

Power Line Communication: Arquitetura, Funcionamento e Aplicações

Gustavo V. S. Martins; Edson J. C. Gimenez & Evandro L. B. Gomes

Abstract—This article aims to present the main features and functionality of the PLC system, which comes to data transmission over the power grid. In the first part of the work deals with the changes in the PLC system, the operating principles and the network topology. Later will be presented the equipment necessary for system operation and a short description of each. Finally, the advantages and disadvantages are presented, applications as well as the technology is coming together in the present scenario.

Index Terms—Data Transmission, Power Grid, PLC.

Resumo—Este artigo tem como objetivo, a apresentação das principais características e funcionalidades do sistema PLC, que se trata de transmissão de dados pela rede elétrica. Na primeira parte do trabalho são abordadas as variações do sistema PLC, os princípios de funcionamento e a topologia da rede. Posteriormente serão apresentados os equipamentos necessários para o funcionamento do sistema e uma pequena descrição de cada um deles. Por fim, são apresentadas as vantagens e desvantagens aplicações e também como a tecnologia vem se encaixando no cenário atual.

Palavras-chaves – Transmissão de dados, Rede Elétrica, PLC.

I. INTRODUÇÃO

A tecnologia PLC (*Power Over Ethernet*) opera com rádio frequências, utilizando a rede elétrica de distribuição como meio de transporte para o fornecimento de sinais de telecomunicações [1].

A técnica de transmissão de dados via rede elétrica, apareceu pela primeira vez na década de 50, conhecida como RPC (*Ripple Control*), utilizando baixas frequências entre 100 e 900 Hz, e potências de transmissão elevadas. O sistema RPC foi utilizado para acionamento de iluminação pública, uma aplicação simples e unidirecional. Posteriormente, na década de 80, foram desenvolvidos novos sistemas, porém ainda com taxas modestas [1].

Algumas regiões no Brasil como periferias e zonas rurais, são menos favorecidas na expansão de internet pelas operadoras.

Acredita-se que são regiões com pouco potencial para expansão, pois são poucos usuários para um custo alto em infraestrutura e também um poder aquisitivo baixo da população para se beneficiar de tais tecnologias.

A tecnologia PLC pode ser aplicada nas regiões menos favorecidas do Brasil, provendo sinal de internet via rede elétrica. Isto se torna possível, uma vez que praticamente 100% dos lares, atualmente, possuem energia elétrica e não teriam quase nenhum custo para implantação deste sistema [1].

Neste artigo será exposto um resumo da tecnologia PLC, suas principais características e aplicações, além de uma explanação sobre os equipamentos necessários para que este sistema seja aplicado em cenários brasileiros. Por fim, é apresentado um breve resumo de como está progredindo a normatização e a previsão de instalação nos lares brasileiros.

II. DIFERENTES TECNOLOGIAS PLC

A tecnologia PLC faz uso da estrutura física de postes e fios já utilizada pelas distribuidoras de energia elétrica, para consequentemente fazer a transmissão de dados. Com isso, evita-se que obras sejam feitas e assim é diminuído o custo da mesma, pois o usuário final tem apenas que conectar um adaptador em uma tomada e ligá-lo a seu computador através de um cabo de rede para obter acesso à internet.

Por se tratar de um novo meio de transmissão de dados no Brasil, a PLC necessita de superar algumas barreiras para se tornar de fato um sistema sólido e comercializável.

A tecnologia PLC pode ser dividida em cinco categorias, resumidas a seguir.

A. PLC de banda ultra estreita

O PLC de banda ultra estreita, mais conhecido como UNB PLC (*Ultra-Narrowband Power Line Communication*), é aplicado a taxas de transmissão de dados muito baixas, por volta de 100bps, e frequências ultrabaixas, variando entre 0,3 a 3 kHz ou 30 e 300 Hz consideradas superbaixa [2][11].

Este sistema ainda é utilizado na Europa e Nova Zelândia para prover alguns tipos de telemetria transmitidos a uma taxa de até 10 bps. Como não utilizavam modulações, eles evoluíram para o chamado PLC de banda estreita [2][11].

B. PLC de banda estreita

O PLC de banda estreita, conhecido como *NB PLC* (*Narrowband Power Line Communication*), trabalha com frequências entre 3 e 500 kHz e baixa taxa de transferência de dados, que variam em torno de 100 kbps [11].

