

1 Introdução

Este trabalho tem por finalidade fazer um panorama da tecnologia PLC, mostrando o seu avanço desde o surgimento até os dias atuais. Sendo assim, faz-se um detalhamento da tecnologia, mostrando o crescimento das suas aplicações e os equipamentos novos que surgiram recentemente. Todo o trabalho enfatiza as aplicações de PLC para transmissão de dados e voz via rede elétrica, que é o serviço com maior destaque no mercado do PLC atualmente. Após uma breve introdução do PLC, com discussões sobre funcionamento e histórico da tecnologia, é feito um estudo no qual é avaliado o crescimento e disseminação da tecnologia no mercado brasileiro e internacional até o ano de 2025. A análise é baseada em uma pesquisa da ABDI, que faz uma projeção das novas tecnologias que estão surgindo no mercado. Dá-se continuidade ao estudo apresentando-se os principais projetos de PLC no Brasil e no mundo, com destaque ao projeto europeu OPERA e ao projeto brasileiro Vilas Digitais. Depois de mostrar alguns projetos piloto relevantes no tema, o enfoque da dissertação volta-se para as empresas de energia elétrica. Mostram-se as vantagens que essas empresas terão em aderir à nova tecnologia, enfatizando os seus prós e os seus contras. Em muitos casos, o que impede a implementação da tecnologia PLC é a própria estrutura da rede elétrica, que se encontra obsoleta. Esse problema e outros fatores que dificultam a disseminação do PLC são comentados ao longo do trabalho.

Outro fator considerado na dissertação é a estrutura tarifária elétrica. A pesquisa mostra de forma simplificada como é calculado o valor da conta de luz para cada modalidade tarifária para os pequenos e grandes consumidores, mostrando a diferença para cada perfil. No final é feita uma comparação da antiga estrutura tarifária com a recém aprovada em 2011.

Por último, após a apresentação da tecnologia com seus fatores positivos e negativos parte-se para possíveis modelos de comercialização dos serviços de PLC. São apresentados três modelos de negócio que podem ser adotados pelas empresas de energia elétrica com ou sem a parceria das empresas de

telecomunicações. Além disso, é feita uma análise de possíveis variáveis que podem compor um futuro modelo de tarifação para o PLC baseado em fatores fundamentais para as empresas, como por exemplo margem de lucro e preço da concorrência do serviço de banda larga.

1.1 Apresentação do Problema

A tecnologia PLC existe há algumas décadas, no entanto recentemente passou a ter aplicações em internet. Tudo se deu devido à evolução da tecnologia e com isso o aumento da sua velocidade, permitindo a transmissão de pacotes de dados e voz via rede elétrica. O grande problema dessa nova aplicação são os vários padrões existentes, já que basicamente cada país desenvolvedor produz um padrão próprio, sendo os mais populares o europeu (PLC) e o americano (BPL). Além dessa barreira, existe o problema da regulamentação e das adaptações necessárias a serem feitas na rede elétrica para a instalação do PLC. A regulamentação no Brasil foi recentemente aprovada pelos órgãos da ANATEL e ANEEL em 2008 e 2009 respectivamente. Mesmo com essas aprovações, ainda é preciso mais detalhes técnicos para evitar que a tecnologia não cause interferências em outros aparelhos e não sofra com grandes ruídos na comunicação, prejudicando assim a velocidade de transmissão de dados. Em relação às adaptações a serem feitas na rede elétrica no Brasil para receber o PLC, o problema é maior, uma vez que a estrutura da rede elétrica encontra-se muito precária em vários locais do país. Essa estrutura antiga e arcaica dificulta a disseminação do PLC. No entanto, a reestruturação da rede elétrica existente para a rede inteligente torna o cenário da tecnologia PLC viável no Brasil daqui a alguns anos. Essa viabilidade está sendo feita por especialistas, uma vez que a tecnologia já mostrou sua importância no Brasil e no mundo através de projetos de pesquisa e desenvolvimento, como será visto posteriormente no Capítulo 3. O que falta para o PLC no momento é um plano de negócios de como fazer a tecnologia competir com as atuais operadoras de banda larga a um preço competitivo para o consumidor, e com uma margem de lucro favorável para as empresas investidoras da tecnologia.

