



RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE TRANSMISSÃO DE DADOS VIA REDE ELÉTRICA NA COMUNIDADE BELA VISTA NO MUNICÍPIO DE MANACAPURU

*Paulo Bandeira Júnior and Isabel Cristina Souza Dinóla

Fundação Centro de Análise, Pesquisa e Inovação Tecnologia – FUCAPI

ARTICLE INFO

Article History:

Received 07th April, 2022
Received in revised form
28th May, 2022
Accepted 30th June, 2022
Published online 30th July, 2022

Key Words:

Transmissão de dados;
Linhas de energia; Internet;

*Corresponding author:

Paulo Bandeira Júnior

ABSTRACT

Este artigo tem como foco tratar da transmissão de dados pela rede elétrica, citando seu surgimento e o uso da tecnologia por toda parte. Ao longo do artigo, além dos resultados que demonstram se a tecnologia é implementada em nossa comunidade Bela Vista (Manacapuru), são investigadas questões que definem o uso da tecnologia, como suas vantagens. A transmissão de dados por linhas de energia (PLC) ou, como é mais conhecido, por redes elétricas será apresentada como uma alternativa, focando principalmente em pessoas que vivem em locais remotos do interior ou economicamente desfavorecidos, por exemplo, com disponibilidade limitada ou inexistente de internet. acabam tendo que escolher a internet via broadcast, pois o custo acaba pode ser elevado e a qualidade bem ruim devido ter apenas uma operadora na comunidade.

Copyright © 2022, Paulo Bandeira Júnior and Isabel Cristina Souza Dinóla. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: Paulo Bandeira Júnior and Isabel Cristina Souza Dinóla, 2022. "Implantação de um sistema de transmissão de dados via rede elétrica na comunidade bela vista no município de manacapuru", *International Journal of Development Research*, 12, (07), 57671-57674.

INTRODUCTION

Com o rápido crescimento da tecnologia no Brasil e a necessidade urgente de conexão as redes de computadores, aumentaram juntamente com a necessidade de economias e sistemas de comunicação que possam ser implementados em qualquer região. A utilização do canal da linha de energia foi usada como meio de comunicações de baixo custo e para transferência de dados de alta velocidade, como acesso à Internet e redes domésticas. As comunicações sobre linhas de energia tornaram-se uma solução para regiões onde as concessionárias ainda não chegaram ou o serviço é de baixa qualidade. Oportunidade atraente para as empresas de energia implementarem novos serviços de comunicação. As redes elétricas eram um ambiente hostil à transferência de dados em alta velocidade, mas após grande desenvolvimento de sistemas de comunicação, dados de alta velocidade tecnologia de transferência surgiu através do poder rede de transmissão originalmente instalada para transmitir eletricidade [DIAS, 2017]. Esta tecnologia, chamada de banda larga sobre energia line (BPL), que usam linhas de energia de média e baixa tensão para fornecer acesso de banda larga aos assinantes. É uma alternativa viável de acesso. As tendências recentes indicam que o foco da tecnologia PLC mudará o fornecimento de serviços de banda larga ao uso de sistemas mais inteligentes, reduzindo custos de internet e diminuindo o custo com Infraestrutura pois a estrutura já existe. Esse projeto visa o desenvolvimento de um sistema de distribuição utilizando a rede elétrica já existente na comunidade de

Bela Vista, localizada em Manacapuru, onde essa comunidade sofre por falta de uma boa conexão de internet, pagando valores absurdos por serviços terceirizados de má qualidade.

REFERENCIAL TEÓRICO

A aplicação da tecnologia PLC abrange o intuito de beneficiar as pessoas que estão mais afastadas do meio social, que é retratado como o revés da última milha. Com essa conjuntura, a implementação da Power Line Communication estima de certa forma o meio de inclusão digital. O PLC (Power Line Communication), é tipificado por tecnologia que utiliza as redes de energia elétrica como meio físico para fazer o transporte de dados. Conforme a Agência Nacional de Energia Elétrica (2019), a tecnologia PLC é um sistema que permite a transmissão de dados como: Sinais de internet, comunicação analo

Internet: A Internet é um sistema global de redes de computadores interligadas que operam um conjunto próprio de protocolos Internet Protocol Suite ou TCP/IP com o intuito de servir paulatinamente usuários globais. É uma rede de várias outras redes, que equivale a milhões de empresas privadas, públicas, acadêmicas e governamentais, com alcance local e global a ponto que está ligada por uma ampla diversidade de tecnologias de rede eletrônica, sem fio e ópticas. A internet conduz uma extensa gama de mecanismos de informação e serviços, tais como os documentos inter-relacionados de

hipertextos da World Wide Web (WWW), redes ponto-a-ponto (peer-to-peer) e infraestrutura de apoio a correio eletrônico (e-mails). Os primórdios da internet remontam a uma pesquisa delegado pelo governo dos Estados Unidos na década de 1960 para conceber uma forma de comunicação robusta e sem falhas por entre redes de computadores. Apesar de este trabalho, juntamente com projetos no Reino Unido e na França, tenha impulsionado a criação de redes primordiais relevantes, ele não originou a internet. Não há consonância acerca da data exata em que a internet moderna surgiu, todavia acredita-se que ocorreu em meados da década de 1980.