A principal vantagem deste sistema, comparado ao sistema PLC de banda larga, é que devido a baixa frequência de operação, o PLC de banda estreita possui um alcance superior, pois a reatância indutiva da linha de transmissão aumenta de acordo com a frequência, e com isto o sinal é atenuado a proporções menores.

C. PLC de banda larga

Já o PLC de banda larga, mais conhecido como *BPLC* (*Broadband Power Line Communication*), opera com frequências mais altas entre 1,8 e 250 MHz, apresentando alta taxa de transferência de dados, que normalmente pode chegar a algumas centenas de megabits por segundo [2][11].

Como já comentado, a diferença entre este sistema e o *NB PLC* é a frequência de operação, que para o *BPLC* é bem mais alta, então, por consequência, o sistema possui um alcance reduzido a algumas centenas de metros. Este sistema aplica-se em sua grande maioria em soluções residenciais que não demandam distâncias elevadas.

D. PLC “Indoor”

O PLC Indoor (interno) nada mais é que a rede confinada dentro de ambientes fechados, sejam estes residenciais, comerciais ou industriais. Este sistema aplica-se às redes internas e se espalha completamente em todos os ambientes, diferenciando-se, por exemplo, de um sistema de cabeamento estruturado, que fica restrito a alguns pontos de rede apenas onde já foi previsto a instalação do sistema [2].

E. PLC “Outdoor”

PLC Outdoor (externo) não se limita apenas a trafegar dados via rede elétrica internamente, mais permite também o tráfego externo, com a chegada dos dados na rede elétrica de média tensão direto no poste com a instalação do modem PLC [2].

III. PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO E PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS

O funcionamento básico do PLC consiste na sobreposição do sinal PLC, trafegando nas frequências entre 1,705 a 80 MHz, ao sinal já existente em 60 Hz utilizado para condução da energia elétrica pelo cabo. Desta forma, ambas as tecnologias ficam livres de interferências entre si e podem fazer uso do mesmo meio de transmissão [3][4].

A. Topologias da rede PLC

O sistema PLC possui uma topologia bastante simples, como pode ser observado na Figura 1.

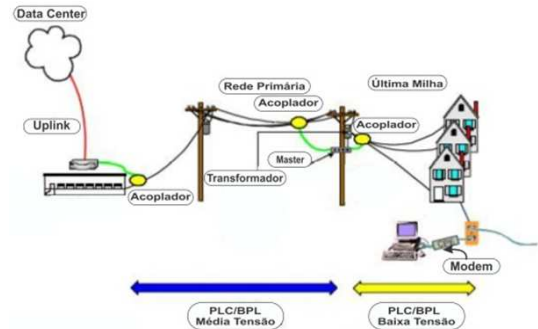


Fig. 1. Topologia da rede PLC/BPL. [3]

O sinal de internet chega da operadora até a subestação, podendo fazer uso de fibra óptica, cabo coaxial ou qualquer outra solução. Na subestação, o sinal é acoplado, modulado e transportado por toda rede de média tensão através do máster de média tensão. Chegando aos postes, os repetidores conectados diretamente a rede elétrica regeneram o sinal vindo da subestação através da linha de transmissão de média tensão, faz sua leitura e o converte para baixa tensão, já pronto para a ligação do modem na residência do usuário [3][4]. Os equipamentos necessários serão descritos na sessão IV.

B. Multiplexação OFDM

O sistema PLC/BPL trabalha utilizando a multiplexação *OFDM* (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*), baseada na multiplexação *FDM* (*Frequency-Division Multiplexing*), que consiste em transmitir diferentes sinais em frequências diferentes, chamadas de subportadoras [3][4][7][9].

Na recepção, o PLC trabalha com uma partícula de sobreposição espectral simultânea de subportadoras ortogonais, diferentemente da multiplexação *FDM* que utiliza a banda de guarda para fazer tal separação [3][4][7].

A transmissão utilizando diversas subportadoras visa uma melhor ocupação espectral, possibilitando grande resistência a interferências e adaptação das subportadoras no canal de transmissão.

A grande vantagem de se utilizar a multiplexação *OFDM* é que, pelo fato de serem ortogonais, as subportadoras não sofrem interferências entre si e, por este motivo, o sistema pode transmitir mais dados em uma menor faixa espectral.

