dos anos 80, devido ao seu crescimento, a rede foi dividida em duas: ARPAnet (civil) e a MILnet (militar). Em 1985, a NSF (National Science Foundation) criou a NSFnet, interligando todos os supercomputadores dos maiores centros americanos de pesquisa. Em 1986, as redes NSFnet e ARPAnet se conectaram, assumindo o nome de INTERNET. Em 1987, os EUA liberaram a rede para uso comercial. Em 1992, nos EUA surgiram as primeiras empresas provedoras de acesso comercial à Internet. A sua explosão só veio a ocorrer a partir de 1993, com o surgimento da Web (NUNES, 1995). Na próxima sessão faremos uma breve abordagem sobre a Arquitetura Internet e seus protocolos.

### 3.4.2 – TCP/IP

A arquitetura Internet, como é conhecida, apresentada na figura 3.4, é o conjunto de protocolos TCP/IP, foi lançada no departamento de defesa dos EUA. Posteriormente foi escolhida para ser o padrão obrigatório de comunicação entre os vários sistemas daquela organização. Na época, esta Arquitetura era a única alternativa para fazer frente aos protocolos proprietários dos fabricantes de equipamentos, o que fez torná-la padrão de mercado (NUNES, 1994). Os padrões da Arquitetura Internet são definidos por entidades internacionais de padronização como a ISO, por exemplo. As definições dos protocolos são encontradas em documentações chamadas de RFC, e são elaboradas e distribuídas pelo IAB (NUNES, 1994).

#### 3.4.2.1 – Camadas da Arquitetura Internet

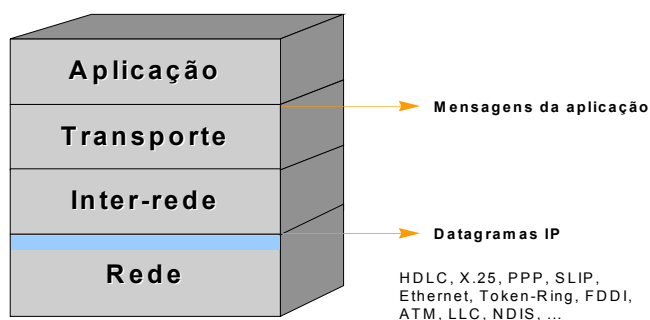


Figura 3.4: Camadas da Arquitetura Internet

**Camada de Rede:** Também chamada de camada de interface de rede ou camada de enlace de dado, mostrada na figura 3.5. Nesta camada ocorre a real interface com o hardware de rede. Tal interface poderá ou não fornecer entrega de dados confiáveis, orientada por pacotes do fluxo. É importante frisar que nesta camada, o TCP/IP não especifica qualquer protocolo, o que possibilita a utilização de qualquer interface de rede disponível e concretiza a flexibilidade da cama IP.

Para termos uma idéia de quão flexíveis podem ser as recomendações para a camada de rede, as próprias RFCs não descrevem ou padronizam quaisquer protocolo da camada de rede, apenas padronizam as maneiras de acesso a estes protocolos, partindo da camada de inter-rede (MURHAMMER, 2000).

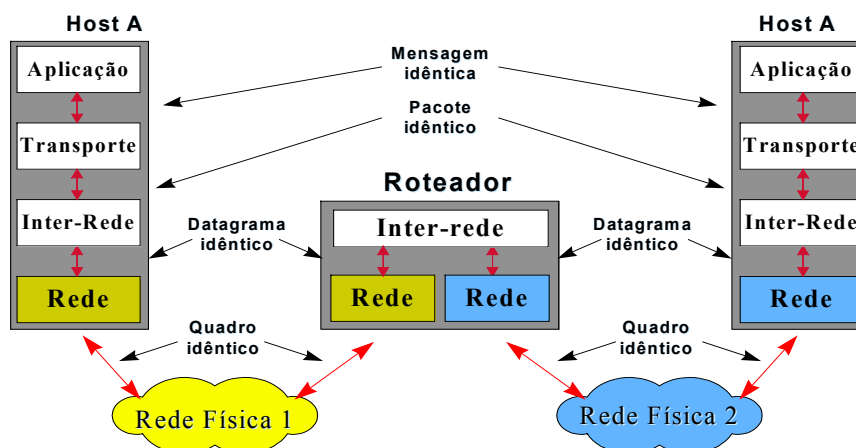


FIGURA 3.5: Interação entre tecnologias diferentes

**Inter-rede:** Também conhecida como camada de internet ou camada de rede, é responsável por fornecer a imagem de “rede virtual” de uma interface, ou seja, cada camada protege os níveis mais altos da arquitetura de rede física que está abaixo.

O IP (Internet Protocol) é o protocolo mais importante nesta camada. Ele não é orientado à conexão e não pressupõe confiabilidade das camadas inferiores, além de não oferecer confiabilidade, controle de fluxo ou recuperação de erros. Tais funções oferecidas por camadas mais altas.

**Transporte:** Quando falamos na camada de transporte da arquitetura TCP/IP, estamos abordando de forma mais específica os protocolos TCP e UDP.



**Aplicação:** Esta camada corresponde ao equivalente das camadas 5, 6 e 7 do modelo OSI, fazendo assim a comunicação entre os aplicativos e o protocolo de transporte. Esta é a camada de maior interação com o usuário, possuindo assim protocolos que merecem destaques como: HTTP, SMTP, FTP, SNMP, DNS, RPC, XDR e o Telnet.

Os serviços desta camada, comunicam-se com a camada de transporte através de portas de comunicação, as quais são definidas como padrão para certos tipos de aplicação. Como exemplo prático podemos citar: O protocolo http utilizará sempre a porta 80, já o FTP utilizará a 20, enquanto o SMTP usará a porta 25 (TORRES, 2001).

## **3.5 – Tecnologias de Rede de Comunicação**

### **3.5.1 – ATM**

Esta arquitetura foi desenvolvida pelo Setor de Padronização em Telecomunicações da União Internacional de Telecomunicação (ITU-T) a partir da evolução da arquitetura de transmissão chamada ISDN (Rede Digital de Serviços Integrados). A ATM possibilita a capacidade de integrar os diversos sistemas de comunicação em uma única tecnologia digital.

É necessário que tenhamos em mente que quando falamos de arquitetura ATM, também estaremos falando de onde tal tecnologia ISDN foi inicialmente desenvolvida para taxas de transmissão de até 2 Mbps. Posteriormente foi desenvolvida a tecnologia B-ISDN, de onde derivou o ATM (1992/1993), cujas taxas de transmissão chegam a 622 Mbps.

Segundo TANENBAUM (1994), as ISDNs foram um reprojeto sistema telefônico que visava agregar novos serviços e assim buscar a integração do sistema telefônico convencional a novas tecnologias agregadas com pacotes de serviços variados.

Esta tecnologia oferece estabilidade para acomodar demandas futuras de aplicações avançadas, qualidade de serviço (QoS), visando garantir a transmissão de

forma eficiente do tráfego sensível a atrasos e flexibilidade para conectar diversos dispositivos independentes da aplicação.

Mas para a arquitetura quando foi proposta ao mercado, ela veio para oferecer serviços de Banda Larga ou *BroadBand*, mas como distinguir uma banda larga de uma banda estreita? Para SOARES (1995), o ITU-T (*International Telecommunications Union* *passante*) define como serviço de banda larga, qualquer serviço de transmissão capazes de suportar taxas superiores que as do acesso primário das ISDN-FE (T1 = 1,544 Mbps, E1 = 2,048 Mbps), outro aspecto que o ITUT aborda são as aplicações em banda larga, classificando-as em quatro categorias:

**Serviços Convencionais:** são serviços que provêm meios para transferência fim a fim em tempo real. Dentre as aplicações que merecem citações estão: videotelefonia, vídeo-conferência, transferência de documentos multimídia em tempo real, serviços de segurança, supercomputação virtual e teleação (controle por computador de dispositivos físicos remotos, associados a um controle de processo em tempo real).

**Serviços de Recuperação:** são responsáveis em oferecer facilidade de recuperação de informações armazenadas remotamente. Dentre as aplicações oferecidas por este serviço estão: videotexto, livrarias eletrônicas e vídeo sob demanda (sendo o foco tanto para entreterimento, pela distribuição da TV a cabo, quanto para educação e capacitação remotas).

**Serviços de Mensagem:** são serviços que oferecem a comunicação entre de uma rede via unidades de armazenamento, com funções de store-and-forward, mailbol(caixa de correio) ou manipulação de mensagens. Ao contrário dos serviços convencionais, tais serviços não são em tempo real. As aplicações se enquadram nesse serviço são: correio de vídeo e correio de documentos multimídia.

**Serviços de Distribuição:** tais serviços possuem particularidades em relação aos até aqui mencionados, pois os serviços de distribuição são subdivididos em duas classes: serviços sem controle do usuário e serviço com controle do usuário. Entre as aplicações de controle do usuário encontram-se: distribuição de áudio e vídeo, distribuição de documentos (jornais, revistas e livros), distribuição de bolsa de valores e difusão de TV. Por outro lado, as aplicações com o controle do usuário, são as seguintes: substituição de documentos tradicionais(livros, revistas, jornais etc.), pelos equivalentes eletrônicos, com distribuição sob controle do usuário (TANENBAUM, 1994).

O que faz com que seja caracterizado as aplicações em banda larga é simplesmente o fato de terem que lidar com objetos não convencionais como áudio e vídeo, ou seja, são objetos longos, conseqüentemente exigirem uma alta taxa de transmissão para dados contínuos, além de exigirem acesso sincronizado aos dados (SOARES, 1994).

No ATM existem três camadas que se destacam:

(a) A camada física estuda a recuperação e geração de “frames” de transmissão, delimitação das células, recuperação e geração do byte HEC (Header Error Control) das células ATM e as especificações mecânicas, elétricas e óticas dos meios de transmissão, assim como o sincronismo necessário à transmissão e recepção de bits.

(b) A camada ATM estuda a multiplexação e demultiplexação de células ATM de contexto lógico, distintas de uma mesma interface física, geração e adaptação dos bits correspondentes ao cabeçalho da célula e ao controle de tráfego e o roteamento das células em função dos identificadores de conexão.

A camada de adaptação serve para segmentação e recomposição das informações da camada superior em células ATM e agrupamento das informações da camada superior (WIRTH, 2001).

### 3.5.2 – Wireless

A arquitetura Wireless, mesmo sendo uma arquitetura nova, não difere muito de arquiteturas de redes convencionais, pois esta é formada por níveis, *interfaces* e protocolos, onde cada nível oferece um conjunto de serviços ao nível superior, usando funções realizadas no próprio nível e serviços disponíveis nos níveis inferiores. Ou seja, esta arquitetura procura se espelhar no modelo de referência OSI da ISO (MANIATIS, 1999).

A grande vantagem que esta arquitetura apresenta em relação as suas concorrentes é o fator mobilidade do equipamento na rede, pois, como a arquitetura atua sem fio, se necessário, o equipamento poderá ser alocado para um outro ambiente, dentro das dimensões do raio de atuação da rede.

A mobilidade do computador/usuário de um local para outro pode ser modelado como uma mudança no nodo da rede onde ocorre o acesso a infra-estrutura

cliente/servidor. Assim, a mobilidade pode ser tratada naturalmente como uma mudança no roteamento de datagramas destinados ao computador móvel de tal maneira que os pacotes cheguem ao ponto de acesso da rede.

### **3.5.3 – XDSL/SDSL**

WIRTH (2001), comenta em sua obra que a *Digital Subscriber Line* – DSL, foi desenvolvida nos anos 1980s, para suportar transferência de vídeo entre duas partes usando o cabeamento telefônico. Conseqüentemente após tal experiência, o sistema DSL tomou outras proporções, extrapolando assim o seu objetivo inicial que era dá suporte a conversações de vídeo.

Com a expansão da Internet, o sistema DSL foi introduzido com boa aceitabilidade fazendo a interação entre a casa do usuário, ou escritório e o provedor de serviço, o qual recebeu recentemente uma nova alternativa, que é a conexão de múltiplos escritórios em um simples acesso à Internet. Vale ressaltar que métodos tradicionais suportados pelas companhias telefônicas as quais estão sendo mais desafiadas por esta nova tecnologia.

Quando falando na tecnologia DLS, é necessário darmos ênfase ao SDSL, uma vez que tal sistema juntamente com o ADSL está sendo gradativamente conquistando mais espaço na grande rede mundial, explorando tanto a parte de banda estreita quanto a banda larga.

### **3.5.4 – CABLE MODEM**

Para DANTAS (2002), Cable Modem ou *Community Antenna TeleVision* (CATV), mas popularmente conhecido como TV a Cabo, tem infraestrutura suficiente para o envio downstream em alta velocidade.

A estrutura de uma rede de TV a Cabo, é caracterizada pela conexão cabos coaxiais com alta capacidade de transmissão e por um sistema de banda larga, por onde são enviados os sinais de múltiplos canais. A multiplexação de frequência, é uma técnica empregada com muito sucesso neste tipo de rede. A tecnologia Cabel Modem, permite que até 36 Mbps sejam disponibilizados como taxa efetiva de transferência de dados.

O compartilhamento de uma conexão não pode ser efetuado através de uma frequência exclusiva para um determinado assinante.

Um agravante que inviabiliza o emprego diferenciado de frequência por usuário, é o fato dos provedores de serviços, atenderem a milhares de usuários. Assim, uma solução seria o uso de uma frequência para um determinado número de assinantes e uma identificação por assinante.

Como no atual modelo temos o compartilhamento por vários assinantes numa determinada frequência, a taxa de transferência deve ser na ordem de  $1/N$  ( $N$  = número de assinantes, usando a mesma frequência).

### 3.5.5 – PLC/BPL

*Power Line Communication/Broadband Power Line/Broadband over Power Line* ou Internet na Rede Elétrica. Segundo Galli, Scaglione e Dostert (2004), a comunicação digital sobre a linha de transmissão é uma velha idéia, desde a década de 1920, quando houve as primeiras patentes na área. A partir dessa época, começaram sucessivos usos do PLC em todo o mundo. Mas, foi entre 1995 e 1997, que o Dr. Paul Brown, da empresa de energia elétrica *Norweb Communications*, comprovou a viabilidade de fazer transmissão de dados em alta velocidade pela rede elétrica convencional. Comprovação alcançada depois de estudos que começaram em 1991 (FONTES, 2004).

O PLC/BPL , é uma tecnologia que utiliza a rede elétrica para a transmissão de dados em banda larga, porém, alguns pesquisadores usam nomenclaturas como: DLC (*Digital Line Communication*), que seria o PLC direcionado para aplicações domésticas ou em rede locais simples.

Aplicações domésticas têm sido um dos principais focos do PLC/BPL nos Estados Unidos da América, pois as empresas de energia elétrica estão testando soluções baseadas em PLC que possam levar internet banda larga, utilizando-se a linhas de média tensão. A redução de custo dos produtos e serviços de comunicação, associado ao aumento considerável de consumidores, tem estimulado investimento em projetos P&Ds naquele país (KILBOURNE, 2003).

É importante mencionar que o fato do PLC/BPL usar a rede elétrica, isso não quer dizer que é apenas pela rede elétrica que a transmissão de dados pode ser viabilizada. Estudos realizados e comprovados, mostram que os serviços oferecidos pelo PLC/BPL podem ser explorados dentro de outras arquiteturas, dentre estas estão: Tecnologia Celular, Power WiFi e em redes FDDI (SHPIGLER, 2003).

Para se ter uma melhor idéia do assunto, se faz necessário citar um exemplo : *“Imagine podermos ligar à Internet qualquer aparelho de consumo de uma casa – o PC, o microondas, a aparelhagem, a torradeira, etc... E que a única coisa de que se necessita é uma tomada eléctrica”*.

Para se ter idéia da dimensão dos benefícios do PLC/BPL em um lar, imagine o cenário: “meia hora antes de chegar à casa, regula-se a temperatura do aquecimento central e se liga o forno elétrico; depois do jantar, que estava pronto assim que chegou a casa, vai-se para o escritório e se envia para a televisão o filme que, num abrir e fechar de olhos, descarregou-se da Internet. Ao mesmo tempo em que se ordena à máquina na cozinha que comece a lavar a louça do jantar e se ativa o sistema de alarme noturno da sua casa.

Por mais rebuscado que se pareça o cenário, o certo é que as companhias de eletricidade e um grande número de empresas e analistas acreditam na sua viabilidade. Basta apenas limar algumas arestas no processo técnico de comunicação, definir uma norma internacional para a tecnologia e atribuir licenças aos operadores. Depois, é só fazer as alterações necessárias na rede elétrica e dotar os dispositivos dos chips de comunicação” (DIGITAL POWERLINE, 2003).

Mesmo já comprovada a viabilidade do PLC/BPL, é necessário um esclarecimento mais abrangente sobre os sistemas propostos até o momento, pois, se estes forem explorados de forma consistente, as potencialidades no que tange ao oferecimento de banda larga e outros serviços agregados, servirão de grande pulo tecnológico na área de automação. Porém, isso será explanado no próximo capítulo o qual também estará abordando a questão da regulamentação do serviço junto a ANATEL (BORGES, 2004).

A IGUAÇU ENERGIA, está testando a tecnologia BLC/BPL em sua linha de distribuição de energia elétrica. Os equipamentos utilizados no projeto possuem o Chipset DS2. Este Chipset é um dos mais avançados tecnologicamente até nossos dias

e utilizam como princípio de funcionamento uma modulação chamada OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) (IGUAÇU ENERGIA, 2004).

O que necessariamente seriam as Técnicas de transmissão OFDM?

Para PINTO e ALBUQUERQUE (2002), 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 freqüência 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.

Assim, reduz-se a taxa de transmissão, implicando uma diminuição da sensibilidade à seletividade em freqüência causada por multipercursos. Este tipo de modulação é muito utilizado também em outros sistemas de comunicação já consolidados como: ADSL, VDSL, DAB e DVB. Dessa forma, a modulação em OFDM garante a estas tecnologias altas taxas de transmissão, excelente performance e confiabilidade.

Outras técnicas de modulação que também podem ser utilizadas na tecnologia PLC/BPL, são: GMSK e a DWMT. Todavia, tanto a GMSK quanto a DWMT (SUN, 2002), são consideradas uma OFDM melhorada. Sendo a GMSK especificamente, uma OFDM em banda larga. O grande diferencial do uso da modulação em OFDM na tecnologia PLC/BPL está na forma de como é controlada esta modulação pelo Chipset DS2, que, em tempo real, monitora as freqüências em utilização, alternando o carregamento dos sinais em transmissão, de acordo com a presença de ruídos nas mesmas.