Definição de PLC: PLC vem do inglês Power Line Communication, aproximadamente comunicação via rede elétrica é a tecnologia que emprega uma das redes mais utilizadas em todo o mundo: a rede de energia elétrica. O conceito desta tecnologia não é inédita. Ela equivale a transmitir dados e voz em banda larga pela rede de energia elétrica. Como manusear uma infraestrutura já disponível, não demandando obras em edificação para ser implantada. A PLC aplica-se na camada 2 modelo, ou seja, na camada de enlace. Sendo assim, pode ser integrar a uma rede TCP/IP (camada 3) já existente, além de poder trabalhar em conjunto com outras tecnologias de camada 2.

Média Tensão: É um termo em eletricidade empregado com o intuito de identificar as considerações de segurança de sistema de geração, distribuição e utilização de energia elétrica embasado no valor de tensão elétrica utilizado.

Por vezes o termo média tensão e alta tensão podem ser intercambiáveis, dependendo do contexto utilizado. Entre as várias definições, temos:

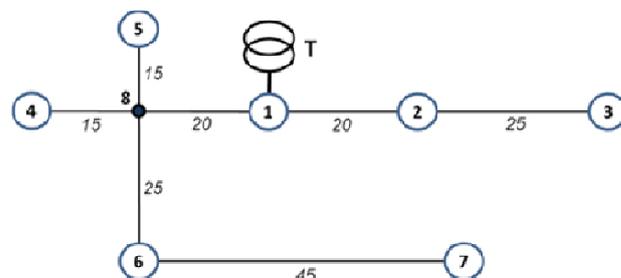
- ANSI/IEEE 1585-2002 define média tensão como a faixa de 1 kV a 35 kV (em corrente alternada)
- IEEE 1623-2004 define dispositivos de média tensão como aqueles que trabalham na faixa de 1 kV a 35 kV CA
- NECA/NEMA 600-2003, relaciona define cabos de média tensão aqueles com operação entre 600 volts e 69.000 volts CA.

Transmissão de Sinais: A começar do desenvolvimento de tecnologias mais avançadas, é possível frisar que os sinais que são sequentes ocorrem por intermédio de opções de conectividade, isto é, por intermédio da banda larga, sem contar com os sistemas ligados aos satélites, cabos coaxiais de operações e TV por assinatura [MURATA & FERREIRA, 2019]. Dentre as vantagens da Internet via energia elétrica, pode-se prezar o aproveitamento de infraestrutura já instalada, os suportes de altas taxas de transmissão, modulação de novas técnicas, redução drástica de interferência gerada sobre diversos serviços.

METODOLOGIA

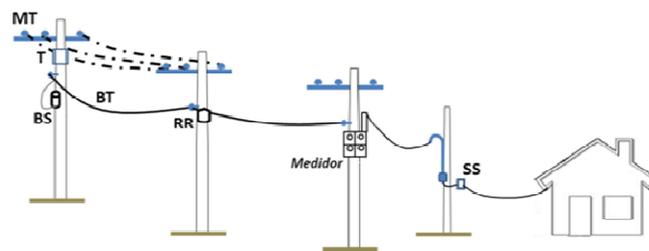
A topologia de distribuição PLC selecionada é dada pela topologia da rede de média tensão. A topologia escolhida deve garantir um bom custo/benefício e uma solução confiável, incluindo alternativas em caso de falha, dependendo de onde o CP está conectado à rede. A rede de acesso desses PLCs é a rede conectada ao consumidor. O local de aplicação da rede PLC é a comunidade Bela Vista em Manacapuru. Segundo Moura (2016) o PLC Modem se comunica em ambas as direções, ou seja, envio e recebimento utilizam o mesmo meio físico. No entanto, dois canais de comunicação (frequências diferentes) devem ser usados. O diagrama de rede de baixa tensão do transformador (T) é mostrado na Figura 1. Os círculos numerados representam os postes, os círculos pretos representam a interseção dos cabos e o valor da conexão entre os dois círculos representa a distância em metros. Ao respeito de cada poste, é capaz de haver um ou mais consumidores associados à rede elétrica. O número de usuários por poste altera-se conforme a zona da cidade, onde o agrupamento populacional é maior, o número de consumidores por poste é maior, obedecendo também a capacidade dos transformadores de potência. Para o desenvolvimento do modelo, cada polo é