1.2 Objetivo da Dissertação

A dissertação tem por objetivo fazer um panorama da tecnologia PLC, mostrando o seu avanço ao longo dos anos. Dentro desse contexto são apresentados projetos relevantes no tema no Brasil e no mundo. A partir disso, mostra-se a disseminação do assunto e a proporção que a tecnologia PLC pretende chegar a partir de pesquisas e estudos que mostram a sua prospecção ao longo dos próximos anos. Isso ilustra a importância da tecnologia no mercado daqui a alguns anos, chegando a concorrer com as tecnologias de banda larga atuais. Após todo esse estudo de introdução da tecnologia, faz-se no final considerações de que elementos podem compor a sua tarifação, mostrando possíveis variáveis e modelos de negócios.

1.3 Motivação

O tema foi escolhido entre tantos outros por tratar de um assunto novo e inovador, pouco abordado na área de Engenharia de Produção. Com isso mostra-se o lançamento de um novo produto na área de internet, que estará disseminado no mercado daqui a alguns anos. Como todo produto em lançamento, existem muitas incertezas ainda em relação à tecnologia, no entanto a aposta é grande. Outro fator importante foi mostrar para as empresas de energia elétrica que no futuro elas poderão explorar outro nicho de mercado e competir juntamente com as operadoras de telecomunicações. Isso poderá ser feito apenas com a reestruturação da sua rede, que já é algo emergencial e já está no seu planejamento, uma vez que a rede elétrica em vários locais tem uma estrutura muito antiga, precisando urgentemente ser modernizada. Isso já vem sendo considerado no *smart grid*, ou seja, as redes inteligentes. E por último faz-se uma abordagem do que pode ser a tarifação do PLC, uma vez que é um assunto raramente abordado. Os estudos se preocupam mais com a implementação da tecnologia PLC e não comentam nada a respeito de como esse serviço pode ser tarifado.

1.4 Delimitação

O primeiro objetivo desta dissertação foi cumprido, qual seja, fazer um panorama da tecnologia no Brasil e no mundo e assim mostrar a sua importância. No entanto, o seu segundo objetivo, de elaborar um modelo de tarifação para o PLC, não obteve êxito completo. Isso ocorreu devido a problemas de falta de informação da comercialização do PLC por parte das empresas, ou seja, de como é feita a venda do serviço, qual a velocidade fornecida aos consumidores, quais estados abrangem o serviço e como é feito a cobrança para o consumidor, além de outras informações fundamentais para o estudo. Além disso, encontrou-se dificuldade em se achar especialistas na área de tarifação de banda larga que pudessem compartilhar informações de como é feita a precificação do serviço através de fórmulas e índices, para que fosse possível criar um modelo de tarifação para o PLC. O motivo para tal dificuldade é que muitas empresas consideram essas informações de preço e plano negócios estratégicas para serem divulgadas externamente. Com todas essas barreiras, o trabalho teve que ser redirecionado para algo mais sintético ao alcance das informações estudadas fornecendo então, no final, considerações sobre uma possível tarifação para o serviço de transmissões de dados e voz no PLC.

1.5 Contexto do Tema

Nas últimas décadas, principalmente a partir dos anos 90, a tecnologia passou por diversas transformações e avanços. Os computadores ganharam mais memória, diminuíram de tamanho e passaram a oferecer um desempenho melhor para o usuário. Em contrapartida, alguns acessórios de informática saíram de linha, como o disquete, surgindo o pen drive que armazena vários *giga-bytes* de informação. Além disso, surgem os *laptops* e os *netbooks*, com uma configuração melhor de HD, memória e velocidade a preços mais acessíveis para a população, proporcionando a difusão dos computadores portáteis. Recentemente, em 2011, o que entra em voga são os *tablets*, que futuramente serão os novos substitutos dos *netbooks*. Em meio de toda essa tecnologia surgem outros conceitos para a transmissão de informação, como o compartilhamento das informações via rede,