C. Adaptação do Sistema

Utilizando a multiplexação *OFDM*, o sistema consegue adaptar-se às variações do canal de transmissão, no caso as linhas de transmissão, assim transmitindo sem erros e controlando cada subportadora independentemente [3][4][7].

Sabendo-se que cada subportadora trabalha com um número diferente de bits de acordo com a relação sinal ruído, quanto maior esta relação, maior o número de bits carregados pela subportadora. O sistema consegue fazer esta leitura por subportadoras e otimizar quais realmente estão contribuindo de forma efetiva com a transmissão.

D. Interferências Internas e Externas

Pelo fato de utilizar as linhas de transmissões de energia elétrica, a tecnologia *PLC/BPL* está sujeita a diferentes tipos de interferências causadas tanto por fatores externos, vindo das usinas hidrelétricas na alta tensão, quanto por fatores internos, em baixa tensão nas residências dos usuários [3][4][8].

Acoplamentos magnéticos e cargas elétricas não lineares são os principais causadores das interferências no sistema. Esses fenômenos são encontrados em diferentes dispositivos, tais como eletrodomésticos, retificadores, inversores, lâmpadas fluorescentes e motores de todos os tipos. Sempre que estão presentes em uma rede compartilhada com sistema *PLC* pode-se notar uma diferença significativa no desempenho do sistema.

Porém, por ser uma tecnologia adaptativa, o *PLC* consegue contornar essa situação, permitindo então a continuidade da transmissão, adaptando-se às novas condições do meio físico.

E. Máscara de Potência

A máscara de potência é um recurso que pode ser encontrado nos equipamentos mais avançados e sofisticados em se tratando de *PLC*. Através dele o sistema consegue controlar a potência de cada portadora individualmente, podendo chegar este nível até o valor zero. Normalmente esta tecnologia pode ser ajustada diretamente na interface do equipamento, sendo utilizada para minimizar a interferência magnética com outros sistemas [3][4].

IV. PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS

Na composição da tecnologia *PLC*, existem já diferentes fabricantes de chips e de equipamentos. Os diferentes chips podem ser classificados em duas categorias, relacionadas às taxas de transferência de dados, cada uma delas oferecendo recursos diferentes em termos de gerenciamento da rede *PLC/BPL*. No mercado atual, os chips de 1ª geração são aqueles que operam com taxas de até 45 Mbps; os de 2ª geração trabalham com taxas na ordem de 200 Mbps. Os diferentes componentes da tecnologia *PLC* são descritos a seguir [3][4].

A. Master

O *Master*, ou Estação Base como também é chamado, normalmente se encontra localizado nos postes. Este equipamento trabalha como se fosse o cérebro do sistema *PLC outdoor*, pois é ele quem injeta os sinais de rede no sistema elétrico de baixa tensão e controla o restante dos equipamentos ligados a ele e a partir dele, visto que tal tecnologia opera numa topologia radial [3][4][10].

O equipamento *Master* pode permitir diretamente o acesso *Wi-Fi* aos usuários que estejam próximo ao transformador onde ele está instalado, sem passar pela rede de baixa tensão, somente utilizando a rede de acesso, podendo esta ser a rede de média tensão, fibra óptica ou cabo.

B. Repeater

O *Repeater* (repetidor), como o nome já diz, é responsável por restaurar o sinal gerado pelo sistema *PLC*, como em qualquer outro sistema de telecomunicações fazendo uso de repetidores, por exemplo, um enlace de fibra óptica com amplificadores no decorrer do sistema ou um rádio enlace com as torres de repetição para regeneração do sinal inicialmente transmitido [3][4][10].

No sistema *PLC* o *Repeater* recebe o sinal inicialmente gerado e, se por algum motivo, o *Master* não consiga transmitir este sinal devido às perdas consideráveis, ele entra em ação. Vale ressaltar que este equipamento deve ser muito bem dimensionado, sendo utilizado apenas quando realmente necessário, pois o mesmo pode encarecer o sistema como um todo, tornando-o inviável.

O equipamento *Repeater* praticamente não possui diferenças em se comparado ao equipamento *Master*; o *Master* trabalha com apenas 1 placa *link* que recebe o sinal *PLC* enquanto o *Repeater* trabalha com 2 placas *link*, uma de recepção e outra de transmissão para regeneração do sinal. Este equipamento normalmente é encontrado em postes sem transformadores ou, em algumas vezes, na sala de medidores já dentro do prédio.