conectado a pelo menos um consumidor e seu respectivo modem SS. O modem BS é hospedado no poste onde situa-se o transformador visto que está fisicamente centralizado na rede BT e em alguns casos existe uma WANAP no transformador para acesso à telemetria. Os modems do repetidor (RR) são montados por sua vez em polos entre os modems BS e SS. Em um sistema de distribuição de energia, o cabo mais alto é de média tensão (MT) e o cabo mais baixo é de baixa tensão (BT). Já o modem BS está acoplado à rede elétrica de baixa tensão e envia e recebe transmissão ao longo dessa rede, podendo passar por repetidores (RR), até chegar ao modem SS [LIMA, 2019]. Na Figura 2 é mostrado a transmissão do poste até a residência.



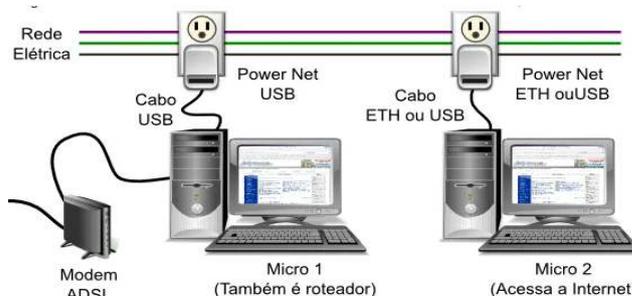
Fonte: Autoria própria, 2022.

Figura 1. Diagrama de rede elétrica



Fonte: Autoria própria, 2022.

Figura 2. Ligação ao consumidor



Fonte: Cardoso, 2018.

Figura 3. Esquema de montagem por meio de rede elétrica

Fato importante a ser destacado é que para que seja enquadrada uma rede elétrica de internet doméstica, basta apenas que o módulo PLC seja ligado diretamente do roteador na rede elétrica, além do que precisa ser ligado ao computador, isso logo após ocorrer à configuração normal [GUSTAVO, MARTINS & GIMENEZ, 2016]. Partindo dessa linha de exemplo do estudo de Gustavo, Martins & Gimenez (2016) é que é possível salientar que o uso de módulos nomeados de USB to PowerLine e são fundamentais para o recebimento da internet elétrica. Assim como pode ser observado na figura 3 deste trabalho de conclusão de curso, a figura evidencia os principais processos que englobam a rede de transmissão, até a rede elétrica e o uso da internet.

RESULTADOS

Alguns testes e análises comparativas foram feitos entre outras técnicas. Os dispositivos HomePlug AV são usados em diferentes

condições. Com os dados obtidos, a eficiência da tecnologia PLC pode ser analisada e comparada com os padrões FastEthernet e Wireless G

Vantagem do PLC: A maior vantagem da utilização de uma rede PLC é, sem dúvida, a utilização da infraestrutura de rede elétrica existente. Qualquer ponto é um ponto de rede potencial e basta conectar um dispositivo de conexão (geralmente um modem) ao soquete e a rede de dados pode ser usada. Cardoso (2017) ainda acrescenta que, por poder ser conectado a qualquer tomada, é de fácil instalação, e o dispositivo (impressora) pode ser utilizado sem estar conectado diretamente ao computador ou fisicamente próximo a qualquer rede no computador.

Teste de Velocidade de internet: Os testes de velocidade, também conhecidos como testes de speed, é um recurso muito importante que deve ser utilizado toda vez que o acesso à Internet for implantado, para garantir que o valor investido mensalmente corresponda ao valor entregue pela operadora [COSTA, 2016]. A Figura 4 mostra o teste de velocidade de Bela Vista (Manacapuru) para Manaus.



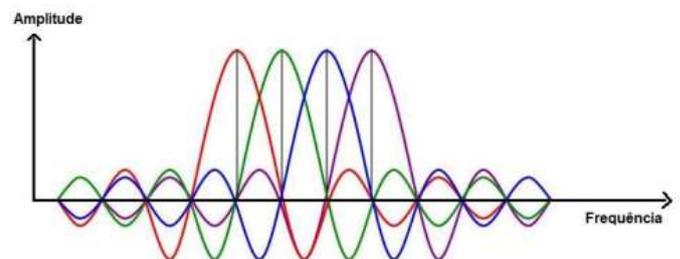
Fonte: Autoria própria, 2022.