Na figura 3.6, está um exemplo de como a modulação em OFDM pode se adequar às diversas condições da rede em tempo real.

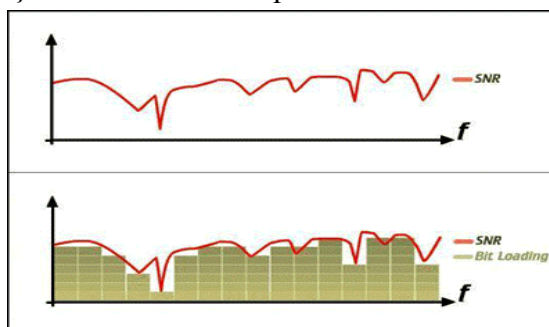


Figura 3.6: Modulação OFDM (Modulation Technique, 2004)

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.

Outros fatores a ser levado em consideração na implantação de uma solução em PLC/BPL, são as características técnicas da rede elétrica. Esta absorverá equipamentos que estarão concorrendo no mesmo meio físico com eletrodomésticos como geladeira, forno microondas, chuveiro elétrico, ferro elétrico, liquidificadores, aparelhos de som, TV, DVDs, fogões e entre outros.

Diante disso, é necessário que se tenha em mente de forma genérica a constituição das redes elétricas de alta, média e baixa tensão, dos fornecedores de tecnologia PLC/BPL e das potencialidades de seus produtos .

Mas é interessante não esquecermos que, quando se fala de PLC/BPL, é necessário que tenhamos em mente nomes de empresas que estão acreditando nesta tecnologia, oferecendo produtos e serviços.

Segundo estudos da APTEL, em nível de Brasil, merecem destaques nomes como: EBA/DS2 POWERLINE, Mitsubishi Electric, ASCOM POWERLINE e AMPERION.

Nos Estados Unidos da América, outras empresas têm apresentadas soluções em PLC/BPL, dentre elas podemos citar: ABB USA, Archnet Technology, Cogency, Corinex, Inari, Intellon, ITRAN Communications, Main.Net Communications, Metricom Corporation, Phonex Broadband Communications, Power Line Networks e outras. (UTC JOURNAL, 2004)

Nas próximas sessões estaremos descrevendo alguns exemplos dos produtos dos principais fabricantes citados até o momento.

**Amperion PLC:** O sistema de conexão oferecido pela Amperion, é um modelo que oferece conjuntos de produtos de software e hardware, os quais permitem serviços de acesso de banda larga para usuários residencial e corporativo, backbone e serviços próprios de empresas de utilidades. O modelo está mais detalhado na figura 3.7.



O acesso *PowerWifi* interliga a rede *Power Line* com o usuário final via uma conexão 802.11b. Neste modelo, os pontos de acesso ao cliente, têm uma cobertura de 182 metros de raio. Porém, se forem utilizadas antenas unidirecionais no CPE(*Customer Premisser Equipment*) ou modem residencial, o raio pode atingir até 305 metros. O *Throughput* é de 11Mbps nominais e 4 Mbps de *upload* – 6 Mbps de *download*. Neste modelo, a infraestrutura existente na média tensão é aproveitada como meio de transmissão (Amperion, 2004).

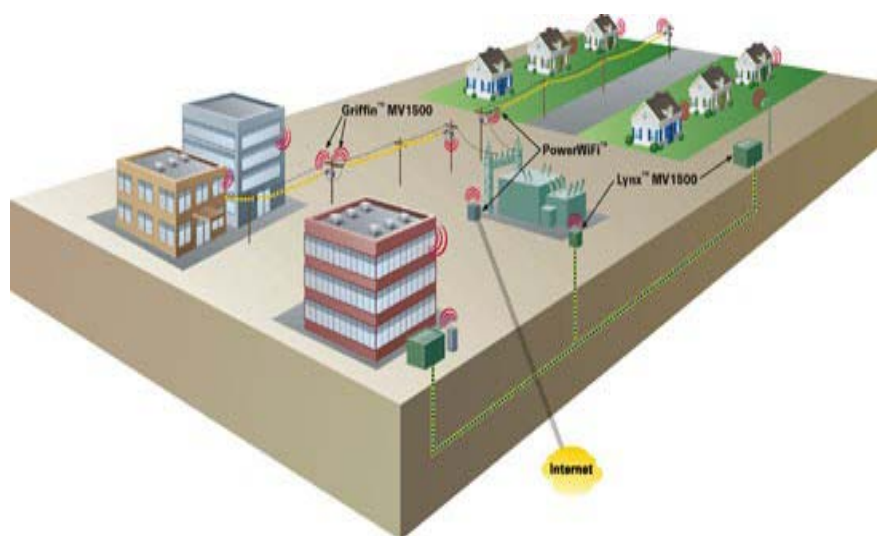


Figura 3.7: Modelo de rede Amperion (Amperion, 2004)

- **Uso Interno:** Os equipamentos podem ser utilizados tanto por empresas distribuidoras de energia elétrica, quanto por outras empresas de tecnologia de automação; possibilitando assim, um grande número de aplicações.
- **Produtos:** Nos quites básicos *Amperion Power Line*, se encontra a linha de produtos Falcon este, é mostrado na figura 3.10, o qual é destinado exclusivamente ao envio e recebimento de dados em linhas aéreas. No caso da linha de produtos Lynx da figura 3.9, este é direcionado para o transporte de dados em linhas subterrâneas. Paralelamente, foi desenvolvido o Griffin, que pode ser observado na figura 3.8, o qual funciona em conjunto com os produtos de linhas aéreas, podendo ser instalado em postes. É importante mencionar que segundo a empresa, todos os seus produtos são compatíveis com FCC Parte 15.



Figura 3.8: Griffin™ 1000 (Amperion, 2004)



Figura 3.9: Lynx™1000 (Amperion, 2004)



Figura 3.10 Falcon™1000 (Amperion, 2004)

1. **Injetor** –Produz e modula o sinal Powerline de 15 a 20 Mbps na linha de média tensão, que posteriormente será recebido pelos repetidores ou extratores ao longo da linha.
2. **Repetidor/Extrator** – Recebe e regenera o sinal Powerline, e que, também fornece um nó de extração com ponto de acesso 802.11b

incluído. O ponto de acesso faz o gerenciamento da comunicação sem fio até o CPE do cliente no raio de alcance do Repetidor/Extrator.

3. **Griffin** – Conjunto de produtos para linhas aéreas. Este pode ser encontrado nas configurações de Injetor, Repetidor/Extrator e Extrator. Esta unidade de acesso, possui pontos de acesso PowerWiFi.

Diferenças entre o Griffin 1000 e Falcon 1000

Tabela 3.1: Comparativos entre Falcon e Griffin

<i>Griffin 1000</i>	<i>Falcon 1000</i>
Montado no poste da concessionária	Pousa na linha de média tensão como se fosse um pássaro.
Alimentado pelo transformador montado no poste.	Pode ser alimentado por indução da linha de média tensão ou do transformador montado no poste.

Principais Características de Pacotes

Tabela 3.2: Especificações técnicas de produtos aéreos e subterrâneos

<i>Montagem no Poste</i>	<i>Acopladores Isolados(Subterrâneos)</i>
O Griffin 1000 é fornecido com um acabamento a prova de tempo que inclui ferragens de dixação ao poste	É a interface de sinal entre a unidade e o alimentador de MT. O acoplador é projetado para isolar o potencial de MT do alimentador da unidade que opera em potencial de BT.

**CPE (Customer Premise Equipment)** – Quanto a este produto, a Amperion, em testes realizados, constatou a interoperabilidade para comunicação com os Repetidores/Extratores, com diversos equipamentos

de prateleira, certificados para o padrão 802.11b, com custos de abaixo de \$ 30, e adaptadores USB, abaixo de \$50.

**EBAPLC:** Este modelo, é baseado no sistema PLC DS2, e é constituído basicamente por três unidades: Máster (HE), Repetidor (HG) e o CPE. Até o presente momento, uma das falhas é o fato de não interagir com outros fabricantes de produtos similares.

**Master:** Conhecido também como HE (*Head End*), o qual pode ser visualizado na figura 3.14, é projetado para comunicações de dados orientados a pacotes, pode tratar de pacotes com até 8 Kb e tráfego em tempo real, típico de aplicações VoIP. Oferece taxas de até 45 Mbps, *full duplex*, utilizando menos de 10 MHz de espectro. Cada Máster tem capacidade de injetar sinal para 254 nós PLC, sendo seu gerenciamento executado através do protocolo SNMP (FONTES, 2004).



Figura 3.11: Master EBAPLC

**Repetidor:** Também conhecido como HG (Home Gateway), mostrado na figura 3.15, transmite do sinal oriundo de um HE para os demais CPEs dentro de seu raio de cobertura. Por outro lado, isola o tráfego da rede Powerline criando outro segmento isolado dos anteriores. Sua capacidade de tráfego também é de 45 Mbps, o que possibilita dobrar a capacidade inicial da rede. Segundo a EBAPLC, o HG também pode suportar até 254 CPEs penduradas, oferecendo taxas de 45 Mbps full duplex, ponto – multiponto, utilizando menos de 10 MHz de espectro. Seu gerenciamento também é feito através do protocolo SNMP.

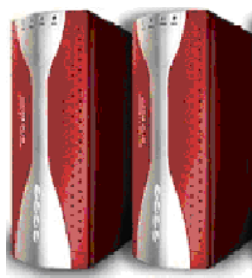


Figura 3.12: Repetidor EBAPLC

**CPE:** Na figura 3.16, o equipamento de usuário final, também denominado *de Customer Premises Equipment*, que na realidade é o modem do cliente. Este é o responsável por capturar os sinais de dados, enviados por um repetidor para uma tomada qualquer de energia. Disponibiliza assim a conexão pelo usuário final dos serviços de internet e outro que forem agregados à tecnologia PLC/BPL.



Figura 3.13: Modem PLC ou CPE

Além dos hardwares, a EBAPLC disponibiliza um software de gerenciamento, conhecido com PLCAdmin, o qual é ilustrado na figura 3.17.



Figura 3.14: Gerenciador de sistema PLAdmin (PLADMIN, 2004).

**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 rádio difusão e rádio amador. Como os anteriores, o sistema ASCOM é constituído basicamente por três tipos de unidades:

**Unidade OM (*Outdoor Master*)** – Mostrado na figura 3.18, recebe os dados em uma entrada RJ-45, 10 base T, e os acopla à rede de energia elétrica, modulando portadoras na faixa de 2 a 10 MHz.



Figura 3.15: Outdoor Máster (ASCOM, 2004).

**Unidade OAP/IC** (*Outdoor Access Point / Indoor Controller*), constituída por dois módulos, normalmente instalada no quadro de entrada de energia das residências, funciona como um repetidor de sinal, sua melhor visualização na figura 3.19. 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.



Figura 3.16: Outdoor Access Point / Indoor Controller (ASCOM, 2004).

**Unidade IA (*Indoor Adapter*)**: A figura 3.20, mostra o hardware que equivale ao modem de cliente dos modelos já mencionados. Este é responsável por capturar o sinal de dados em uma tomada qualquer da rede elétrica, disponibilizando-o numa conexão 10 base T para o usuário final. Taxa de transmissão de 4.5 Mbps/UP e 10 Mbps/Dow.



Figura 3.17: Modem IA para usuário final (ASCOM, 2004).

Mesmo com os modelos já relatados, a tecnologia PLC/BPL ainda enfrenta alguns problemas para se impor como solução viável no mercado. Um destes problemas que tem impedido aplicações em maior escala do PLC/BPL, é o fato de não haver uma padronização por parte de entidades como o *IEEE Communications*, proporcionando assim o aparecimento de vários modelos de sistemas e equipamentos, os quais estão sendo comercializados em locais como Europa, EUA, Canadá, China, dentre outros países que já vêm testando o PLC/BPL como solução, para levar serviços de telecomunicações a sociedade.

### 3.5.6 – Custos de Cada Tecnologia

Diante das tecnologias mencionadas, é necessário expor seus custos para que possamos ter uma idéia mais abrangente e assim analisarmos quais as que melhor se adequam as necessidades do usuário, levando em consideração as características regionais e culturais. Segundo dados obtidos junto a INFO EXAME (2004), das tecnologias mais utilizadas por provedores de internet. São discriminados os valores de cada tecnologia, taxa de transmissão e provedores de acesso.

Tabela 3.3: Relação do Custo de Serviços das tecnologias de Internet.

<b>Tecnologia</b>	<b>Taxa de Transmissão recebido/transmitido</b>	<b>Serviços</b>	<b>Custo R\$</b>
Satélite	512 Kbps	Dados, Imagem, Voz, Vídeo	918,00
Wireless	256kbps	Dados, Voz	70,00
ADSL	300/150 Kbps	Dados, Voz	80,00
PLC	7 Mbps	Dados, Voz Imagem, Vídeo	70,00
Cable Modem	256	Vídeo, Dados	74,00



## 4 – PROJETOS DE INCLUSÃO DIGITAL

A busca por novas soluções tecnológicas objetivando atingir todo o território de um país de dimensões continentais como o Brasil, tem forçado engenheiros, técnicos e cientistas a propor alternativas tecnológicas de baixo custo e que possam atingir de forma consistente um maior número de pessoas.

Os modelos atuais implantados importam um custo inicial elevado. Outro fator a se considerado é o desperdício considerável de recursos com aquisições de licenças de softwares básicos para computadores pessoais. Além de tais agravantes, temos de contar com a falta de padronização das novas tecnologias que tendem a se mostrar eficientes e menos dispendiosas, pelo fato de as grandes corporações dominarem o mercado com uma tecnologia ultrapassada.

A geração e compartilhamento da informação, não irão resolver por completo o problema de exclusão digital e social que nos afeta, porém, tenderão a diminuir consideravelmente as estatísticas de exclusão digital. A pergunta que devemos fazer é: como gerar uma nova cultura tecnológica em um país com índices alarmantes de excluídos digitalmente?

Uma alternativa temporária seria utilizarmos a infraestrutura disponível e associá-la a uma tecnologia que pudesse atingir um número maior de pessoas com baixo custo operacional. O PLC/BPL como já foi mencionado, pode atender temporariamente a tais necessidades, pois, além de aproveitar a infraestrutura que temos, há possibilidade de sua expansão que só tende a crescer, além de absorver todos os mais populares serviços de internet banda larga em um único meio de transmissão.

Para termos idéia da dimensão das potencialidades que o PLC/BPL pode proporcionar, vale salientar que esse sistema oferece serviços que vão desde automação predial até serviço de TV por assinatura. Segundo estudos feitos no Estado de Santa Catarina pela empresa distribuidora de energia elétrica estadual, cada cidade já disponibiliza de um ponto de repetição para a tecnologia PLC/BPL. Ou seja, as escolas poderiam ser os pontos de distribuição de internet no Estado, utilizando-se a estrutura que a CELESC disponibiliza e assim oferecendo a possibilidade da exploração de novos serviços agregados ao PLC/BPL. Assim, abrir-se-iam novos horizontes para novos mercados em telecomunicações.

Dessa forma, o acesso à internet seria disponibilizado à comunidade escolar, gerando e compartilhando conhecimento na comunidade local, utilizando software livres. Em outras palavras, além de estarmos buscando a independência tecnológica, as fornecedoras de energia elétrica, passariam a ser também Telecoms.

Entretanto, a falta de posicionamento da ANATEL, tem postergado projetos do gênero a serem executados no país, pois, não é de interesse da Agência criar concorrentes para as telecoms no Brasil.

Através da APTEL, tem-se procurado desmistificar o PLC/BPL e ao mesmo tempo difundir os avanços apresentados por empresas fabricantes e empresas usuárias de produtos e serviços em PLC/BPL. Nesse sentido, um evento ocorreu recentemente no Estado de Goiás onde estiveram presentes nomes que acreditam nas potencialidades do Power Line como uma solução em telecomunicações. Dentre os participantes estavam: Mitsubishi Electric, Hypertrade Telecom, CELG, CPQD e Eletropaulo como pontos de referência (APTEL, 2004)

Até o momento não tem havido a preocupação por parte das empresas e órgãos responsáveis por elaborar e disponibilizar estudos detalhados com o desempenho do PLC/BPL no modelo elétrico brasileiro.

Neste capítulo, estaremos fazendo uma abordagem dos projetos de inclusão digital em Santa Catarina, citando as características das principais redes públicas estaduais como: RCT, CIASC e CELESC. Também, estaremos citando projetos similares da tecnologia PLC/BPL para inclusão digital em outros estados.

#### **4.1 – Inclusão Digital no Governo Estadual de Santa Catarina**

Segundo estudos feito pelo CDI (Comitê para Democratização da Internet), junto com a FGV(Fundação Getúlio Vargas), o Estado de Santa Catarina possui um dos maiores índices de inclusão digital do Brasil, porém, o acesso à Internet ainda deixa muito a desejar, pois, através do Mapa de Exclusão Digital, foi constatado que numa população de aproximadamente seis milhões de habitantes (E-GOV-SC), apenas 12% desta estar incluída digitalmente.

Iniciativa que vem alcançando índices consideráveis de inclusão digital são ações como da RNP (Rede Nacional de Pesquisa) em parceria com a FUNCITEC (Fundação Catarinense de Tecnologia). Através de iniciativas como esta, 508 unidades estão conectadas com aproximadamente 450.000 beneficiários, entre eles encontram-se estudantes dos Ensinos Médio e Superior, laboratórios, centros de pesquisa, incubadoras, hospitais, bibliotecas, museus e casas de cultura (FUNCITEC, 2004)

Para termos uma idéia mais precisa da abrangência da RCT - Rede Catarinense de Tecnologia, alcança hoje aproximadamente 93% do público acadêmico, e boa parte dos alunos dos Ensinos Médio e Superior (36%). No total, a rede conecta 47% dos estudantes catarinenses. Porém, mesmo com tais números consideráveis, a RCT atinge hoje apenas 8% da população catarinense, sendo que a meta é chegar a 20% da população.

Dentre as instituições beneficiadas pela FUNCITEC merecem destaque: ACADE (Associação Catarinense das Fundações Educacionais), UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina), UDESC (Universidade do Estado de Santa Catarina), EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina), dentre outros.

No aspecto técnico, a RCT possui grande parte das suas conexões operando através das tecnologias ATM e Frame Relay. O ATM é utilizado nos pontos de concentração principal, atualmente hospedados nas instalações da Brasil Telecom e nos pontos de presença de maior tráfego, como o que interliga a RCT ao PoP de Santa Catarina da RNP.