C. CPE (Customers Premise Equipment)

O equipamento *CPE*, mais conhecido como Modem *PLC*, é instalado dentro das residências dos usuários. Este equipamento é conectado diretamente à rede elétrica por cabos de alimentação e é capaz de transformar o sinal modulado na rede elétrica em uma interface do tipo *Ethernet* [3][4][10].

O Modem *PLC*, além de responsável pela transformação do sinal elétrico em um sinal *Ethernet*, faz também a separação dos sinais de voz e ser de dados através de filtros passa alta, filtros passa baixa e dispositivos *DSP (Digital Signal Processor)*, eliminando assim os ruídos presentes no sistema.

No mercado, hoje, são encontrados modems para acesso a internet via *Ethernet/USB*, acesso a internet e telefonia via *Ethernet/Voz*, acesso somente voz através de RJ11 e também modems *Wi-Fi* [3][4][10].

D. Acopladores

No sistema *PLC* existem dois tipos de acopladores: os capacitivos, que injetam o sinal por contato direto; e os indutivos, que injetam o sinal por indução.

O acoplador capacitivo funciona como um filtro passa alta, permitindo a transmissão do sinal *PLC/BPL* e barrando o sinal de potência em 60 Hz para que não chegue à porta do dispositivo *Master*, podendo causar danos, como por exemplo, queimar o equipamento [3][4][10].

No mercado são encontrados dois tipos de acopladores capacitivos, os de baixa tensão e os de média tensão, ligados diretamente à linha de transmissão operando entre 13,8 a 34,5 kV. Podem também ser encontrados alguns outros modelos de acopladores para média tensão, que podem ser fixados nos postes, podendo até mesmo

substituir o isolador da linha [3][4][10].

E. Filtros de Linha

O filtro de linha utilizado na tecnologia *PLC* é semelhante aos filtros de linha tradicionais, encontrado nas lojas de materiais elétricos, em se tratando de aspectos físicos. Porém, para uso nas redes *PLC*, ele deve ser composto por dois tipos de tomadas. O primeiro tipo, para ligação do modem *PLC*; o segundo tipo consistindo de tomadas compostas por filtros passa baixa. Estes filtros são responsáveis por eliminar os harmônicos gerados pelos outros equipamentos do usuário também ligados à rede elétrica, evitando assim a contaminação do sistema *PLC* com harmônicos indesejáveis [3][4][10].

V. APLICAÇÕES

Analisando a tecnologia *PLC*, é possível destacar que esse sistema possibilita diversos tipos de aplicações, em se tratando de redes, tais como internet banda larga, telefonia e automação em geral, para ambientes residenciais, comerciais e industriais.

Em se tratando de redes externas, o sistema *PLC* recebe o sinal diretamente do provedor, no padrão *Ethernet*, e o distribui em sua vasta rede, com um custo bastante reduzido [5][6].

Para ambientes residenciais, o sistema *PLC* pode ser utilizado em inúmeras aplicações como telefonia, circuito fechado de TV (CFTV), rede interna, interligação de equipamentos na rede e automação residencial, entre outras [5][6].

Para ambientes externos, na área de energia, as aplicações também são muitas. Os equipamentos das usinas e/ou subestações como disjuntores, seccionadoras, compressores, entre outros, que possuem interface de comunicação, podem receber comandos e serem supervisionados através da rede *PLC* sem muito esforço, pois poderão utilizar a mesma rede que os alimenta para se comunicarem com as centrais [5][6].

VI. VANTAGENS E DESVANTAGENS

Como em todas as tecnologias, quando comparadas a tecnologias semelhantes, é possível elencar inúmeras vantagens e desvantagens. A seguir são apresentadas algumas das vantagens e desvantagens oferecidas pela tecnologia *PLC*.^{[2][12][13]}

A. Vantagens

Dentre as inúmeras vantagens do sistema *PLC/BPL* pode-se citar:[2][12][13]

- Trata-se de uma rede bastante flexível, uma vez que o tráfego faz uso da rede elétrica, que está presente na maioria das residências e cobre longas distâncias;
- A maior parte da cobertura do sistema de baixa tensão possui fácil acesso, então não há complicações para adequação do sistema e instalação dos novos equipamentos;