Figura 4. Teste de Velocidade de conexão

Ping ou latência bidirecional é uma medida de quanto tempo leva para uma mensagem chegar ao seu destino e retornar. Valores altos afetam principalmente a qualidade da navegação na web, jogos online e bate-papo por vídeo de voz e imagem. Jitter é a variação do atraso (latência) na transmissão sequencial das mensagens. Se o seu acesso à Internet estiver funcionando bem, espere que em uma série de mensagens enviadas, todas elas demorem um tempo semelhante para chegar ao destino. Se isso não acontecer, as mensagens podem chegar fora de ordem e causar atrasos no aplicativo. A perda refere-se à porcentagem "descartada" de uma conexão, que é a porcentagem de mensagens que são enviadas pela rede, mas não chegam ao destino. As perdas geralmente ocorrem quando a rede está congestionada. Valores acima de 2% podem afetar significativamente a qualidade da navegação e o uso de jogos online.

Para acessar a Internet, o seu dispositivo automaticamente utiliza um endereço Internet Protocol (IP) fornecido pelo seu provedor de Internet. Atualmente há duas versões deste protocolo em uso. O IPv4 é a versão mais utilizada deste protocolo, e está disponível para todos os usuários de Internet. Porém, algumas limitações tornam o uso desta tecnologia impraticável em diversas aplicações modernas, e dificultam o crescimento da Internet. O IPv6 é uma versão atualizada do protocolo, capaz de lidar com a demanda crescente da Internet. Porém, ainda não está disponível para todos os usuários, nem todos os sites a suportam. Os seus testes de latência, jitter e perda de pacotes são sempre realizados em ambas as versões IPv4 e IPv6 quando possível, para permitir avaliar a evolução desta tecnologia na Internet em todo o Brasil. Para registrar o tempo de medição, o SIMET utiliza um servidor cujo relógio é sincronizado com o horário legal brasileiro por meio do protocolo NTP (Network Time Protocol). Para saber mais sobre como o projeto NTP está organizado no Brasil, acesse NTP.br. SIMET é o único instrumento que garante medições em servidores fora da rede do seu provedor. Para garantir a qualidade da medição nacional, foram implantados pontos de medição em mais de 20 locais. Após a primeira medição, você pode escolher uma cidade para o teste com base na conexão do seu provedor.

Utilização Modulação OFDM: A modulação utilizada foi por Multiplexação por Divisão de Frequência Ortogonal, que ofereceu a possibilidade de transmissão de até 224 Mbps, e consiste em dividir bytes de comunicação nas 1536 portadoras estreitas distribuídas lado a lado ortogonalmente. Este método de modulação ofereceu grande adaptabilidade ao sistema, pois seleciona automaticamente as melhores portadoras para transmitir o sinal, excluindo ou variando a quantidade de bits naquelas portadoras que apresentam alguma interferência. Antes de o sinal ser modulado nas portadoras, ele passa por algumas etapas de processamento que tem a finalidade de melhorar ainda mais o desempenho alcançado pelo OFDM. Primeiramente os dados foram protegidos contra erros com a inserção de códigos corretores de erros. Após isso, os bits passaram por um processo de entrelaçamento onde bits subsequentes são separados, tornando a informação mais imune a alguns tipos de erros. Em seguida diversas portadoras em frequências diferentes foram utilizadas para transportar o sinal original já modulado, onde cada portadora pode levar uma taxa relativamente pequena de bits. É possível observar essa diferença de frequências utilizadas no gráfico 1, onde é ilustrado a distribuição das portadoras.



Fonte: Autoria própria, 2022.

Gráfico 1. Modulação OFDM

Custo de Implantação por Residência em Comparativo a outras Tecnologias: Conforme mostrado na Tabela 1, a tecnologia sem fio é a de menor custo das três quando se trata de instalar uma rede local. A integração da tecnologia wireless e PLC é uma opção muito interessante, pois o sinal pode chegar aos locais mais remotos através do PLC e é distribuído para vários usuários via tecnologia wireless. Este tipo de aplicação foi possível utilizando o HomePlug com dispositivos sem fio para se comunicar com o usuário.