Em alguns pontos da rede há conexões locais através de fibra óptica, canais de rádio e canais de comunicação de dados especializados.

A RCT também expande seu alcance através de uma rede metropolitana em Florianópolis, que interliga 10 importantes instituições (RNP, 2004).

#### **4.1.1 – Situação atual das principais redes do estado.**

A contratação dos recursos de comunicação de dados é de iniciativa e responsabilidade de cada órgão conforme suas necessidades o que proporciona diversidade tecnológica e redundância de recursos de telecomunicações nas principais cidades do estado. Existem várias redes de comunicação de dados operando

isoladamente, que em nada contribuem economicamente dispostas desta forma, conforme segue:

#### 4.1.2 – RCT – SC

O convênio entre a FUNCITEC, CIASC e BRASILTELECOM, sob responsabilidade administrativa da FUNCITEC atende prioritariamente aos organismos ligados à pesquisa e ensino no estado de Santa Catarina sejam, particulares ou públicos. Atende também às necessidades de organismos estaduais vinculados ao poder executivo que possuem áreas de pesquisa tais como: Secretaria de Estado da Educação e Inovação, Secretaria de Estado da Saúde, EPAGRI, FUNCITEC, CIDASC.

Atualmente a existem 520 pontos de atendimento em operação, os quais podem ser visualizados na figura 4.1. A RCT – SC é uma “*Virtual Private Network*” (VPN) dentro do “backbone” da BRASILTELECOM utilizando tecnologia *Frame Relay*.

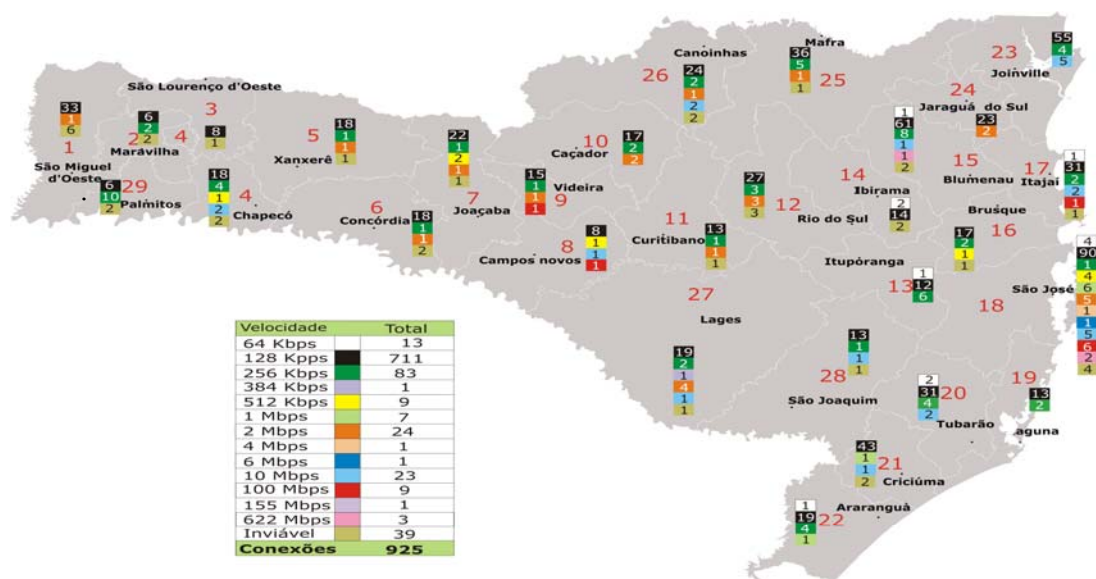


Figura 4.1– Distribuição geográfica da rede RCT - SC

A figura 4.1, mostra toda a distribuição da rede da FUNCITEC promovendo a inclusão digital do cidadão catarinense.

O plano é ampliar o atendimento de 520 para 8.200 pontos de presença, através do acesso à Internet atendendo aos seguintes segmentos: instituições de ensino superior; escolas públicas estaduais e municipais; instituições de pesquisa; bibliotecas e arquivos

públicos; museus e casas de cultura; hospitais; incubadoras de base tecnológica, dentre outras.

#### 4.1.3 – CIASC

A comunicação Governo-CIASC dá-se através de linhas e modems (LPCDs) alugados à concessionária de telefonia local, sendo estes gerenciados pela mesma; tanto em nível de manutenção como de disponibilização.

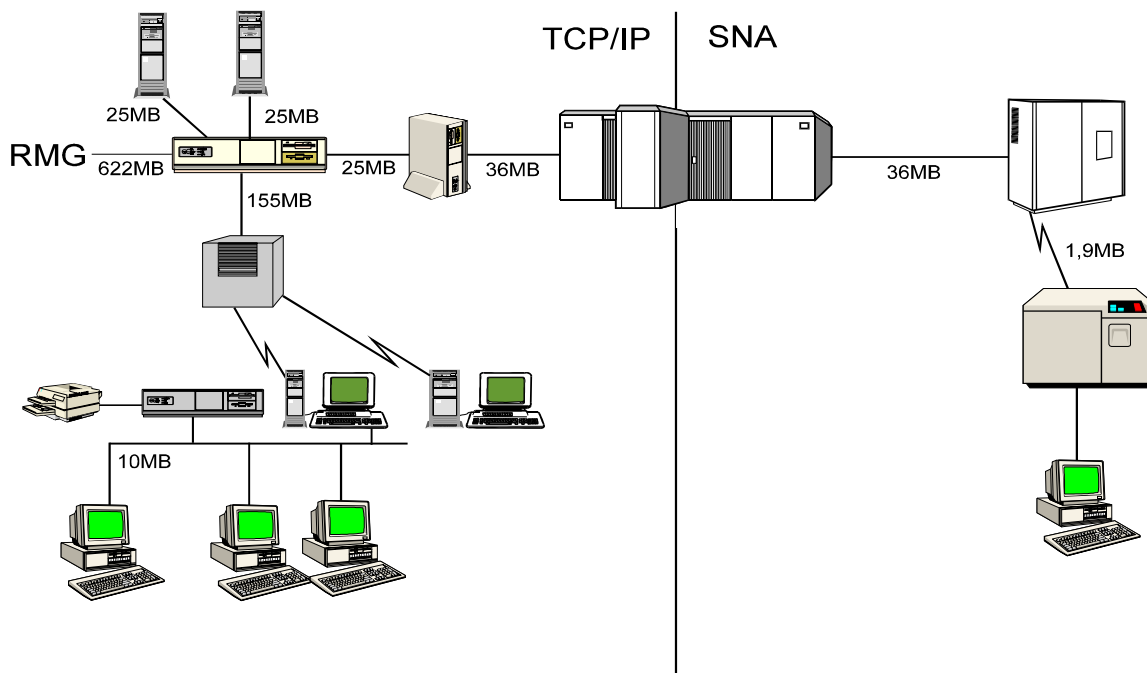
A mudança passa pela aquisição de novos equipamentos instalados no CIASC, possibilitando uma estrutura básica para implementação de novos ambientes. Tais equipamentos formarão uma estrutura de comunicação de dados de alta velocidade que servirá como base para comunicação com ambientes remotos. Esta estrutura permitirá comunicação bidirecional e com limites de velocidade superiores aos utilizados atualmente (CIASC, 2004).

Esta estrutura poderá trabalhar com velocidades que variam de 55 Mbps, 155 Mbps, 622 Mbps ou 2 Gbps, conforme disponibilidade da Tecnologia ou necessidade do cliente, uma vez que a estrutura física já estará disponível.

Na figura 4.2, mostra-se o ambiente de funcionamento do governo do Estado em instalações do CIASC, que desempenha o papel de data center com a hospedagem de servidores de secretarias de estado e empresas que compõem a administração pública estadual.

Existe uma demanda reprimida de serviços a serem disponibilizados, esperando investimentos necessários, tendo em vista o período que a empresa ficou sem aporte de investimento e infra-estrutura.

A rede metropolitana de fibra ótica aos poucos vai se tornando uma realidade, e hoje atende aproximadamente a 12 pontos distribuídos na região metropolitana de Florianópolis.



**Figura 4.2 – Estrutura física disponível de comunicação/processamento no CIASC (CIASC, 2004)**

Sob administração da própria empresa atualmente operam 15 concentradores de comunicações no estado disponibilizando 50 pontos de atendimento, operando com 60% da capacidade, através de circuitos dedicados de longa distância, contratados junto à operadora de telecomunicações EMBRATEL mantendo uma infra-estrutura básica para outros órgãos do governo.

Cabe aos órgãos governamentais que desejam ligar-se àquela infra-estrutura básica a contratação de circuitos locais dedicados junto à operadora que melhor atender à demanda dos serviços na região pretendida. Aquela rede atende basicamente à Secretaria de Estado da Fazenda, Procuradoria Geral do Estado e alguns hospitais públicos.

Os serviços de comunicação de dados dos órgãos existentes na sede do governo estadual em Florianópolis são atendidos pelo CIASC, utilizando circuitos locais dedicados contratados junto às operadoras de telecomunicações no estado e passagem de meio ótico, conforme acordo de parceria com a CELESC.

Quanto aos meios contratados, possuem atualmente as seguintes características:

- Tecnologia – DLCI (*Data Link Connection Identifier*)
- Nº de circuitos interurbanos - 128
- Fornecedor dos circuitos de longa distância - EMBRATEL
- Fornecedor dos circuitos locais - Brasil Telecom

Há de considerar-se o fato da existência de uma demanda reprimida imediata superior a 200 conexões, não considerando qualquer migração das redes já instaladas diretamente com as operadoras. Na figura 4.3, ilustra-se o posicionamento dos atuais serviços POPs, que iniciaram em 1999, com a instalação de 7 unidades em diversas regiões do território catarinense, sendo este número expandido com o convênio junto a SEF (Secretaria Estadual da Fazenda) no início de 2002.

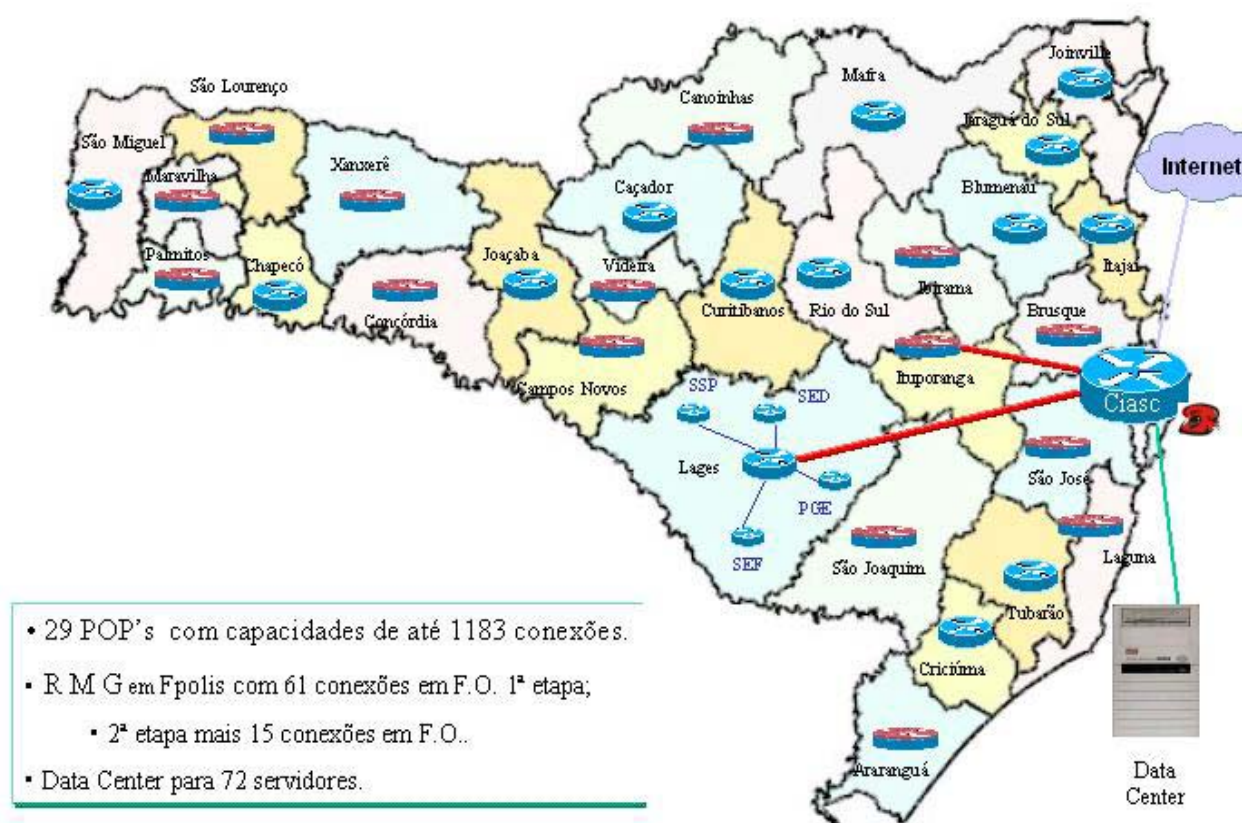


Figura 4.3: Estrutura de comunicação na rede estadual através dos POPs CIASC(CIASC, 2004).

#### 4.1.4 – CELESC

Sob administração da própria empresa atende a demanda de serviços corporativos através de cabeamento ótico em parceria com a ELETROSUL, de

convênio com a BRASILTELECOM e ainda circuitos de transmissão de dados contratados juntos às operadoras.

- Tecnologia – SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*)
- N° de circuitos interurbanos - 300
- Fornecedor dos circuitos de longa distancia - Brasil Telecom
- Fornecedor dos circuitos locais - Brasil Telecom

Conforme apresentado na tabela 4.1, mostra-se a existência de uma alta disponibilidade de portas/canais livres em diversos pontos de atendimento da CELESC, que podem ser utilizados e compartilhados por outros órgãos da administração pública.

Tabela 4.1: Recursos disponíveis na rede da CELESC.

	Qtde portas de 2 mbs não utilizadas	Qtde de canais de 2Mbps não utilizados
SDH (Estações)	237	
SDH - enlace		718
Rda2 - enlace		9
Enlace Optomux 4xE1		18
Enlace modem Óptico 4xE1		45
Total de recursos disponíveis	237	790

A CELESC possui base de rede de fibra ótica que contempla algumas regiões, conforme figura 4.4.

Vale observar que os pontos que abrangem a região norte de Canoinhas, Mafra, São Bento do Sul e Joinville(2 fibras e convênio com a Brasil Telecom), passando em Blumenau, Guraramirim, Região Metropolitana de Florianópolis, Tubarão Siderópolis(2 fibras em convênio com a ELETROSUL), Criciúma(24 fibras), Forquilha e Araranguá (24 fibras) possuem canal ótico.

Já os municípios de São Miguel do D'Oeste, Pinhalzinho, Xanxerê, seguindo até Chapecó possuem fibras instaladas(2 fibras em convênio com a Brasil Telecom). Qualquer projeto de unificação de rede de governo somente atingirá os objetivos propostos, caso tenha total envolvimento da CELESC, e sua total integração no processo, tendo em vista a sua abrangência geográfica e sua malha ótica já instalada, sem considerar-se o seus projetos de expansão de rede.



A CELESC tem planos de investimentos na expansão de suas linhas de comunicação ótica, conforme ilustrada na figura 4.4 (CIASC, 2004). Nas ligações tracejadas entre os municípios Gaspar a Rio do Sul, de Tubarão (usina Jorge Lacerda), com passagem em municípios como: São Joaquim, Vidal Ramos, Herval D'Oeste, Caçador, Faxinal dos Guedes, Xanxerê, Seara e Concórdia, torna-se necessário o envolvimento da empresa que vai representar ganho considerável no Governo do Estado e conseqüentemente para toda a população de Santa Catarina.

O aproveitamento da potencialidade ociosa da CELESC, conforme apresentado na tabela 02 vide Anexo A, já é uma realidade. Um convênio das instituições do Governo Estadual com a CELESC, poderia ofertar serviços para melhor utilização dos atuais recursos, visando abranger outras regiões do Estado. Nesta expansão, poderiam ser adotadas tecnologias inovadoras como forma de baratear o custo de banda larga para os pontos de presença do governo estadual. Uma dessas tecnologias seria o PLC/BPL.

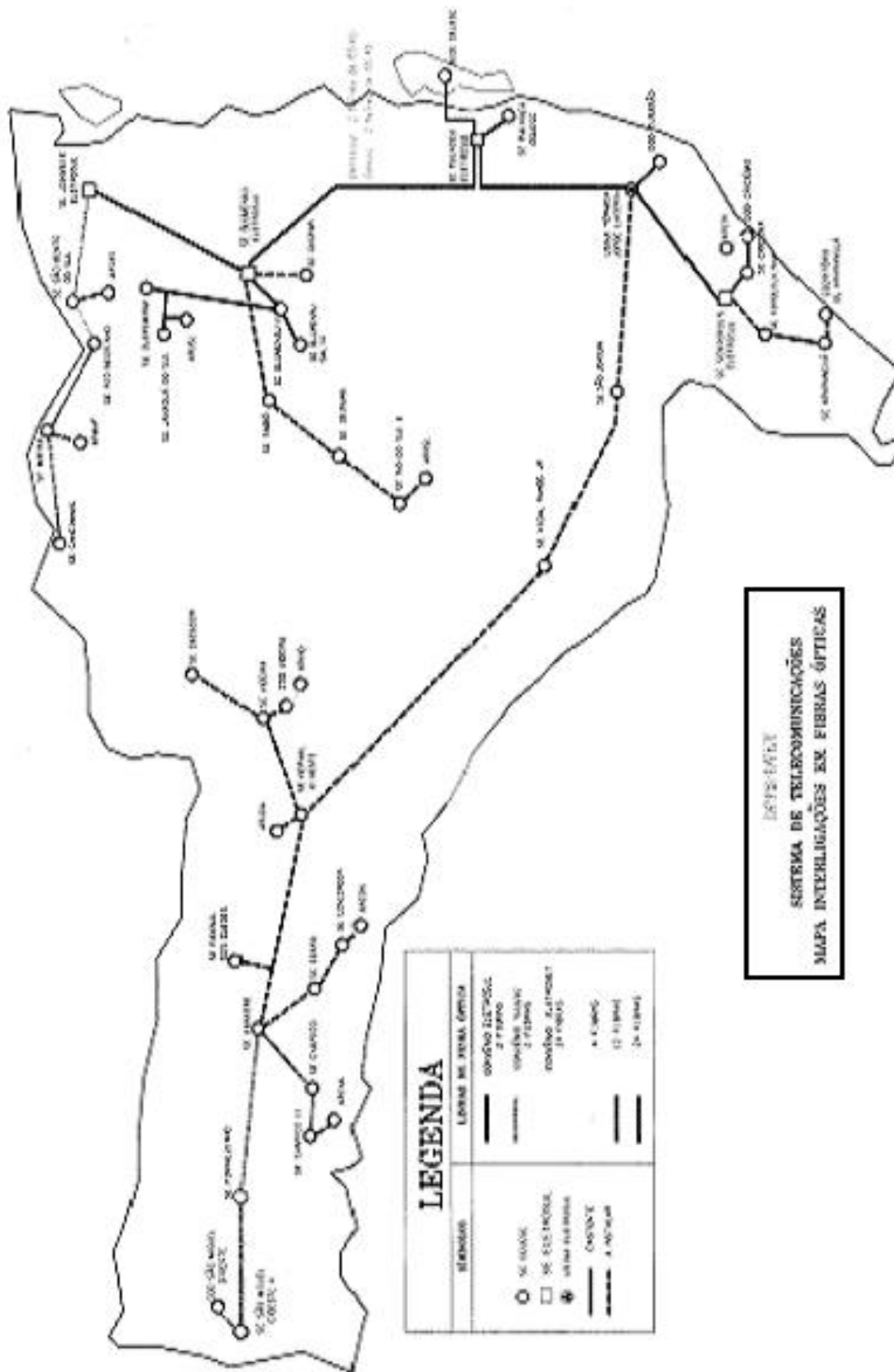


Figura 4.4 – Situação da rede óptica projetada e instalada (CELESC, 2004)

#### **4.1.5 – Contratação dos serviços de telecomunicação no estado**

A estrutura dos serviços contratada atualmente não comporta o trafego existente, e não há contrato para cobrar variáveis como: qualidade de serviço, gerenciamento, dentre outros serviços futuros.