- Não necessita de cabeamentos adicionais e pode prover acesso com fidelidade para aplicações com praticamente 100% de cobertura em uma residência ou escritório, por exemplo;

- A instalação, por parte das operadoras, é bastante simplificada, e para o usuário final, basta conectar o modem *PLC* na tomada com o devido cabo e fazer a configuração da rede local como qualquer outro modem;

- Apesar de apresentar uma topologia de rede de forma radial, permitindo a todas as residências serem alimentadas pela tecnologia *PLC* a partir do dispositivo *Master*, os modems fazem uso de padrões de criptografia, impedindo então que os dados do usuário possam ser manipulados por terceiros sem autorização;

- Possibilita tráfego em altas taxas de transmissão, podendo chegar a até 200 Mbps.

Como pode ser observado, inúmeras são as vantagens oferecidas pela tecnologia *PLC*; porém existe sempre um preço a pagar. Comparada a outras tecnologias, pode-se observar também algumas desvantagens, tratadas a seguir.

B. Desvantagens

Dentre as desvantagens do sistema *PLC/BPL*, pode-se considerar como mais impactantes as seguintes [2][12][13]:

- Faz uso de um ambiente de comunicação particularmente complicado devido aos níveis de ruído encontrado nas residências, causados por eletrodomésticos e diversos outros equipamentos;

- Repetidores devem ser instalados para compensar as perdas nos cabos, quando os equipamentos *Master* não são suficientes para alcançar o sinal total ao usuário, bem como concentradores nos transformadores de distribuição;

- A largura de banda do sinal é compartilhada com as diversas casas iluminadas pela mesma subestação e que estejam utilizando a tecnologia *PLC*. Portanto, se todos os usuários estiverem utilizando a rede ao mesmo tempo, a banda disponível será bastante particionada, podendo não atender aos usuários com a qualidade desejada, devido à limitação nas taxas de transmissão.

VII. CONCLUSÃO

O trabalho apresentou um resumo da tecnologia *PLC/BPL* contendo sua topologia, os equipamentos necessários para implantação da rede, aplicações, vantagens e desvantagens.

A tecnologia *PLC* representa um grande avanço para as operadoras do sistema elétrico, pois esta tecnologia, mesmo desconsiderando o acesso à internet, pode ser utilizada para a comunicação entre a sala de controle das usinas com os equipamentos nas subestações, tornando o processo mais ágil e inteligente, se comparado aos dias de hoje, em que grande parte dos equipamentos são operados manualmente.

A tecnologia *PLC* opera hoje com taxas de até 200 Mbps, porém, para ser uma tecnologia viável e competitiva, com as demais tecnologias concorrentes, precisará de

aprimoramento constante, evoluindo tanto suas taxas de transmissão como os meios de transmissão, como por exemplo, suportando taxas de 500 Mbps a 1 Gbps e linhas de alta tensão como meio de transmissão do sinal [5][6].

Pode-se concluir que a tecnologia *PLC* pode vir a ser um grande avanço para o cenário das telecomunicações brasileiras, atendendo regiões esquecidas pelas tecnologias similares, e o mais importante, possibilitando a todos, independente da classe social, o acesso à internet e a vasta infinidade de aplicações disponíveis, por fazer uso de um meio disponível em praticamente 100% dos lares.