muito utilizado em empresas, e também a transmissão de dados e voz via banda larga e também por meio da tecnologia 3G usada em celulares e computadores portáteis. Outra tecnologia em alta é a internet sem fio, denominada *wireless*. Em alguns locais esse serviço é gratuito e em outros é cobrada uma taxa para sua utilização. Nesse contexto surge a transmissão de pacotes de dados e voz via rede elétrica, o *Power Line Communication*, PLC, uma outra alternativa de acesso a internet sem usar os meios tradicionais e sim a rede elétrica, que tem uma vasta capilaridade por todo o Brasil, superando a rede telefônica. Essa tecnologia pode fazer interface com a tecnologia de satélite e *wireless*.

1.6 Estrutura da Dissertação

A dissertação está organizada em oito Capítulos.

O Capítulo 1 da dissertação faz uma introdução ao tema PLC, mostrando os prós e os contras da tecnologia, de forma bem genérica e em seguida a organização da dissertação. Tem por objetivo mostrar os problemas de implementação encontrados pela tecnologia para se adaptar à estrutura da rede elétrica brasileira atual. No entanto, também mostra a motivação para as empresas de energia elétrica aderirem à tecnologia.

No Capítulo 2 faz-se um detalhamento da tecnologia, abordando a sua evolução inserida sob aspectos regulamentares. Sendo assim, mostra ao longo dos anos o crescimento das aplicações, assim como os equipamentos que surgiram da tecnologia nesse período.

O Capítulo 3 se inicia fazendo um estudo baseado em uma pesquisa da ABDI que compara a evolução do PLC no Brasil e no mundo e faz a prospecção de mercado da tecnologia até o ano de 2025. Após esse cenário são apresentados projetos pilotos relevantes no tema, tanto no Brasil como no mundo, destacando-se principalmente o Projeto OPERA e o Vilas Digitais.

O Capítulo 4 mostra a vasta capilaridade da rede elétrica baseada em estudos como o PNAD, elaborado pelo IBGE. Através dessa informação, o capítulo tem por objetivo mostrar como as redes elétricas podem ser aproveitadas para outros fins, como o de transmissão de dados e voz, levando vantagem em

relação às operadoras de telecomunicações. Tudo isso é relatado dentro do contexto das vantagens e desvantagens da tecnologia PLC.

O Capítulo 5 aborda o *smart grid* fazendo considerações sobre a tecnologia no mundo e no Brasil. Faz um enfoque sobre a projeção das redes inteligentes no futuro e de como ela transformará o relacionamento do cliente e das distribuidoras com a energia elétrica. Mostra também, que outras tecnologias, como o PLC, podem se beneficiar com as cidades inteligentes.

Em seguida, no Capítulo 6 faz-se uma explicação sintética de como é feita a tarifação da rede elétrica, relatando os principais tributos e encargos e explicando as principais modalidades tarifárias para os grandes e pequenos consumidores. Tem por objetivo mostrar como é feito o cálculo da conta de luz para cada consumidor. No final é feita uma comparação da antiga estrutura tarifária com a nova, recém aprovada no ano de 2011. Além disso, mostra-se a dificuldade de se implantar o PLC com uma estrutura arcaica da rede elétrica, sinalizando a urgência de uma reestruturação.

O Capítulo 7 trata de possíveis modelos de negócios para o PLC que poderiam ser adotados pelas empresas de energia elétrica, com ou sem parceria das operadoras de telecomunicações, comentando o risco para cada modelo. Além disso, é feita uma análise de quais variáveis podem fazer parte de um futuro modelo de tarifação para os serviços de PLC. Essas considerações levam em conta a margem de lucro a ser atingida por cada empresa de energia elétrica e o preço da concorrência de banda larga das operadoras de telecomunicações.

O Capítulo 8 encerra a dissertação com conclusões e sugestões sobre futuros trabalhos em relação à tecnologia PLC.