Os serviços de comunicação de dados de Santa Catarina são disponibilizados através da contratação de circuitos privativos dedicados e também de recursos de telecomunicações compartilhados com a rede pública da operadora de telecomunicações contratada. Notadamente a BRASILTELECOM e a EMBRATEL têm atendido à demanda dos órgãos do Governo do Estado de duas formas: na maioria dos contratos, fornecendo os serviços de telecomunicações; em outros contratos, fornecendo os serviços de telecomunicações e equipamentos em forma de aluguel.

A tabela 03 no Anexo A, mostra os pontos de atendimento do Governo Estadual através dos circuitos de comunicação de dados com os respectivos valores. Vide Anexo A. Assim como a administração dos recursos de telecomunicações, os custos da contratação de serviços de telecomunicações referem-se ao orçamento de cada órgão contratante.

Vale lembrar que este trabalho foi desenvolvido a partir de uma necessidade do Governo do Estado, qual seja a de verificar os seus custos com a parte de comunicação de dados e voz conforme descrito no quadro 01. Foram entregues correspondências aos titulares da pasta de cada Secretaria de Estado, e às empresas que compõem a administração pública indireta. Não foi possível coletar todas as informações pela não-entrega de alguns custos por parte de alguns órgãos (Secretaria de Estado da Saúde, CIDASC, CODESC), conforme descrito no quadro 01.

É importante salientar que, em relação aos outros custos (vide quadro 01) esses se referem especificamente à alocação de equipamentos como roteadores e centrais telefônicas. Em muitas oportunidades são fechados acordos envolvendo toda a solução, porém vale ressaltar que fica extremamente difícil avaliar um tipo de serviço que simplesmente é adicionado a uma conta telefônica através de um número específico, na medida em que não existe contrato para se fazer uma cobrança da contratação dos serviços.

Atualmente, se o serviço ficar em indisponibilidade por um período, o mesmo não vem deduzido da fatura de serviço, pois existe falta de mecanismo para reivindicar a devolução daquilo que foi cobrado, e não devidamente disponibilizado.

Observa-se que na tabela A.2, o gasto com a locação de equipamentos totaliza um valor mensal na ordem de R\$ 305.325,88 ou R\$ 3.663.910,56 anual.

Vale ressaltar que este custo é estimativo baseando-se em planilhas de empenho das empresas, porém, em alguns casos pode ter ocorrido erro de interpretação como no caso da Secretaria de Defesa do Cidadão que hoje conta com aproximadamente 30% dos seus links, ou 90 roteadores que são alocados à concessionária Brasil Telecom. As tabelas que retratam o atual custeio de tráfego de voz e dados por órgão no Estado de Santa Catarina, pode ser encontrado no Axeno A.

#### **4.1.6 – Considerações finais da situação da Administração Estadual**

O Estado perde receita, controle e se dispersa quando cada membro que compõe a administração estadual procura isoladamente definir a sua estrutura de rede. Tal decisão provoca uma série de problemas abaixo relacionados:

- As operadoras dos serviços de telecomunicações não ofertam um padrão de serviço e preço para o Governo do Estado. O mesmo *link* de velocidade com a mesma tecnologia mostra a prática de preços diferentes;
- A pulverização de contratos de serviços de telecomunicações. Deu-se, apenas continuidade aos contratos com as concessionárias de telefonia existentes quando da privatização. Raros são os casos em que existem contratos. À conta de linha de dados é adicionado um número de telefone e inserido na fatura;
- A inexistência de uma administração central dos recursos de telecomunicações utilizados pelo Governo do Estado gera a redundância na utilização daqueles recursos, em diversas localidades;
- Proporciona diversidade tecnológica do uso daqueles recursos dificultando ainda mais a sua administração;

- Não existe estrutura para implementação do serviço de videoconferência e telefonia corporativa.

## 4.2 – CDI

Outras iniciativas que podem ser levadas em consideração, estão na tabela 4.2, são as ações do CDI que atualmente disponibiliza de uma política de inclusão digital para todo o Estado.

O CDI vem desenvolvendo suas atividades há quase 4(quatro) anos, contando atualmente com 27 (vinte e sete) Escolas de Informática e Cidadania (EICs) instaladas nas regiões de:

Tabela 4.2: Relação de Municípios com Telecentro do CDI e parceiros.

<b>Municípios Pólos</b>	<b>Municípios Assistidos</b>
Blumenau	Indaial, São João Batista, Luis Alves, Gaspar, Camboriú,
Chapecó	Concórdia, Mondai, Flor do Sertão, Maravilha, Riqueza e Iraceminha.
Criciúma	Lauro Muller, Pedras Grandes, Araranguá, Maracajá, Santa Rosa do Sul.
Florianópolis	Palhoça, São José

Dentre vários parceiros, em Santa Catarina contamos com o importante apoio da: SUCESU, UNISUL, Instituto Souza Cruz, Senac-SC, Paradigma, Sadia, Postmix, Raupp Advocacia Empresarial. (CDI). Mais de 95% das conexões de acesso à internet do CDI-SC são feitas por conexão discada e o restante restringindo-se a ADSL e Wireless.

Em se tratando do tipo de acesso mais usado no estado, encontrando um grande percentual de conexão discada, o que tem inviabilizado uma maior abrangência do acesso a internet.

Outro tipo de acesso que vem tentando se firmar em Santa Catarina é o ADSL, porém, ainda não consegue abranger nem 20% do território estadual.

### 4.3 – Serviços de Inclusão Digital

Dentre as empresas Telecoms que oferecem o serviço ADSL em Santa Catarina encontram-se a GVT, BrasilTelecom e Embratel. É importante frisar que os provedores de acesso que irão oferecer serviços para usuário final sempre estarão alugando links destas empresas.

Já a internet via-rádio, ainda está em seus primeiros passos como um negócio rentável e viável para a população, até porque, este tipo de conexão necessita de um investimento um tanto quanto oneroso para as empresas que desejam explorar tais mercados.

Analisando as iniciativas de inclusão digital, percebemos que tem havido um grande esforço, porém seus objetivos pouco têm sido alcançados. A exemplo disso, é que mesmo as ações do CDI, CIASC, FUNCITEC e iniciativas do Governo Federal como o PROINFO e GESAC não alcançaram nem 20% da população catarinense, enquanto que se o PLC/BPL for explorado no Estado de Santa Catarina, o percentual de incluídos digitalmente, poderia atingir no mínimo 60% da população estadual, pois a infra-estrutura de cabeamento, já existe, e em parte dela, ociosa (FUNCITEC, 2003).

A par de algumas iniciativas, sejam elas isoladas ou de abrangência estadual para fazer a inclusão digital, a utilização da tecnologia PLC/BPL seria de grande relevância para se poder atingir comunidades que até então não contam com linhas telefônicas convencionais, mas são assistidas pelas linhas de transmissão de energia elétrica.

É importante citar a necessidade de a tecnologia PLC/BPL interagir com as tecnologias ADSL e Wireless, o que, segundo pesquisas feita na Europa e Ásia, tal interação já é possível. Para termos a certeza de que tal realização é exequível, a Mytsubish Eletron disponibiliza soluções em PLC/BPL que interagem com o Wireless, mas, em se tratando do mercado brasileiro, há ainda a necessidade de maiores testes, a fim de buscar maior consistência nos resultados, levando em consideração as características heterogêneas da rede pública elétrica.

## 4.4 – Trabalhos com PLC no Brasil

No Brasil, atualmente existem alguns exemplos de projetos em PLC/BPL já testados e outros em teste. Como referência, merecem ser citados os casos:

### 4.4.1 – Light PLC

O projeto de P&D (Pesquisa & Desenvolvimento) na LIGHT, é um projeto que segundo publicações da própria companhia, está baseado em equipamentos ASCOM Power Line. Devido a sua grande capacidade de transmissão, atualmente pode atingir dezenas de megabits por segundo. O PLC tem capacidade de fornecer uma ampla gama de serviços. Dentre eles, estão sendo testados: Internet em banda larga, Voz sobre IP, Vídeo Conferência, Vídeo Segurança, Telemedicina, Educação à Distância, "Home Automation", "Building Automation", Gerenciamento do fornecimento de energia ou AMR (LIGHTPLC, 2004).

- **Funcionamento:** Em seu projeto, a LIGHT procurou ser a mais prática possível em relação a outros modelos de projetos em testes. A figura 4.5, mostra o modelo da LGHT, onde vemos um pequeno equipamento denominado "modem PLC" é ligado em qualquer tomada elétrica e através de um outro cabo é conectado ao computador. Na rede elétrica externa do prédio, próximo ao transformador de energia, é instalado um equipamento chamado "Master", que tem a função de se comunicar com todos os "modems PLC" enviando os sinais através da rede elétrica existente. No equipamento "Master" é também conectado o circuito para interligação à Internet.

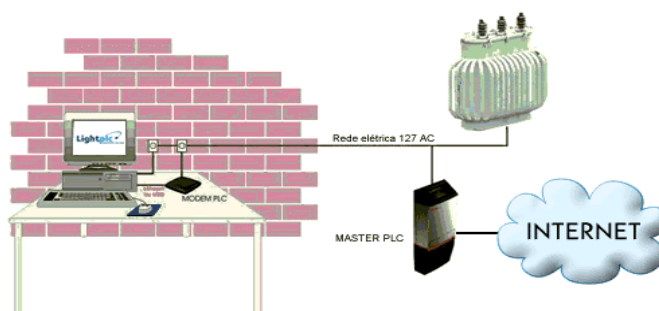


Figura 4.5: Modelo Implementado pela Light-RJ

**Objetivos do projeto Light PLC:** Segundo informações coletadas no site da LIGHT PLC, seus objetivos principais de projeto são:

- Avaliar o desempenho da tecnologia PLC na rede elétrica de distribuição da Light;
- Difundir a tecnologia PLC como solução de acesso banda larga à Internet;
- Realizar medições em diferentes condições de demanda de consumo de energia e verificar sua influência na propagação do sinal PLC;
- Verificar a conformidade das especificações técnicas dos equipamentos em relação às condições ambientais no Rio de Janeiro;
- Definir parâmetros de desempenho de modo a possibilitar a oferta de serviços diferenciados com alta qualidade.

Para a LIGHT, o PLC/BPL, oferece grandes vantagens de implantação em relação aos outras tecnologias. Uma delas é o fato de não ser necessária a instalação de cabos adicionais; fica disponível em qualquer tomada existente e tem velocidade no mínimo 50 vezes superior a opção mais rápida. Além disso, outras vantagens merecem citação como:

- Ampla infraestrutura elétrica disponível;
- Facilidade de transmissão ao longo de toda a malha de energia elétrica;
- Transmissão eficaz de dados, vídeo e voz simultaneamente;
- Grande mobilidade na conexão, ao alcance de qualquer tomada de energia na rede PLC/BPL.

**Ambientes de Testes:** Para início dos testes de acesso à Internet em banda larga, foram escolhidos 4 prédios residenciais e 4 comerciais. Posteriormente, serão selecionados outros prédios

Nos documentos de projetos, são convencionais as seções do tipo perguntas e respostas. Estas seções visam esclarecer aos leigos e iniciantes da tecnologia PLC/BPL algumas nomenclaturas.

- **Perguntas e Respostas:** pelo fato de a tecnologia PLC/BPL ainda ser pouco difundida em relação a Wireless e ao Próprio ADSL, a maioria das empresas



que estão testando o PLC/BPL como a LIGHT, e também a Hidrelétrica de Iguaçu, costuma colocar algumas perguntas e respostas sobre as características técnicas do PLC/BPL, a fim de desmistificar as dificuldades de exploração da rede elétrica como meio de acesso à Internet. Mais detalhes poderão ser encontrados em LIGHT – DÚVIDAS. (LIGHTPLC – DÚVIDAS,2004)

#### 4.4.2 – CEMIG PLC

Outro projeto que merece atenção é o da CEMIG. Teve início em Outubro de 2001 estendendo-se a janeiro de 2003 com relatório final.

Segundo informações da CEMIG, o piloto PLC funcionou através de um Master (Injetor) conectado a um *cable modem*. Este Master injetava o sinal nas fases e no neutro do circuito secundário, que posteriormente era coletado e regenerado no ponto de medição mais adiante por um repetidor (em alguns casos dispensáveis). Na seqüência é captado ao chegar no ambiente doméstico em uma tomada elétrica convencional pelo *modem PLC*.

A partir deste *modem* era feita uma conexão via porta USB ou Ethernet padrão com o computador do usuário final. Os equipamentos foram fornecidos pela ASCOM PLC (CEMIG PLC, 2004). As etapas do projeto, poderão ser encontradas com mais detalhe na tabela B.1 no Anexo B.

- **Conclusão do Projeto:** Segundo a Gerência de Suporte em Infra-Estrutura de Telecomunicações e Informática - TI/SI – Cia, de forma geral, ficou patente a influência da carga no desempenho do sistema. A conexão de novos usuários à rede acarreta degradação dos acessos. Esta situação evidentemente estará sempre fora de controle e terá uma variação totalmente aleatória, estando diretamente relacionada com o perfil dos consumidores. Caberá aos projetistas de equipamentos PLC, desenvolver módulos de correção dinâmica para compensar de forma eficiente as constantes alterações do perfil de carga atrelado ao sistema, tanto em ambiente indoor (dentro das residências) quanto outdoor (vias aéreas). No caso do Brasil, em face do clima tropical, nossos cabos elétricos em comparação aos Europeus possuem características construtivas mais desfavoráveis ao tráfego de sinais PLC. Além do

que, possuímos um perfil de cargas domésticas mais agressivo em termos de consumo e tipo. Sendo assim, conclui-se que o acesso comercial via PLC/BPL será viável se as alterações necessárias forem implementadas.(CEMIG PLC)

#### **4.4.3 – IGUAÇU ENERGIA**

A Iguazu Energia desenvolve um projeto piloto sobre PLC/BPL dentro do seu Programa de Pesquisa e Desenvolvimento. Este, visa testar a capacidade e o comportamento dos modelos de 45 Mbps fornecidos pela EBAPLC na transmissão de dados, voz e imagem na sua rede de distribuição de energia elétrica até novembro/2003. A rede de distribuição de energia elétrica, possui uma capilaridade de grande relevância se for comparada às redes de telecomunicações no Brasil (IGUAÇU ENERGIA, 2004).

Segundo a Iguazu Energia, uma das condições para que o modelo PLC/BPL seja viável, é que haja uma quantidade significativa de consumidores servidos em uma mesma Célula PLC, o que normalmente é definida por uma unidade transformadora. Neste aspecto, o número médio de consumidores instalados sob um mesmo transformador na área de concessão da Iguazu Energia é de cerca de 60, chegando em determinados locais a 110, enquanto o índice mínimo para viabilização econômica desta tecnologia é em torno de 20 consumidores/transformador.

Tal característica, aliada à padronização dos equipamentos utilizados no sistema de distribuição e a topologia uniforme da rede, favorece a utilização do PLC como modelo de acesso de última milha na rede elétrica da Iguazu Energia (IGUAÇU ENERGIA, 2004).

No Brasil a utilização do PLC/BPL na última milha, já vem sendo testado, e poucas são as empresas do setor elétrico nacional que estão realizando ou já realizaram testes com esta tecnologia. Mesmo com tais testes realizados, ainda não existe nenhuma divulgação oficial sobre estas pesquisas, e em muitos casos, notamos que tais testes ou projetos-piloto não foram realizados com a finalidade de definir modelos, parâmetros ou padrões operacionais.

Como benefícios econômicos e de infra-estrutura, a concessionária Iguazu Energia, espera que com um investimento marginal, seja capaz de prover o meio físico para que empresas de telecomunicação possam alcançar consumidores que atualmente não são economicamente viáveis, mas que já estão na base de clientes da Iguazu

Energia além do uso múltiplo da infra-estrutura da rede elétrica, gerando assim uma nova receita para o ativo já imobilizado.

Além dos testes nesta tecnologia e possibilidade de novos negócios, a concessionária espera contribuir também com o setor elétrico nacional, através da divulgação de um banco de dados sobre o projeto PLC em sua área de concessão assim que concluído.

A figura 4.6, mostra a topologia de funcionamento do modelo em teste na cidade Xanxerê-SC.