REFERÊNCIAS

- [1] F. B. S. CARVALHO, "Aplicação de Transmissão de Dados via Rede Elétrica para o Canal de Retorno em Televisão Digital," Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Campina Grande, fevereiro de 2006. Acesso em: 7 de Maio de 2016.
- [2] S. C. PEREIRA, "Estudo sobre a transmissão de dados via rede de energia elétrica em ambiente industrial através do padrão G3 – PLC," Dissertação de Mestrado Profissional em Automação e Controle de Processos, Instituto Federal de Educação, Ciência, e Tecnologia de São Paulo, 27 de março de 2014. Acesso em: 3 de Maio de 2016.
- [3] O. L. OLIVEIRA, "Contribuições metodológicas à implantação da tecnologia PLC/BPL," Dissertação de Mestrado em Engenharia, USP – Universidade de São Paulo, julho de 2010. Acesso em: 20 de Maio de 2016.
- [4] A. M. FRANÇA, C. A. F. LIMA, J. R. P. NAVAS, L. M. SILVEIRA, "A Tecnologia PLC: Oportunidade para os setores de Telecomunicações e Energia Elétrica," (Online) Disponível em: <http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialkbns/default.asp>, Acesso em: 10 de Maio de 2016.
- [5] A. A. N. CONCEIÇÃO, "Tecnologias e Aplicações da Transmissão de Dados pela Rede Elétrica PLC," Trabalho de Conclusão de Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Redes e Sistemas de Telecomunicações, Instituto Nacional de Telecomunicações, Agosto de 2013. Acesso em: 01 de Maio de 2016.
- [6] J. L. PONTIM, "Tecnologias e Aplicações da Transmissão de Dados pela Rede Elétrica," Trabalho de Conclusão de curso de Pós-Graduação em Engenharia de Redes e Sistemas de Telecomunicações, Instituto Nacional de Telecomunicações, agosto de 2008. Acesso em: 15 de abril de 2016.
- [7] HAYKIN, Simon. Sistemas de Comunicação Analógicos e Digitais, 4ª Edição. Bookman, 2004.
- [8] ANATEL. PLC – Testes de Campo e Considerações. Disponível em: www.anatel.gov.br, Acesso em: 05 de Março de 2016.
- [9] E. L. PINTO, C. P. A. ALBUQUERQUE, "Técnica de Transmissão OFDM," Revista Científica Periódica – Telecomunicações, Instituto Militar de Engenharia (IME Rio de Janeiro), Centro de Desenvolvimento de Sistemas (CDS Brasília). Acesso em: 10 de abril de 2016.
- [10] R. R. VASCONCELOS, "PLC/ Power Line Communications," Trabalho final de Curso, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: http://www.gta.ufrj.br/ensino/eel879/trabalhos_v1_2009_2/renan/ind ex.html Acesso em: 10 de Maio de 2016.
- [11] A. R. M. JUNIOR, "Transmissão de Dados por PLC: Um Estudo Comparativo Entre as Tecnologias Cabeadas e Wi-Fi," Trabalho de Conclusão de Curso de Ciências da Computação, Universidade Presidente Antônio Carlos. 2009. Acesso em: 15 de abril de 2016.
- [12] F. J. L. PÁDUA, "Alocação de modem PLC utilizando 3NR em uma rede de baixa tensão," Tese de Doutorado em Engenharia Elétrica com Ênfase em Automação, UNESP – Universidade Estadual Paulista, 2014. Acesso em: 15 de Maio de 2016.
- [13] A. SILVA, "Transmissão de dados via rede elétrica," Tecnologias para Competitividade Industrial, vol. 1, no. 2, pp. 35–35, 2º semestre. 2008.

Gustavo Vinícius da Silva Martins: Graduado em Engenharia Elétrica, pelo Inatel – Instituto Nacional de Telecomunicações, Santa Rita do Sapucaí – MG, em 2012. Gerente de Obras, Voipcomm, São Paulo, de Outubro/2012 a outubro/ 2013. Consultor Técnico Comercial da Legrand, São Paulo, de Novembro/2013 a Junho/2014. Atualmente é Diretor de Engenharia da IP Tech Solutions, São Paulo.

Edson Josias Cruz Gimenez - graduação em Engenharia Elétrica pelo Instituto Nacional de Telecomunicações (1987), especialização em Informática Gerencial pela Faculdade de Administração e Informática (1994), especialização em Educação Matemática pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas (1987) e mestrado em Telecomunicações pelo Instituto Nacional de Telecomunicações (2004). Professor titular do Inatel.

Evandro Luís Brandão Gomes é Pós-graduado em Informática Gerencial e graduado em Tecnologia m Processamento de Dados pela FAI - Centro de Ensino Superior em Gestão, Tecnologia e Educação (1985). Possui curso de nível médio em eletrônica pela Escola Técnica de Eletrônica "FMC". Atualmente é professor assistente da Fundação Instituto Nacional de Telecomunicações (Inatel) e professor assistente da FAI - Centro de Ensino Superior em Gestão, Tecnologia e Educação. Tem experiência nas áreas de: Linguagens de Programação, Arquitetura de Computadores, Sistemas Operacionais, Redes de Computadores, Protocolos de Comunicação, Eletrônica Digital, Microprocessadores/Microcontroladores, Segurança de TI e Auditoria de TI. Possui certificação de instrutor de treinamentos em redes e equipamentos de comunicação de dados pela Huawei Technologies.