Tabela 1. Comparativo de valores de implantações de tecnologias de transmissões

CUSTOS DE INSTALAÇÃO									
Ordem nº:	Cabo UTP			Wireless			PLC		
Dispositivo e Materiais	Quant.	Unid.	Custo Total	Quant.	Unid.	Custo Total	Quant.	Unid.	Custo Total
Roteador	1	R\$ 130,00	R\$ 130,00	130,00	R\$ 130,00	R\$ 130,00	R\$ 130,00	R\$ 130,00	R\$ 130,00
Adaptador de Rede	-	R\$ 70,00	-	2	R\$ 70,00	R\$ 140,00	-	R\$ 70,00	-
Cabo UTP 7mm	36	R\$ 1,90	R\$ 68,40	-	R\$ 1,90	-	6	R\$ 1,90	R\$ 11,40
Adaptador HomePlug	-	R\$ 96,00	-	-	R\$ 96,00	-	2	R\$ 96,00	R\$ 192,00
Materiais e Mão-de-Obra	-	R\$ 270,00	R\$ 270,00	-	-	-	-	-	-
Custo Total	R\$		468,40	R\$		270,00	R\$		333,40

Fonte: Autoria própria, 2022.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O PLC é uma tecnologia que se desenvolve rapidamente no Brasil, pois possui uma vantagem fundamental sobre outras tecnologias de transmissão, a saber, a instalação já instalada e de alta capilaridade, que é uma alternativa de transporte de dados em alta velocidade para comunidades isoladas, promovendo a inclusão digital de habitantes de áreas remotas. Este estudo teve como objetivo fazer uma avaliação técnica de redes elétricas como canal de comunicação em ambientes internos. É uma nova tecnologia que foi sancionada no Brasil em 2009 e ainda está sendo estudada mundialmente. A integração da tecnologia PLC com Wireless e FastEthernet é uma alternativa muito interessante, pois

sinalpoderchegar aos lugares mais remotos, via PLC, e ser distribuído por lá através da tecnologia wireless e cabeada. O avançados técnicos de modulação compreende a aumentar as velocidades de transmissão, superando os problemas do meio, tornando esta tecnologia ainda mais atrativa. A estrutura desenvolvida obteve resultados satisfatórios na realização dos testes de transmissão, o que comprovou os dados coletados que a tecnologia PLC possui uma velocidade de transmissão e recepções superiores aos padrões mais aplicados no Brasil (Fast Ethernet e Wireless). Por se tratar de uma tecnologia comparativamente nova no Brasil, a aquisição da HomePlugs foi um grande obstáculo no projeto. Encontrar softwares gratuitos que conduziram as medições e gráficos em tempo real também foi um grande desafio a hora de fazer as medições. A importância deste trabalho se deve à atualidade do assunto e, principalmente, ao grande número de utilizações que a tecnologia pode trazer. A complexidade e abrangência do tema podem inspirar outros projetos acadêmicos. Muitos mais projetos.

Agradecimentos: À Fundação Centro de Análise, Pesquisa e Inovação Tecnologia – FUCAPI, à coordenação de engenharia Elétrica.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. Regulamenta a utilização das instalações de distribuição de energia elétrica como meio de transporte para a comunicação digital ou analógica de sinais. Brasília: Portal ANEEL, 2019. 4 p.

- CARDOSO, J. R. Transitórios em linhas de transmissão. Apostila para a disciplina de graduação do departamento de engenharia elétrica de energia e automação elétrica – Teoria eletromagnética. São Paulo. 2017.
- COSTA, J. S. S. Internet Via Rede Elétrica. Manual das Faculdades Unificadas Doctum Cataguases. Rio de Janeiro. 2016.
- DIAS, A., Power Line Communication - PLC: Comunicação de dados através da rede elétrica. Disponível em: <http://site.megaomni.com/img/489/PLC%20Power%20Line%20Communication.pdf> Acesso em: 26 de março de 2022.
- GUSTAVO, V. S; MARTINS, E. J. C; GIMENEZ, L. B. G. *Power Line Communication*: arquitetura, funcionamento e aplicações. Seminário de Redes e Sistemas de Telecomunicações – Instituto Nacional de Telecomunicações (INATEL). São Paulo. 2016.
- LIMA, M. X. D. Tutorial Redes PLC. Projeto de Redes. Disponível em: http://www.projetoederedes.com.br/tutoriais/tutorial_redes_plc_01.php Acesso em: 28 de Maio de 2022.
- MOURA, E. V. Redes PLC. Disponível em: <http://www.vivaolinux.com.br/artigo/Redes-PLC/> Acesso em: 31 de Maio 12 de 2022.
- MURATA, M. M; FERREIRA, A. E. Vantagens dos serviços convergentes sobre linhas de alta tensão. XIII ERIAC – Décimo terceiro encontro regional Iberoamericano de Cigré. 2019.
- SILVA, A. Transmissão de dados via rede elétrica. Revista tecnologias para competitividade industrial. Vol. 1. n. 2. São Paulo. 2018.