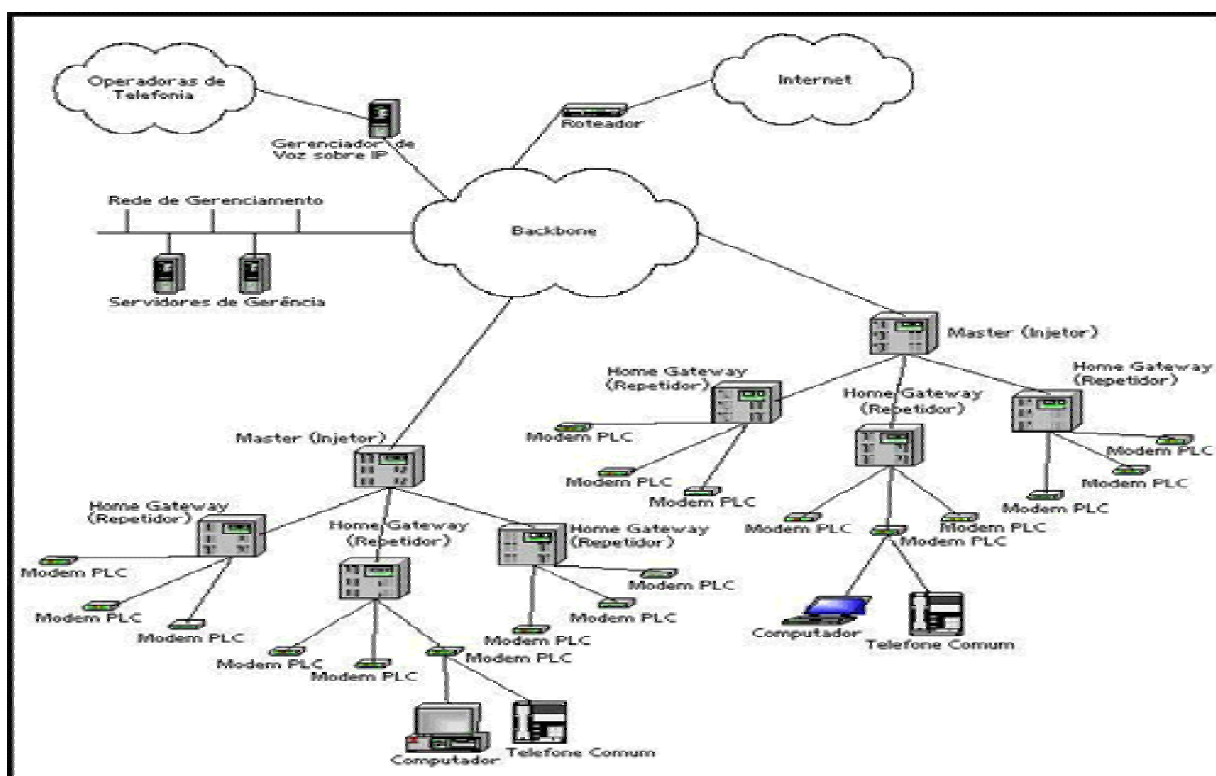


Figura 4.6: Topologia sugerida pela Iguazu Energia (Iguazu Energia, 2004).

**Aplicações:** O maior atrativo da tecnologia PLC está na utilização das linhas de energia elétrica existentes e na utilização do protocolo TCP-IP (Protocolo de Redes e Internet). Este conjunto permite ao PLC uma enorme gama de serviços, como o acesso à Internet, a telefonia sobre IP (VoIP), TV por assinatura, transmissões de vídeos e de áudio sob demanda (locação de vídeos e áudio), realização de jogos on-line, telemetria e muitas outras.

Os equipamentos utilizados neste modelo, assim como nos já mencionados, foram basicamente o HE (Injetor de Sinal), HG(Repetidor de Sinal), CPE(Modem pessoal PLC). Segundo informações coletadas da Iguaçu Energia, o projeto na cidade de Xanxerê mostra características similares aos demais projetos anteriores.

**Comparativo entre Tecnologias:** Tomando-se como base os testes realizados na cidade de Xanxerê-SC, se percebeu que há uma superioridade relevante no que tange às taxas de transmissões de recebimento de dados do PLC/BPL em relação às tecnologias concorrentes mais populares. Maiores detalhes podem ser encontrados no Anexo C.

Os *downloads* foram realizados a partir de três *Links* de acesso Internet diferentes: Acesso discado (Modem Comum), acesso ADSL e acesso PLC.

Desta forma se pode observar o comportamento do *download* via PLC por um tempo maior e, já que a velocidade de acesso PLC ficou limitada a 7.5 MBit/s (por uma condição imposta pela Rede Elétrica em que foi instalado). Buscou-se identificar nesta condição, variações de velocidade, tempo do Download e estabilidade do Link.

Nesta situação, somente o próprio PLC e a condição da Rede Elétrica poderiam limitar ou influenciar a velocidade do Download, já que a rede em que este Web Server está instalado é uma rede de 100 MBit/s e o PLC está conectado diretamente a ela.

É importante citar que o ADSL deve levar em consideração que os atuais modelos de negócio nesta tecnologia não garantem Banda de Acesso. Portanto, não é possível garantir 100% do *link* contratado e tem como objetivo apenas o fornecimento do serviço de acesso à Internet.

Já com o PLC/BPL, é possível garantir velocidades contratadas com modelos tanto síncronos quanto assíncronos (velocidades nominais diferentes em *uploads* e *downloads*), maior segurança no tráfego de informações, prioridade para serviços específicos como telefonia, imagens e até mesmo administrar usuários preferenciais com prioridade de tráfego.

Diante disso, inúmeros serviços podem ser explorados através de um único meio; a rede elétrica. Além de existente e instalada, permite que estas implementações ocorram sem a necessidade de cabos extras, remanejamentos ou adequações elétricas, tomadas ou cabos especiais. Qualquer tomada elétrica comum poderá se transformar numa porta de acesso para uma vasta gama de serviços.

**Funcionamento do Projeto:**As unidades consumidoras (residências, comércios e outros estabelecimentos), são conectadas à rede elétrica e agrupadas em unidades transformadoras. Cada transformador recebe um conjunto de consumidores que, para efeito do Projeto PLC na Iguaçu Energia, denominamos Célula PLC.

A figura 4.7, ilustra uma instalação típica PLC.



Figura 4.7: Detalhamento do modelo PLC numa residência (IGUAÇU ENERGIA, 2004).

Cada transformador que compõe a topologia da rede PLC/BPL recebe um equipamento do tipo *Master*, chamado *Head End Router* ou Roteador Injetor de Sinais (01). Este tem por finalidade controlar os acessos e prioridades para os usuário que estão sendo alimentados pelo transformador abaixador de energia.

Além de controlar, o *Master* recebe outras atribuições como "Gerar" e "Injetar" naquela parte da rede elétrica o sinal PLC, modulando dados, voz e imagens que estão sendo recebidos através de uma rede denominada Backbone ou Internet mesmo. Este sinal, injetado na rede elétrica, segue para todas as direções que o transformador envia sinal elétrico. Caso os receptores do sinal ou modems PLC/BPL estiverem fora do raio de alcance estabelecido pela tecnologia de 800 metros, será necessária a instalação de equipamentos que regenerem o sinal denominado *Home Gateway* ou Repetidor (02). Ao HG também poderá ser aplicado o aumento do número de usuários servidos naquele *Master* PLC.

Pode ocorrer também que o sinal "Injetado" pelo *Head End Router* (01), seja utilizado diretamente pelos consumidores finais a partir de sua instalação, desde que os Modems PLC estejam previamente habilitados e configurados no *Head End Router* (01).

Por outro lado, pequenas adequações ainda podem ser necessárias, tendo em vista a possibilidade de que alguns equipamentos elétricos ou eletrônicos podem causar interferências na rede elétrica (ruídos). Nestes casos poderão ser necessárias aplicações de filtros para bloquear estas interferências e impedir sua propagação para a rede elétrica. Tais filtros podem ser testados através de bobinas de bloqueio, estas já uma realidade no sistema carrier.

O equipamento CPE ou Modem PLC (03) da figura 4.7, é então conectado a uma tomada comum de energia elétrica que além da função de alimentá-lo, também capta os sinais modulados pelo *Head End Router* (01), ou pelo *Home Gateway* (02), injetados na rede elétrica e os converte em sinais de rede de dados (padrão Ethernet - Protocolo TCP-IP).

É importante mencionarmos que pelo fato da imaturidade da tecnologia, alguns testes mencionados anteriormente, foram encaminhados de maneiras equivocadas, causando assim uma imagem um tanto quanto deturpada do PLC/BPL como solução em Banda Larga (IGUAÇU ENERGIA, 2004).

## 5 – PROPOSTA DE ACESSO INTEGRADO AS REDES PÚBLICAS DE SANTA CATARINA

A necessidade de integração entre as maiores redes públicas no Estado de Santa Catarina, como é o caso das Redes do E-Governo, FUNCITEC E CELESC, não chega a ser nenhuma novidade, porém, a forma de integração destas redes, é que pode fazer a diferença. No Canadá e na Europa principalmente, a integração entre redes já uma realidade. No Brasil, a integração tecnológica ainda precisa de estudos avançados e projetos que proponham soluções que venham disponibilizar uma maior taxa de transmissão a preços mais acessíveis na última milha. Na Europa, a solução que está sendo testada por algumas empresas de distribuição de energia elétrica, é o PLC/BPL Híbrido. O modelo de banda larga implantada em países europeus, tem-se mostrado de grande relevância para a difusão do PLC/BPL e conseqüentemente exploração de novos serviços dentro do que as tecnologias associadas podem oferecer (GÖTZ,2004).

Tal idéia no Brasil vem sendo defendida por Carlos Augusto Duque, professor da Faculdade de Engenharia da UFJF (Universidade Federal de Juiz de Fora) o qual, desenvolveu um modem (PLDC – *Power Line Data Communication*) que permite a transmissão de dados via rede elétrica (CAMPOS, 2002).

Uma forma de tornar tal integração realidade, seria aproveitar a estrutura disponibilizada pelas empresas distribuidoras e/ou geradoras de energia elétrica para melhor explorar serviços de comunicação de dados, integrando redes de energia elétrica com rede comunicação de dados, seja baseadas em fibra óptica, celular ou Wi-Fi.

A proposta de fundir as redes de fibra óptica com a rede elétrica, fazendo assim uma grande rede, seria consideravelmente mais viável, pois, o custo para tal proposta é bem menor, aumentando assim a possibilidade de vir a ser uma realidade num futuro próximo. Tal realidade consistiria em apenas implantar um sistema PLC/BPL partindo das sub-estações de energia elétrica injetando o sinal de dados para os transformadores e dos transformadores para a última milha (residências) sendo recebido pelo modem PLC/BPL, sem nenhum custo adicional com infra-estrutura de cabeamento. Ao implantar o modelo de fusão das redes, novos mercados surgiriam gradativamente,

dentre eles podemos citar a exploração e gerenciamento de novos serviços baseados em PLC/BPL.

## 5.1 – Ambiente Experimental

Imaginamos para nossos testes, um ambiente que fosse considerado comum ao longo de todas as regiões do Estado. Tomando tais características como primordial, realizamos os testes em dois ambientes, sendo um de baixa tensão e o outro de média tensão.

Os testes em ambiente de baixa tensão, foram realizados no prédio CEISA CENTER, localizado no centro da cidade de Florianópolis, o qual apresentou as características de uma rede de baixa tensão, onde a diferença de potencial é 220 V. A rede elétrica está devidamente aterrada, e isolada através de tubos de PVC. Tal ambiente de teste procurou-se retratar o dia-a-dia de uma residência com eletros domésticos mais comuns no meio residencial e/ou comercial.

Nos testes, foram conectados simultaneamente à rede elétrica, todos os equipamentos básicos de um ambiente domésticos com: geladeira, ar condicionado, ventiladores, TVs, rádios, lâmpadas fluorescentes, impressoras, chuveiro elétrico e aquecedor. Na figura 5.1, mostra em perspectiva a CELESC, local onde o segundo teste foi realizado, já a figura 5.2, apresenta a disposição dos equipamentos na CELESC.



Figura 5.1: Prédio da CELESC em Florianópolis.



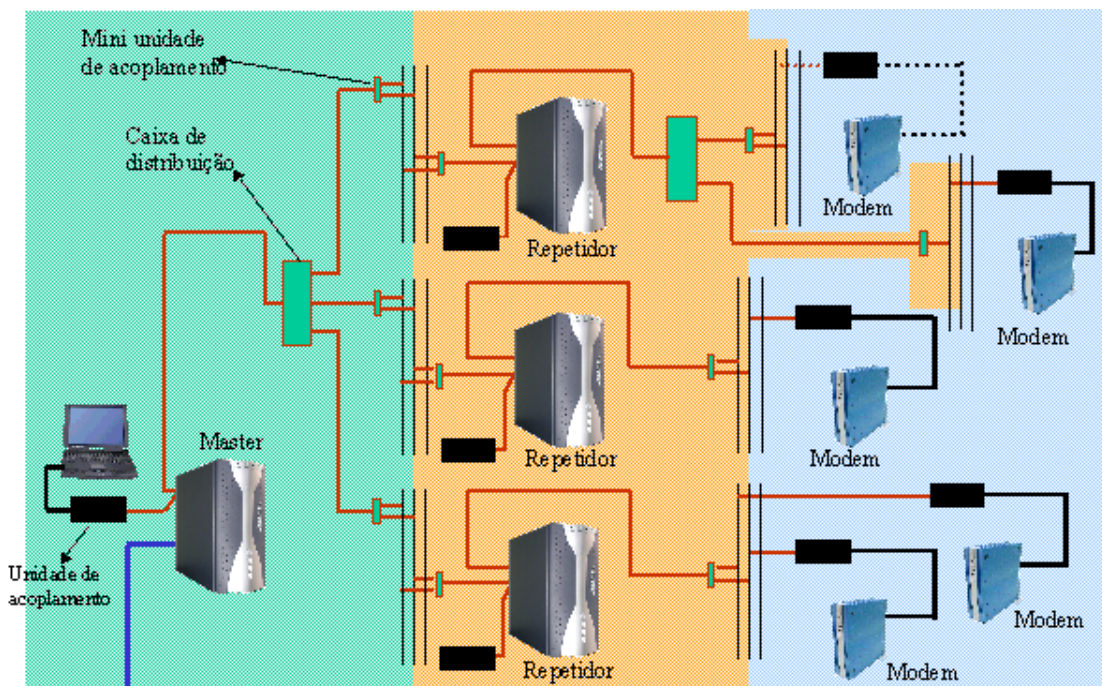


Figura 5.2: Disposição dos equipamentos na CELESC

Na figura 5.2, mostra a utilização de unidades de acoplamento, tais unidades foram testadas para levar o sinal de forma a não modificar a rede elétrica interna.

Os equipamentos a serem utilizados no ambiente de teste, são hardwares fornecidos pela empresa EBAPLC (EBAPLC, 2004). Onde constam uma unidade de HG, HE e dois CPEs. Mas é importante mencionar que outros modelos têm se mostrado eficiente também na área de transmissão de dados com alta taxa de transmissão. Para maiores informações sobre os dispositivos utilizados nos teste no endereço: [www.ebaplc.com](http://www.ebaplc.com).



Figura 5.3: Conjunto PLC utilizados nos testes

## 5.2 – Softwares Propostos nos Teste

A escolha pelos softwares na tabela 5.1, teve como base à estatística de utilização de software na Administração Pública Estadual e a acessibilidade de para melhor gerenciamento de tráfego dentro do PLC, a exemplo o PLCAdmim.

Nos testes realizados procuramos analisar o comportamento do PLC em ambientes Linux e Windows, pois isso se fez necessário pelo fato desses sistemas operacionais serem os mais utilizados em ambientes públicos, privados e corporativos. Outro motivo que nos levou a testar nos dois ambientes, foi a grande aceitabilidade que o software livre está tendo por parte do mercado. Além de este ser o sistema operacional mas viável para a inclusão digital, pois este oferece maior segurança e confiabilidade em sistemas que podem variar desde pequenos, médios e grandes portes.

Quanto aos softwares de suíte de escritório, levamos em consideração o OpenOffice.org e o Office 2000 pelo fato de tais pacotes estarem presente em mais de 90% da Administração Pública Estadual e também por apresentarem suporte de atualização mais amigável.

Como software de gerenciamento, foi utilizado o PLAdmim, a razão que nos levou a fazer a realização dos testes neste software, foi o fato de não haver outro software de gerenciamento para PLC/BPL no presente momento. Como o PLAdmim é considerado um produto novo e de pouca acessibilidade, iremos fazer uma pequena descrição deste software.

Tabela 5.1: relação dos softwares nos testes.

<b>Tipo de Software</b>	<b>Produto</b>
Sistema Operacional	Linux Red Hat 9.0 e Windows XP
Softwares de Escritório	OpenOffice.org 1.1.2 e Office 2000 da Microsoft
Software de Gerenciamento	PLAdmim
Servidor de Correio	PAE – Programa de Automação Estadual de Santa Catarina.

O PLAdmim é um Software de gerenciamento do conjunto de aplicações destinadas para administrar Redes Powerline e especialmente orientadas a tecnologias DS2. Permite um simples e rápido acesso as informações dos equipamentos conectados a rede PLC mediante o uso de protocolo SNMP (*simple network management protocol*).

Mediante o software de administração pode-se configurar, monitorar e controlar todos os equipamentos da rede PLC desde uma estação remota (PC) sem a necessidade de realizar acessos físicos ao equipamento.

Este software foi desenvolvido baseado numa arquitetura de múltiplos módulos que permitem uma grande modularização, escala e uma simples atualização. A figura 5.3, mostra a composição do PLAdmin, tais quais são divididas em quatro aplicações: PLFeedServer, PLManager, PLViewer e PLStats.

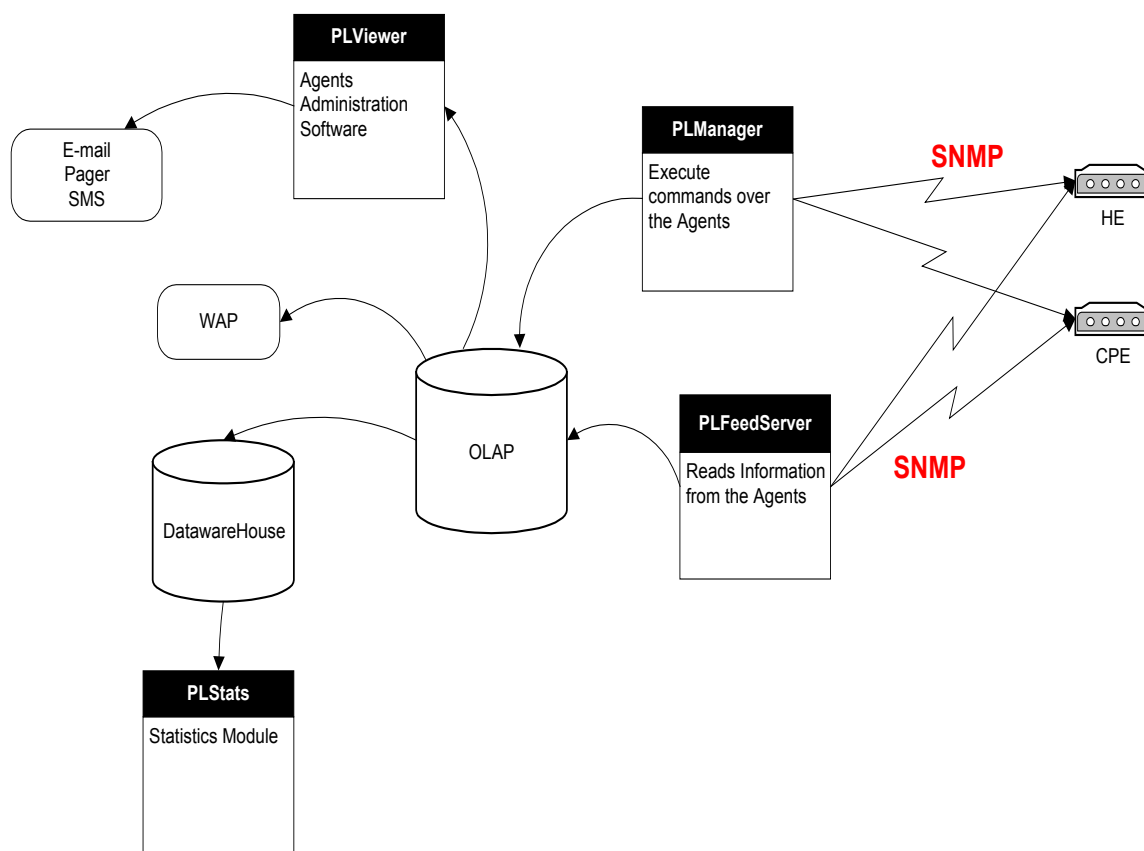


Figura 5.4: Composição do PLAdmin.

Na figura 5.4 e 5.5, são mostrados algumas telas para manipulação de dados do PLAdmin. Sendo que na figura 5.4, é retratado o comportamento do HE sob o PLViewer e posteriormente na figura 5.5, o comportamento de uma CPE com a mesma aplicação.

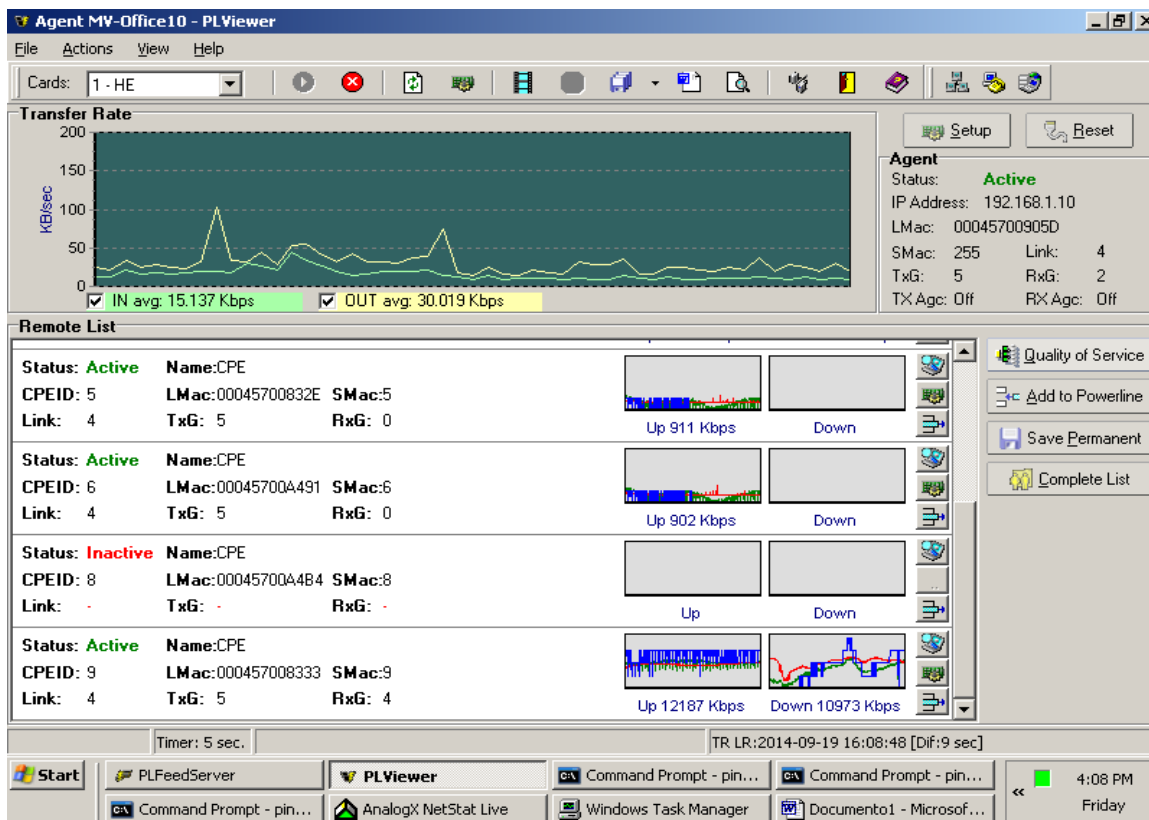


Figura 5.5: Tela do PL Viewer de um HE

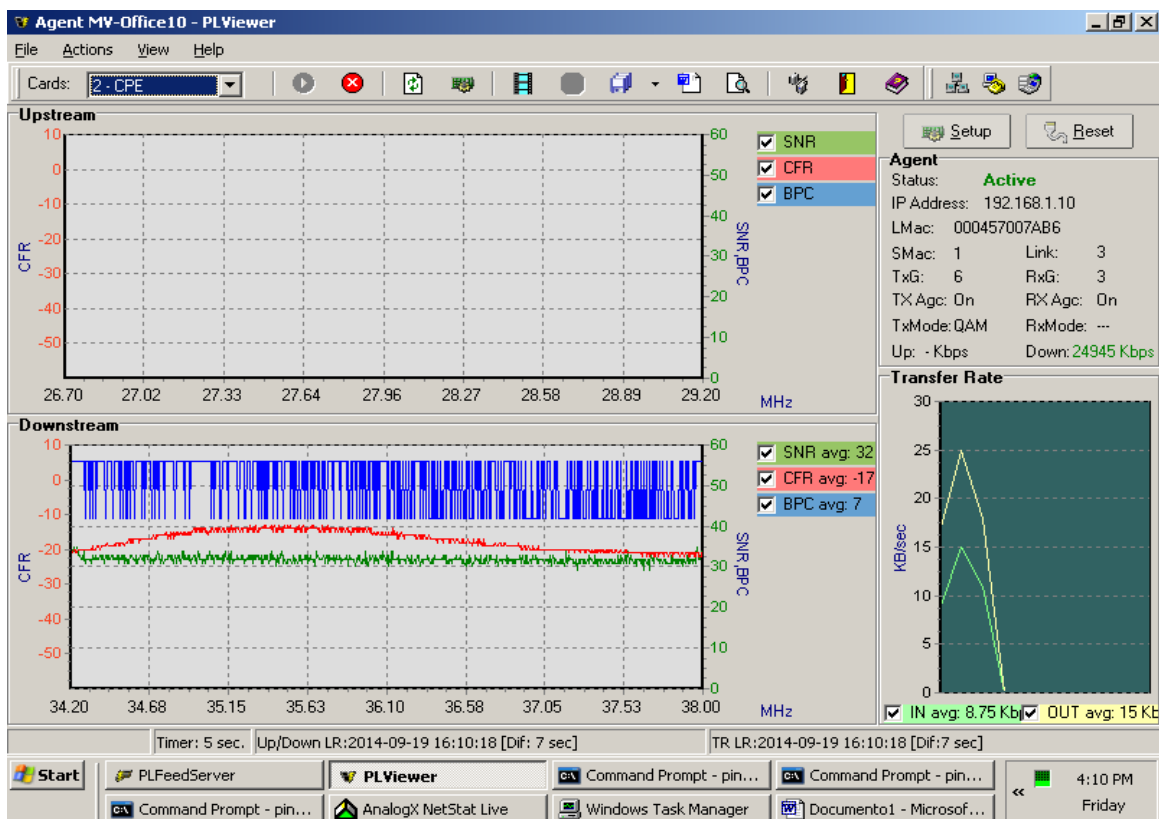


Figura 5.6: PLViewer de uma CPE

Quanto ao PAE, servidor de correio oficial da Administração Pública Estadual, este é uma versão aprimorada do software Direto, desenvolvido pela PROCERGS (Empresa de Processamento de Dados do Rio Grande do Sul). Sua base de programação é toda constituída em software livre, com licença GPL – Licença Pública Geral.

Porém não vamos aprofundar mais as considerações sobre o assunto, até porque, este produto é de domínio público, podendo ser encontrado em [www.pae.sc.gov.br](http://www.pae.sc.gov.br).

### 5.3 – Resultado Experimentais

No caso do CEISA CENTER, a figura 5.7, mostra o diagrama elétrico do ambiente de teste. Especificamente nesse ambiente, constatamos o comportamento da tecnologia PLC/BPL, levando em consideração um ambiente doméstico.

Neste ambiente, foram considerados dispositivos eletroeletrônicos como: ar condicionado, disjuntor geral, luminárias, chuveiros, três computadores pessoais, um HE, três CPEs, conector para telefonia via PLC/BPL, cabeamento comum de uma rede elétrica residencial, rede elétrica bifásica, porém, estaremos utilizando apenas uma fase neste teste.

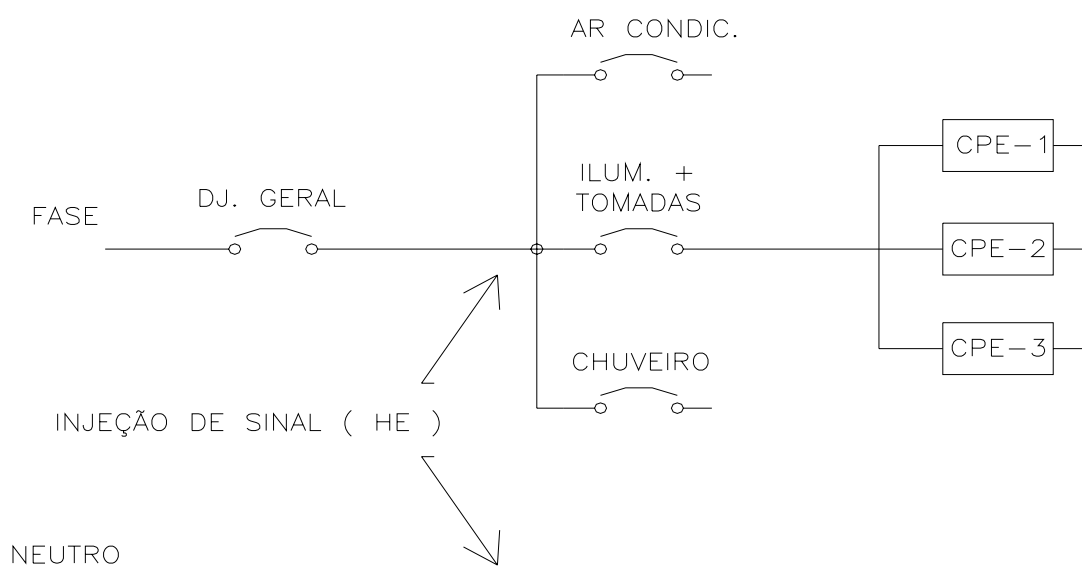


Figura 5.7: Diagrama Elétrico do Ambiente de teste no CEISA CENTER.

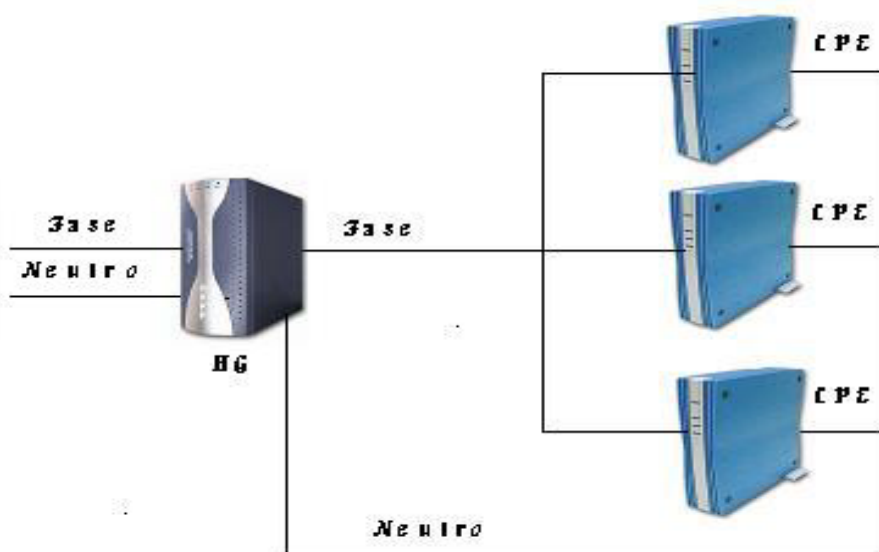


Figura 5.8: Diagrama da rede de Dados no CEISA CENTER

No modelo de rede em teste no CEISA CENTER, os testes foram realizados utilizando protocolo UDP, pois como já havia um certo controle de possíveis perdas de pacotes, porém tais perdas não influenciaram no desempenho das aplicações. Mas não podemos desconsiderar a utilização do TCP no que tange a uma maior expansão da rede, até porque, o meio físico pelo qual trafega o sinal PLC, é considerado um meio muito hostil.

Os experimentos empíricos realizados com os equipamentos da EBAPLC, utilizando o PLAdmin, estão discriminados na tabela 5.2.

Tabela 5.2: Dados dos testes realizados no Ceisa Center.

TESTE PLC ( PLADMIN )		
Taxa Kbps		ETAPAS / LINKs
Rx	Tx	LINK 1 Ganho Tx/Rx
1276	2624	Tudo Ligado
1276	10677	Desligar Só Ar
3321	15186	Desligar Só Lâmpadas
3651	17989	Lâmpadas/Ar Desligados
Rx	Tx	LINK 2 Ganho Tx/Rx
1276	2624	Tudo Ligado
1276	10677	Desligar Só Ar
3321	15186	Desligar Só Lâmpadas
3651	17989	Lâmpadas/Ar Desligados

## Legenda:

Link 1: 1,6 a 10 MHz  
Link 2: 10,1 MHz a 20 MHz.  
SNR - Relação Sinal / Ruído  
CFR – Relação Frequência Conexão.  
Bit Rate - Velocidade Conexão  
Ganho - Parâmetro de Amplificação do Sinal  
LINK - Banda de Conexão  
ETAPAS - Condição dos circuitos  
HE – Máster / Repetidor  
CPE – Modem Final  
Rx: Sinal Recebido  
Tx: Sinal Transmitido

Na tabela 5.2, podemos verificar o comportamento da taxa de transmissão e recepção levando em consideração a concorrência pelo mesmo meio físico por equipamentos comuns numa residência. O cenário em questão procurou analisar o comportamento tanto no LINK 1 que é de 1,6 a 10 MHz, quanto no LINK 2 que varia de 10,1 a 20 MHz. Percebeu-se que, pelo fato da rede de transmissão elétrica estar sendo compartilhada com os três eletros domésticos, a taxa de transmissão e recepção reduziu-se consideravelmente. Por outro lado, a diferença que houve entre o cenário de apenas a lâmpada desligada e tudo desligado, a diferença de RX e TX foi muito pequena.

Ao final dos experimentos no CEISA CENTER, diante dos dados obtidos mediante as experiências citadas na tabela 5.1, percebemos que a taxa efetiva de transmissão de dados num ambiente PLC/BPL não ultrapassou 17,9 Mbps para sinal recebido, ou seja, com *downloads*.

Diante disso, nos resultados, percebemos uma consistência na taxa de transmissão e recebimento em cada CPE, apesar de ter sido tirada uma CPE, a taxa de transmissão continuou estável. Assim sendo, propomos que a tecnologia venha a ser aplicada como uma solução para fazer a inclusão digital em Santa Catarina.

## 5.4 – Serviços a Serem Explorados

Baseando-se nos testes, é prudente dividir os serviços em três categorias: consumo, entretenimento ou profissional.

Dentro do PLC/BPL, alguns serviços podem ser explorados. Os mais difundidos estão: acesso à internet em alta velocidade; vídeo-conferência, *video on demand*; telefonia IP; telemedicação, sistema de compra antecipada de energia e outros; gerenciamento da rede de energia elétrica - AMR; automação predial: aquecimento / ventilação / ar condicionado, iluminação, sistema de prevenção de incêndios; *home network* - compartilhamento de arquivos, impressora e demais periféricos; monitoramento; áudio sob demanda.

## 5.5 – Abrangência

A tecnologia foi testada numa rede elétrica residencial de Santa Catarina. Foi analisado o comportamento do PLC/BPL em ambientes comuns domésticos para constatar sua eficiência e eficácia. Vale mencionar que o ambiente de teste se constitui numa rede que também estará sendo compartilhada com vários equipamentos domésticos. Tal rede nada mais é do que a rede elétrica.

## 5.6 – Topologia PLC/BPL numa MAN

Nesta etapa, faremos uma explanação sobre o modelo de topologia para os serviços que poderão ser fornecidos para instituições públicas. Estas, posteriormente venham agregar serviços na tecnologia PLC/BPL, atendendo assim atender à demanda da administração pública estadual.



A figura 5.1, mostra um modelo topológico de forma mista, onde o cabeamento principal está em forma de anel e os consumidores estão em forma de estrela, porém, isso não quer dizer que outro modelo não possa ser proposto.

Os nós de média tensão, estarão recebendo o sinal de um equipamento WAN, que provavelmente poderá vir da conexão da tecnologia ATM para o PLC/BPL.

Chegando numa sub-estação da CELESC, o sinal será direcionado para toda a malha elétrica através de um HE ou injetor de sinal de dados, sendo que seu alcance do sinal será de 800 metros. Dentro do perímetro de 800 metros, poder-se-á captar o sinal injetado pelo HE, até 250 repetidores, os quais estarão ligados em série ou em paralelo com a saída de um transformador abaixador.

As CPE serão os modems pessoais. Estes serão os receptores dos sinais dos HG ou repetidores que poderão fazer o gerenciamento de até 250 CPEs. Segundo o fabricante dos produtos em teste, tanto o HE quanto o HG, podem fazer o gerenciamento de fluxo de dados em até 250 CPEs atuando ao mesmo tempo, porém é prudente citar que quanto maior o número de CPEs, menor será a taxa de transmissão de dados para o usuário final. Mas segundo relatos obtidos junto a técnicos de distribuidoras que já testaram a tecnologia, a capacidade de gerenciamento em ambientes de rede elétrica residencial que encontramos em Santa Catarina, o número de CPEs não ultrapassa 150.

Mas, mesmo se estivermos exigindo a capacidade máxima de transmissão de dados, onde tal sinal estará sendo injetado na rede elétrica por apenas um HE, os ganhos com taxa de transmissão de dados e custo de implantação de serviços, tenderão a ser maiores do que em outras tecnologias populares no mercado.

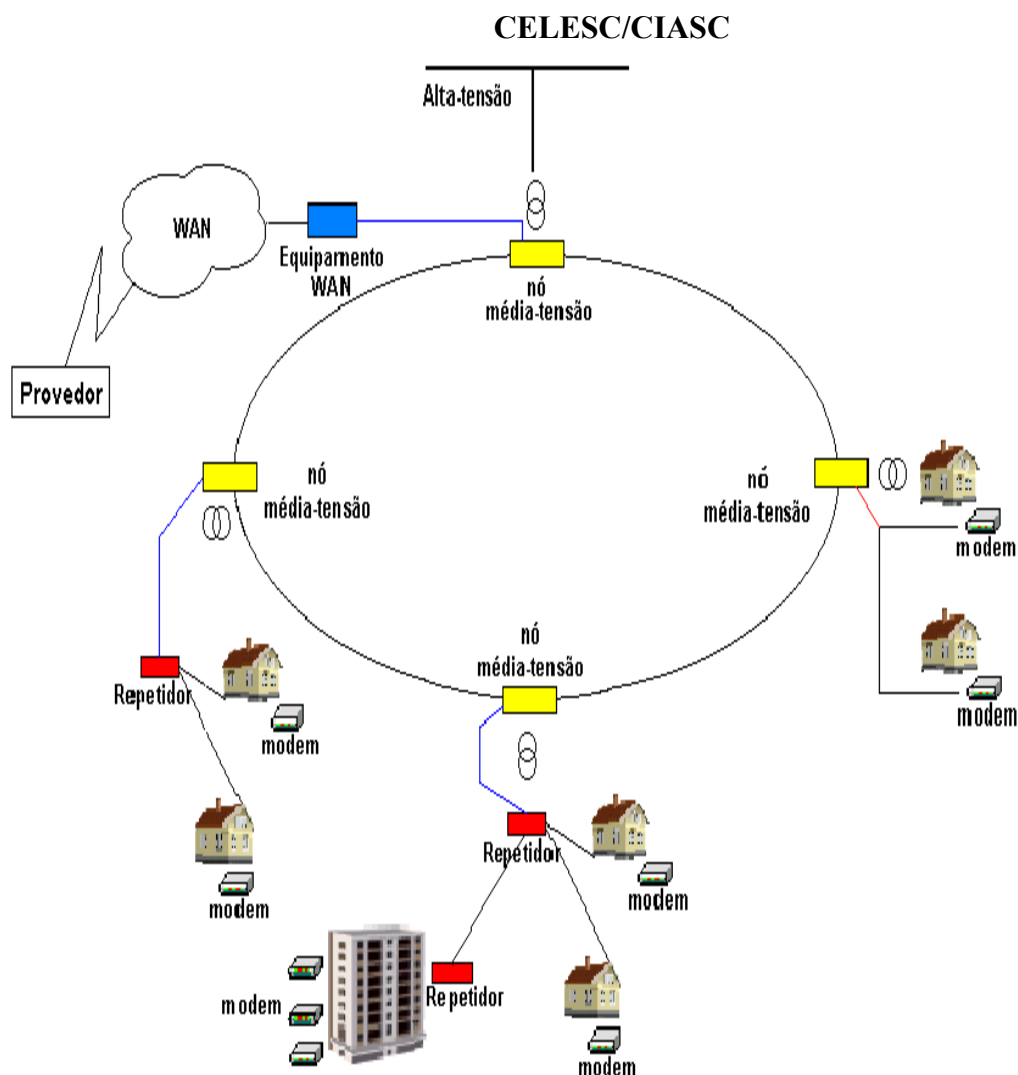


Figura 5.9: Topologia do PLC/BPL Sugerida.

O envolvimento de empresas como CELESC e CIASC na implantação do projeto, será de suma importância. Através da estrutura que tanto o CIASC quanto a CELESC disponibilizam, seria completamente viável a implantação da tecnologia em Santa Catarina. Pois a CELESC entraria com o sinal no master PLC/BPL e o CIASC se responsabilizaria pelo gerenciamento dos serviços. Sendo que, os atuais serviços oferecidos pelo CIASC, seriam automaticamente agregados na rede PLC/BPL e a carência de mão-de-obra que a CELESC tem na área de telecomunicações, seria suprida sem maiores custos com treinamento e contratação pelo CIASC.

É importante lembrar que, no atual contexto, a administração pública estadual, não disponibiliza de um gerenciamento integrado das redes públicas catarinenses, além de não ter a disposição, serviços como vídeo-conferência, algo muito importante para a

interação das grandes regiões do Estado. No que tange à questão de prover serviços, o PLC/BPL estará oferecendo uma nova forma de transmissão de dados a ser explorada pelos provedores, além do mais, as empresas distribuidoras de energia elétrica, passariam a fornecer o sinal de dados ao longo das grandes regiões do Estado de Santa Catarina. Desta maneira, permite-se maior acessibilidade aos serviços de internet e similares, possibilitando assim a inclusão digital de regiões que até o presente momento, não estão providas sequer de infra-estrutura para oferecer serviços de dados em larga escala a um preço acessível.

## 5.7 – Comparativo de Despesas

Levando em consideração a atual realidade das despesas como telecomunicações pela Administração Pública Estadual de Santa Catarina, a qual, são mostrados na tabela 5.3, tais dados foram obtidos junto ao Centro de Informática e Automação de Santa Catarina – CIASC, em serviços de Internet, telefonia e outros, é da ordem de R\$ 36.146.169,12 ; 15.570.885,48 e 3.663.910,56 respectivamente, totalizando assim R\$ 55.381.415,16 como mostra de forma discriminada abaixo:

Tabela 5.3: Custo de Telecomunicações na Administração Pública do Estado.

<b>Serviços</b>	<b>Internet</b>	<b>Telefonia</b>	<b>Outros</b>
TOTAL:	3.012.218,26	1.297.573,79	305.325,88
TOTAL ANUAL:	36.146.619,12	15.570.885,48	3.663.910,56
TOTAL ANUAL GERAL:	55.381.415,16		

É importante ser mencionado nesse momento que, se uma solução baseada em PLC/BPL for implantada interligando os principais órgãos da Administração Pública Estadual, através da estrutura física existente, como é o caso das linhas de média tensão em todo o Estado e o anel óptico conveniado, além de haver uma redução considerável 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.

Para imaginarmos a dimensão do papel que o PLC/BPL pode exercer na inclusão digital, além dos atuais serviços oferecidos por empresas Telecoms como: Internet Banda Larga, Vídeo Conferência, Telefonia e outros, todos esses seriam absorvidos e ao mesmo tempo oferecidos por empresas distribuidoras de energia elétrica, como um detalhe especial, o preço tenderia a reduzir consideravelmente.

Imaginando que um *Master* está em torno de US\$300 e um modem PLC/BPL do fabricante EBAPLC, está na faixa de US\$ 90.00, ou outro modelos equipamentos como da AMPERION, os quais chegam a ter um custo de US\$ 50.00. A queda no acesso dos mais populares serviços de telecomunicações, seria muito grande, além do mais, o que é despesa para a Administração Pública Estadual, passaria a ser investimento, possibilitando assim, a exploração de novos serviços.

Diante desta realidade, a solução PLC/BPL proposta, proporcionará ao Estado de Santa Catarina a independência tecnológica, no que tange aos serviços de transmissão de dados, pois, a tecnologia PLC/BPL em execução, disponibilizaria serviços a serem explorados, trazendo assim a redução de despesas e aumento de receitas na comercialização desses serviços.

Se formos analisar apenas municípios que até então estão dentro do escopo do anel óptico, teríamos a seguinte realidade mostrada na tabela 5.4:

Tabela 5.4: Relação de Municípios que recebem o anel óptico.

Nº	Município	Pontos de Presença do E-Gov.
1	Canoinhas	17
2	Mafra	28
3	São Bento do Sul	Não Informado
4	Joinville	42
5	Blumenau	36
6	Garamirim	12
7	Região Metr. de Florianópolis	
8	Tubarão	27
9	Siderópolis	Não informado
10	Criciúma	35
11	Forquilha	Não Informado

12	Araranguá	19
13	São Miguel D'Oeste	25
14	Pinhalzinho	Não Informado
15	Xanxerê	22
16	Chapecó	20
	<b>Total</b>	

Considerando apenas os municípios que já estão fibrados, o custo para implantação de redes locais para nas Secretarias de Desenvolvimento Regional, teríamos um custo por unitário de R\$ 250.000,00 por SDR.

Além dos custos de implantação de uma rede local, oferecendo serviços básicos de informática, temos que levar em consideração a necessidade de implantação do serviço de vídeo-conferência, o qual tem um custo por SDR de 96.250,00 anuais, contabilizando R\$ 3.080.000,00 anuais. Ou seja, os custos com serviços de vídeo conferência, não iriam existir se fosse empregado à tecnologia PLC/BPL. Mostrando assim, a grande relevância do PLC/BPL para a Inclusão Digital.

## 5.8 – Expansão da Solução

Levando em consideração as tendências dos serviços de comunicação, a alternativa de utilização das estruturas já existentes tem se mostrado um caminho cada vez mais explorado no sentido de atender à crescente demanda de mercado..

A busca por disponibilizar serviços como: TV Broadcast, vídeo sob demanda, Jogos e Acesso rápido à Internet, o PLC/BPL, pode ser de grande relevância para que tais serviços venham a atingir classes da sociedade por um preço mais acessível no modelo baseado numa estrutura híbrida. Atingindo assim desde uma simples residência de usuário final, até mesmo grandes corporações que carecem de uma maior infraestrutura de comunicação a um preço bem mais amigável.

## 6 – CONCLUSÃO E CONTRIBUIÇÕES

Ao final dos testes, levando em consideração as particularidades tanto das redes públicas de Santa Catarina, quanto os ajustes que precisam ser realizados dentro da tecnologia PLC/BPL, percebemos que o modelo posto na capítulo cinco, baseado no levantamento de dados mencionados no capítulo quatro, o PLC/BPL ainda não é uma realidade em Santa Catarina, por questões que envolvem regulamentação por parte da ANATEL, falta de mão-de-obra qualificada na área e maior interesse das empresas do Governo Estadual.

Outro fator que é importante mencionar, é o fato de atual modelo de rede elétrica residencial de Santa Catarina, poder agregar de forma satisfatória soluções que venha ser implantada pela internet na rede elétrica, possibilitando assim atingir um maior número de cidadão incluídos digitalmente, além de possibilitar a redução de custo por parte da administração pública estadual, transformará os recursos que são gastos com telecomunicações e investimentos, trazendo assim novas receitas aos cofres públicas e ao mesmo tempo estimulando o aquecimento do comércio eletrônico nas grandes regiões do Estado.

Não podemos ignorar o ceticismo de boa parte da comunidade científica estadual, assim também pelos dados fornecidos por instituições como a CELESC, CIASC e BrasilTelecom no que tange a implantação de uma solução em PLC/BPL, até porque, se o uma solução PLC/BPL fosse implantada em âmbito estadual, haveria uma grande concorrência para empresas de telecomunicações. Possibilitando assim uma maior competitividade dentro do setor. Mas, dessa forma o impacto que o PLC/BPL causaria nas Telecoms seria muito forte, possibilitando assim uma pressão muito forte para que houvesse uma reserva de mercado, que seria destinado exclusivamente as prestadoras de telefonia fixa.

A proposta de integração das redes públicas catarinenses, não é por si só a solução para os problemas de inclusão digital no Estado. Todavia a implementação de uma proposta semelhante à desta dissertação, contribuiria consideravelmente para melhorar o índice de incluídos digitalmente. Diante disso, é prudente considerar o fato do PLC/BPL ainda apresenta limitações e precisar e maiores estudos, para que

adequações sejam feitas nas redes de distribuição de energia de Santa Catarina, visando assim, eliminar problemas de experiências anteriores.

Após a realização da pesquisa apresentada nesta dissertação, percebemos alguns itens que poderão ser objeto de pesquisas para o aprimoramento do PLC/BPL dentro da realidade catarinense, tais objetos são:

- Testar outros modelos de sistemas PLC/BPL usando a estrutura propostas, visando aprimorar técnicas de roteamento e detecção, redução de ruídos no canal PLC/BPL e correção de erro no recebimento e transmissão de pacotes da rede elétrica.
- Buscar interação entre as tecnologias levando em consideração seus padrões e largura de banda explorada.
- Aprimoramento de técnicas de gerenciamento de serviços oferecidos, tendo como gerente empresas de distribuição de energia elétrica;
- Explorar modelos de negócios que interajam com tecnologia de rádio, TV a cabo e celular, visando encontrar um modelo eficiente na busca da convergência digital.
- Latência para a transmissão de voz, dados e imagens;
- Imunidade a interferências externas e/ou propagadas pelo próprio sistema de distribuição além de testes quanto à geração e propagação e seus próprios harmônicos;
- Portabilidade e conectividade desta tecnologia nas diversas topologias de redes elétricas existentes no Brasil, considerando-se distâncias e capacidades de cobertura de sinal, imunidade a ruídos das redes aéreas em relação às redes subterrâneas;
- Avaliação de seu desempenho quanto aos diversos tipos de condutores elétricos e demais equipamentos utilizados na rede elétrica, não apenas sob a responsabilidade das concessionárias, mas também das unidades consumidoras;

## ANEXO A

Os dados mencionados neste anexo, foram obtidos junto a documentação do CIASC, empresa responsável pela transmissão e gerenciamento de dados da administração pública de Santa Catarina.

Tabela A.1: Custeio de tráfego de voz e dados por órgão

	Atual		Estimat. de custo futuro		
	Voz	Dados	Voz	Dados	
Gab. Do Vice/Articulação					
Casa Civil/Militar/Planejamento	85.214,00	2.500,00	44.880,02	0,00	
Administração	10.400,00	1.800,00	6.240,43	0,00	
Educação	141.000,00	39.000,00	70.500,00	23.750,00	
Fazenda	90.000,00	85.000,00	45.566,29	30.400,00	
Saúde				23.750,00	
Agricultura	11.100,00	1.000,00	6.653,00	0,00	
Defesa/Detran	175.000,00	240.000,00	87.500,00	155.800,00	
Desenvolvimento	26.700,00	234.000,00	13.342,91	95.000,00	
Infraestrutura/Deoh/Deter/DER	19.000,00	57.488,29	9.500,00	38.000,00	
PM	234.500,00	213.000,00	117.250,00	82.650,00	
Fundação Educ. Especial	2.500,00	1.000,00	1.485,05	0,00	
Fundação Cultura	6.400,00	1.000,00	3.820,51	0,00	
ScGas	30.000,00	2.500,00	18.000,00	0,00	
Cidasc		4.000,00		16.150,00	
Epagri	38.000,00	7.000,00	19.000,00	20.900,00	
Cohab	11.500,00	1.000,00	7.056,35	0,00	
Casan	104.072,00	100.500,00	52.036,17	67.450,00	
Fatma	12.000,00	2.000,00	7.441,97	0,00	
Badesc	49.300,00	5.000,00	24.679,83	5.700,00	
Ciasc	24.000,00	120.000,00	14.523,38	0,00	
Celesc	433.000,00	106.000,00	216.500,00	38.950,00	
Feesporte	4.000,00	1.000,00	2.358,06	0,00	
Santur	6.983,93	1.000,00	4.190,36	0,00	
Ioesc	12.075,00	3.000,00	7.245,19	0,00	
Jucesc		50.000,00		25.650,00	
Ipesc		0,00		30.400,00	
Procuradoria		35.000,00		10.450,00	
Funcitec	4.300,00		2.500,00		
Totais	1.531.044,93	1.313.788,29	782.269,51	665.000,00	
Econ. mês sem RCT			748.775,42	648.788,29	
Funcitec		510.000,00		360.000,00	
Economia mês total com RCT			748.775,42	510.000,00	<b>1.258.775,42</b>



Tabela A.2: Custo com telecomunicações/informática da adm. pub. estadual.

<b>Quadro 01 - Panilhas dos gastos com Telecomunicações/Informática.</b>			
<b>Orgão ou Entidade</b>	<b>Informática</b>	<b>Telefonia</b>	<b>Outros</b>
Gabinete do Vice-Governador	2.204,61	4.611,58	
Secretaria de Estado da Articulação Nacional	159,60	5.303,70	
Secretaria de Estado da Casa Civil	95.953,21	51.471,92	
Secretaria de Estado da Educação e Inovação	600.314,00	141.000,00	81.800,00
Secretaria de Estado da Administração	40.996,16	10.400,72	1.565,62
Secretaria de Estado da Fazenda	44.916,98	91.132,58	
Secretaria de Estado da Saúde	<b>NÃO INFORMADO</b>		
Secretaria de Estado da Agricultura e Política Rural	12.296,40	11.088,33	4.606,00
Secretaria de Estado da Articulação Internacional	Veiculado à Casa Civil		
Secretaria de Estado da Articulação Estadual	Veiculado à Casa Civil		
Secretaria de Estado de Defesa do Cidadão	402.119,01	11.659,77	
Séc. Est. do Planejamento, Orçamento e Gestão	5.330,00	14.014,00	
Secretaria de Estado dos Transportes e Obras	Veiculado à Infra-Estrutura		
Sec. Est. Des. Social Urbano e Meio Ambiente	246.842,86	26.685,81	
Secretaria de Estado da Infra-Estrutura	2.799,51	4.720,23	883,50
Secretaria de Estado de Informação	20.373,05	4.702,53	
Polícia Militar do Estado de Santa Catarina	348.000,00	234.500,00	130.000,00
Casa Militar	Veiculado à Casa Civil		
Fundação Catarinense de Educação Especial	5.033,10	2.475,08	5.298,96
Fundação Catarinense de Cultura	5.290,96	6.367,52	
SC Gás			32.396,61
CIDASC	<b>NÃO INFORMADO</b>		
EPAGRI			45.772,59
COHAB	13.420,89	11.760,59	
DETER	4.446,12	7.154,35	
CASAN	362.446,89	104.072,33	
FATMA	7.324,79	12.403,29	
BADESC	43.070,38	49.359,66	
CIASC	101.913,80	24.205,64	3.000,00
CELESC	106.000,00	433.000,00	
FUNCITEC	510.022,04	4.241,35	
DETRAN	Veiculado a SSP		
FESPORTE	6.003,77	3.930,10	
DEOH	4.483,93	8.253,47	2,60
CODESC	<b>NÃO INFORMADO</b>		
SANTUR	4.430,81	6.983,93	
IOESC	16.025,39	12.075,31	0,00
<b>TOTAL:</b>	<b>3.012.218,26</b>	<b>1.297.573,79</b>	<b>305.325,88</b>
<b>TOTAL ANUAL:</b>	<b>36.146.619,12</b>	<b>15.570.885,48</b>	<b>3.663.910,56</b>
<b>TOTAL ANUAL GERAL:</b>			<b>55.381.415,16</b>

Tabela A.3: Distribuição de pontos por regional Secretaria Regional

	Regional	Urbano	Interurbano	Total
1	São M. D'Oeste – SGE	12	13	25
2	Maravilha	4	3	7
3	São L. D'Oeste – SNX	10	3	13
4	Chapecó – CCO	19	1	20
5	Xanxerê – XXE	10	12	22
6	Concórdia – CDA	13	9	22
7	Joaçaba – JÇA	9	7	16
8	Campos Novos – CNV	8	0	8
9	Videira – VII	10	6	16
10	Caçador – CDR	14	2	16
11	Curitibanos – CBS	9	3	12
12	Rio do Sul - RSL	15	7	22
13	Ituporanga – IUP	7	1	8
14	Ibirama	5	2	7
15	Blumenau – BNU	18	18	36
16	Brusque – BQE	10	9	19
17	Itajaí – IAI	16	28	44
18	São José – SOO	13	17	30
19	Laguna – LGA	9	11	20
20	Tubarão – TRO	14	13	27
21	Criciúma – CUA	18	17	35
22	Araranguá – ARU	12	7	19
23	Joinville – JVE	26	16	42
24	Jaraguá do Sul – JGS	8	4	12
25	Mafra – MFA	12	16	28
26	Canoinhas – CNI	10	7	17
27	Lages – LGS	18	10	28
28	São Joaquim – SJO	7	4	11
29	Palmitos	3	6	9
	Total	339	252	591
Obs	Estimando PM e Saúde			700
	Não incluído Florianópolis			

## ANEXO B

Neste anexo, encontram-se as fotos dos locais onde a tecnologia PLC/BPL foi testada, sendo tais testes gerenciados pela CEMIG PLC.

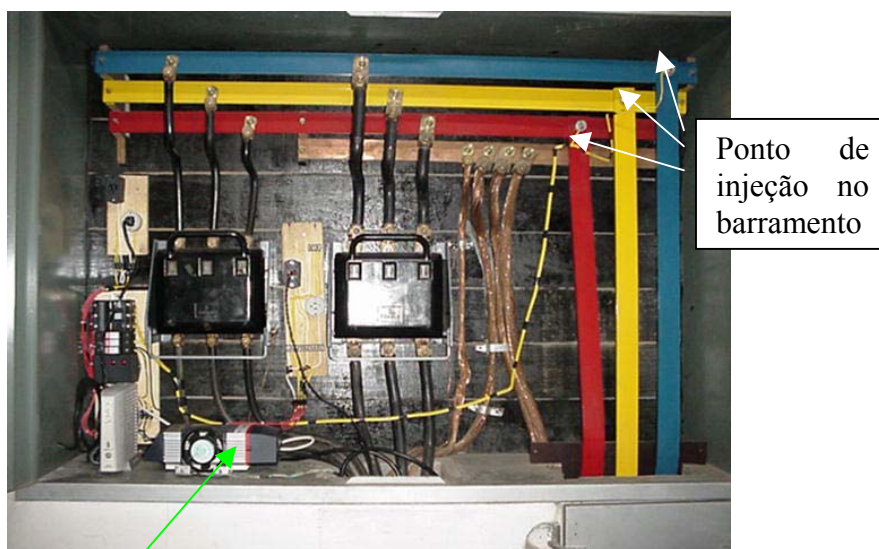
### Projeto CEMIG

Dados obtidos junto a CEMIG. Nas figuras Detalhe do modem PLC ligado ao computador



Figura B.2: Modem PLC conectado a um pc comum

A figura B.3, mostra a conexão do Master PLC no barramento elétrico



Master

Figura B.3: Conexão do master ao barramento elétrico

Na figura B.4, encontramos o repetido numa caixa de força. Detalhe – Repetidor PLC no medidor de energia

Repetidor



Figura B.4: Repetido no medidor de energia

A aplicação AMR dentro do PLC, é mostrado na figura B.5. Detalhe – Repetidor PLC em caixa ao lado do medidor de energia.



Figura B.5: Aplicação AMR

Maiores detalhe sobre o laboratório interconectado com PLC – Ativação da sala de informática da Escola Pavoniana, mostrado na figura B.6.



Figura B.6: Laboratório conectado com PLC

Na tabela B.1, é explanado com mais detalhes as características do projeto.

## ANEXO C

Projeto IGUAÇU ENERGIA 2003.

Segundo dados obtidos junto a Iguazu Energia, aqui encontramos os comparativo tecnológico das soluções testados pelo projeto PLC na cidade de Xanxerê-SC.

Comparativo de Download das tecnologias testadas com os seguintes resultados obtidos:

- Download via conexão discada com Modem de 56 KBit/s:

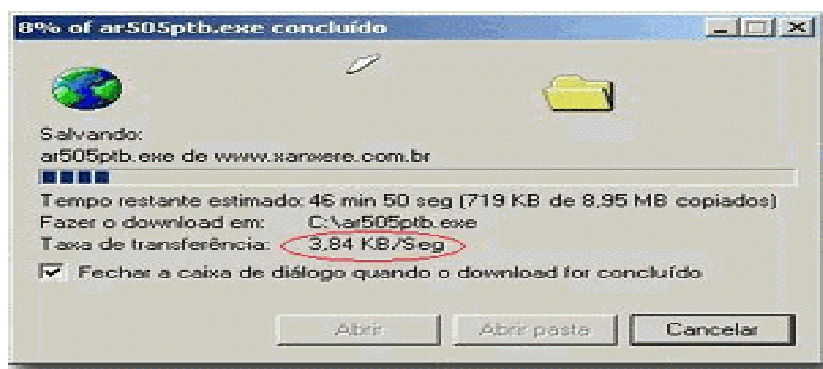


Figura C.1: Comportamento da taxa de transmissão numa conexão di-up  
*Link* estável, velocidade constante porém baixa

- Download via conexão ADSL de 512 KBit/s:



Figura C.2: Comportamento da taxa de transmissão numa conexão ADSL

Neste *Link* foi considerável uma situação estável; velocidade variando de acordo com a quantidade de assinantes conectados simultaneamente no sistema.

- Download via conexão PLC de 7.5 MBit/s:

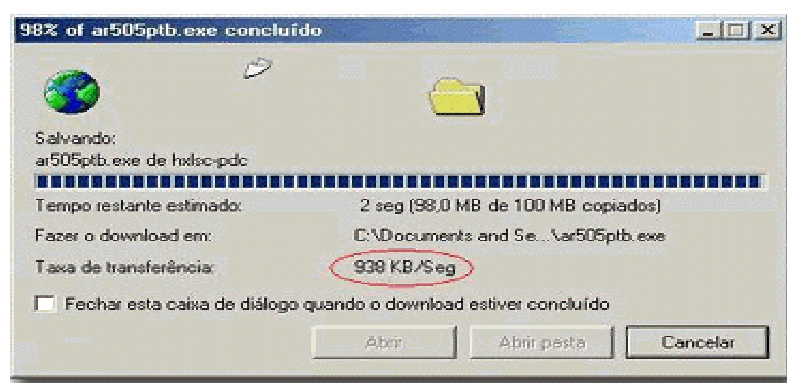


Figura C.3: Comportamento da taxa de transmissão numa conexão PLC

## REFERÊNCIAS

- Amperion Connect System Overview, URL: [www.amperion.com/products.asp](http://www.amperion.com/products.asp).  
Acessado em 20 de junho 2004.
- APTEL .URL: [www.aptel.com.br](http://www.aptel.com.br). Acessado em 20 de Abril de 2004.
- ASCOM, URL: [http://www.ascom.com/ecore/WebObjects/ecore.woa/de/showNode/siteNodeID\\_39760\\_contentID\\_-1\\_languageID\\_1.html](http://www.ascom.com/ecore/WebObjects/ecore.woa/de/showNode/siteNodeID_39760_contentID_-1_languageID_1.html). Acesso em Maio de 2004.
- BORGES, A. A.; WAJSMAN, D.; NEPOMUCENO; P. **Programa 2 CBC 7 – Desenvolvimento de Telecomunicações e Redes de Telecomunicações – Proposta de Subsídio Para Regulamentação, Normatização e Certificação, Para a Prestação de Serviços de Telecomunicações Via Rede Elétrica com a Tecnologia PLC**. Relatório Técnico:Brasília – DF: ANATEL, 2004).
- CAMPOS, E.; **Tecnologia PLC – Recurso permite automação de sistemas e pode ser o primeiro passo para internet via rede elétrica**,. URL: [http://www.jfservice.com.br/informatica/arquivo/tecnologias/2002/07/17-internet\\_rede\\_eletrica](http://www.jfservice.com.br/informatica/arquivo/tecnologias/2002/07/17-internet_rede_eletrica) :Acessado em 20 de maio de 2004.
- CDI, URL: [www.cdisc.gov.br](http://www.cdisc.gov.br). Acessado em 09 de março de 2004.
- CIASC, URL: [www.ciasc.gov.br](http://www.ciasc.gov.br). Acessado em 23 de junho de 2004.
- CIPSGA, URL: [www.cipsga.org.br](http://www.cipsga.org.br). Acessado em Janeiro de 2004.
- CEMIG PLC, URL: [www.cemig.com.br/download/plc - palestra.ppt](http://www.cemig.com.br/download/plc-palestra.ppt). Acessado em 20 de dezembro de 2003.
- DANTAS, M. **Tecnologias de Redes de Comunicação e Computadores**. Rio de Janeiro: Axcel Books, 2002.
- DERFLER, F. J, FREED Jr. Les ; **Tudo Sobre Cabeamento de Rede**; primeira edição. Editora: Campus, 1994.
- DERFLER, F. J.; **Guia de Conectividade**.Terceira Edição Americana. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1995.
- DIGITAL POWERLINE, URL: [www.bit.pt/revista/especiais/bit21-1.htm](http://www.bit.pt/revista/especiais/bit21-1.htm). Acessado em 10 de Dezembro de 2003.

- E-GOV-SC, URL: [www.sc.gov.br](http://www.sc.gov.br). Acessado em 20 de abril de 2004.
- EBAPLC, URL: [www.ebaplc.com](http://www.ebaplc.com). Acessado em 10 de julho de 2004.
- FONTES, C. R.; WAJSMAN, D.; **Grupo de Trabalho Power Line – Power Line Communications-PLC ou Broadband over Power Lines – BPL**. Relatório Técnico: Rio de Janeiro, 2004.
- FREE SOFTWARE FOUNDATION, URL: [www.fsf.org](http://www.fsf.org). Acessado em 10 de Abril de 2004.
- GALLI, S.; SCAGLIONE, A.; DOSTERT, K.; **Broadband is Power: *Internet Access Through the Power Line Network***, IEEE Communication Magazine: May, 2003.
- FUNCITEC, URL: [www.funcitec.rct-sc.br](http://www.funcitec.rct-sc.br). Acessado em 02 de Maio de 2004.
- GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS PARA INICIANTES. [www.rnp.br/\\_arquivo/documentos/ref0125d.pdf](http://www.rnp.br/_arquivo/documentos/ref0125d.pdf) .Acessado em 11 de maio de 2004.
- GÖTZ, M.; DOSTERT, K.; **Power Line Channel Characteristics and Their Effect on Communication System Design**. IEEE Communication Magazine: April 2004.
- INFO EXAME. **Provedores - Internet**. Pág.: 129, Ano 19, nº 222, Setembro/2004. São Paulo - SP.
- IGUAÇU ENERGIA, **Projeto PLC**, URL: <http://www.ienergia.com.br>. Acessado em 10 de Março de 2004.
- KILBOURNE, B. **Power Line Communications: Making The Broadband Jump**. UTC Journal: April/May 2003.
- LIGHTPLC, URL: [www.lightplc.com.br/bra](http://www.lightplc.com.br/bra). Acessado em 05 06 2004.
- LIGHTPLC – DÚVIDAS, URL: [www.lightplc.com.br/bra/duvidas.htm](http://www.lightplc.com.br/bra/duvidas.htm). Acessado em 05 06 2004.
- MANIATIS, P.; ROUSSOPOULOS, M.; SWIERK, E.; et al. **The Mobile People Architecture**. ACM Mobile Computing and Communications Review, 1999.
- MODULATION TECHNIQUE, URL: [http://www.ebaplc.com/en/plc\\_04.html](http://www.ebaplc.com/en/plc_04.html). Acessado em Fevereiro de 2004.
- MOURA, J. A.B; GIOZZA, F. W.; SAUVÉ, J.P.; ARAÚJO, J. F. M.; **Redes Locais de Computadores**. Rio de Janeiro: McGraw-Hill, 1986.
- MURHAMMER, M. W.; ATAKAN, O., PUGH; S. B. L. R.; SUZUKI, K.; WOOD , D. H.; **TCP/IP Tutorial e Técnico**. São Paulo: Makron Books, 2000.



- MYRINET, URL: <http://www.inf.ufrgs.br/proctpar/disc/cmp134/trabs/T1/001/myrinet/index.html>. Acessado em 08 de abril de 2004.
- NERI, M. C.; **Mapa da Exclusão Digital**. Rio de Janeiro: FGV/IBRE, CPS, 2003).
- NTE/Escolas. [www.proinfo.gov.br/indexSite.php?op=P](http://www.proinfo.gov.br/indexSite.php?op=P) . Acessado em 22 de Abril de 2004.
- NUNES, A. C. G.; FILHO, A. R.; NETO, M. B.; PERPIGMAN, D. M.; SPECIALKI, E. S.; MOTA, X. F.; REALE, G. P. V.; BRANDÃO, H. J. R.; **Arquitetura de Redes de Computadores – OSI e TCP/IP**. São Paulo: Makron Books, 1994.
- PINTO, E. L.; ALBUQUERQUE, P. C. **A Técnica de Transmissão OFDM**. Brasília – DF: CDS ; Rio de Janeiro: IME, 2002.
- PLADMIN, URL: <http://www.pladmin.com>. Acessado em julho de 2004)
- PROINFO, URL: [www.proinfo.gov.br](http://www.proinfo.gov.br). Acessado em 03 de Março de 2004.
- RNP. **Promovendo a Inclusão Digital em Santa Catarina**, URL: [www.rnp.br/noticias/2003/not-030818b.html](http://www.rnp.br/noticias/2003/not-030818b.html). Acessado em 08 de Junho de 2004.
- SCHRUM, L.; **Tecnologia para Educadores – Desenvolvimento, Estratégias e Oportunidades**. Brasília – DF: MEC, 1999).
- SHPIGLER, D.; **Power Line Is Not Always Power Line**. UTC JOURNAL: July/August, 2003.
- SILVEIRA, S. A.; & CASSINO, J.; **Software Livre e Inclusão Digital**. São Paulo: Sinopse, 2003.
- SILVEIRA, S. A.; **Software Livre**. São Paulo: Fundação Perseu Abramo, 2004.
- SILVEIRA, S. A.; **Software Livre: a Luta Pela Liberdade do Conhecimento**. São Paulo: Sinopse, 2002.
- SOARES, L. F. G.; LEMOS, G. e COLCHER, S. **Redes de Computadores Das LANs, MANs e WANs às Redes ATM**. Segunda Edição. Rio de Janeiro: Campus, 1995.
- SUN, M. C.; LUN, D. P. K.; **Power-Line Communication using DWMT Modulation**. IEEE Communication Magazine: July, 2002.
- TANENBAUM, Andrew S.; **Redes de Computadores**, segunda edição. Editora Campus, 1994.
- TI MASTER, URL: [www.timaster.com.br/revista/artigos/main\\_artigo.asp?Código=407](http://www.timaster.com.br/revista/artigos/main_artigo.asp?Código=407) . Acessado em 10 de março de 2004.

- TIPOS DE REDES DE COMPUTADORES, URL:[www.dei.isep.ipp.pt/~andre/documentos/redes-classificacao](http://www.dei.isep.ipp.pt/~andre/documentos/redes-classificacao). Acessado em 17 de maio de 2004.
- TORRES, G.; **Redes de Computadores Curso Completo**. Rio de Janeiro: Axcel Books, 2001.
- UTC JOURNAL. **Power Line Communications**, URL: [http://www.journal.utc.org/?p=9697&ct=cdisplay&nt=true&cd\\_eid=4529](http://www.journal.utc.org/?p=9697&ct=cdisplay&nt=true&cd_eid=4529). Acesso em 02 de Fevereiro de 2004.
- VALENTE, J. A.; FREIRE, F. M. P.; ROCHA, H. V.; D'ABREU, J. V.; BARANAUSKAS, M. C. C; MARTINS, M. C.; PRADO, M. E. B. B. **O Computador na Sociedade do Conhecimento**. Brasília – DF: MEC, 1999.
- VIRTUAL LANS, URL: [www.redes.usp.br/conteudo.asp?assunto=63&formato=geral&secao=tecnologias](http://www.redes.usp.br/conteudo.asp?assunto=63&formato=geral&secao=tecnologias). Acessado em 12 de março de 2004.
- VIRTUAL PRIVATE NETWORK, URL: [www.clubedasredes.eti.br/rede0004.htm](http://www.clubedasredes.eti.br/rede0004.htm). Acessado em 10 de maio de 2004.
- VLAN, URL: [www.creare.com.br/arquivos/VLAN.doc](http://www.creare.com.br/arquivos/VLAN.doc). Acessado em 12 de maio de 2004.
- WIRTH, A.; **Telecomunicações Multimídia INTERNET, LAN's e WAN's**. Rio de Janeiro: Book Express, 2001.
- WIMAX, URL: [www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialwimax](http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialwimax). Acessado em 15 de abril de 2004.