

CATEGORIA 3

REDE DE ACESSO LTE 250MHz – VALE EFVM

AUTORES

Arley de Lima Costa – Engenheiro Eletrônico e de Telecomunicações, Pós-graduado em Engenharia Ferroviária.

Alexandre Rodrigues Pelógia – Engenheiro Eletrônico e de Telecomunicações, Pós-graduado em Gestão Estratégica de Negócios.

Jeferson Vicentini Machado - Engenheiro de Controle e Automação, Pós-graduado em Engenharia Ferroviária.

INTRODUÇÃO

A Vale é uma das maiores mineradoras do mundo, líderes em produção de minério de ferro, pelotas e níquel. Está presente em 27 países com diferentes operações e atividades. Possui também importantes operações nas áreas de Logística, Energia e Siderurgia. Sua rede de logística integra minas, ferrovias, portos e navios, garantindo agilidade e segurança no transporte do minério e está presente no Brasil, Indonésia, Moçambique, Omã, Malásia e China.

A Vale, através de sua estrutura logística, também transporta carga de terceiros e oferece duas linhas de trem de passageiros no Brasil, na Estrada de Ferro Vitória a Minas e na Estrada de Ferro Carajás

A EFVM – Estrada de Ferro Vitória Minas possui 905 quilômetros de extensão e é responsável por transportar o minério desde o complexo de mineração da Vale em Minas Gerais com o Porto de Tubarão, em Vitória-ES, com um volume anual médio de 120 MM de toneladas. A EFVM transporta, também, outros tipos de carga (produtos agrícolas, siderúrgicos, carvão, dentre outras) atendendo a diversos clientes, com um volume médio de 25 MM de toneladas anuais. É responsável por operar o único trem de passageiros diário do Brasil interligando duas capitais (Belo Horizonte-MG e Vitória-ES).

Para suportar suas operações no mais alto nível de segurança, a EFVM possui vários sistemas de controle e suporte operacional e por esse motivo, a VALE decidiu

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



implementar uma rede LTE (Long Term Evolution) que atenda às demandas de resiliência e confiabilidade que a sua operação impõe e, ao mesmo tempo, possa uniformizar e simplificar a operação, aumentar a eficiência dos sistemas e permitir a utilização de novas aplicações que atualmente não são possíveis devido às limitações tecnológicas dos sistemas em uso. A faixa de frequências escolhida para essa operação é a de 250 MHz, a qual foi autorizada pela ANATEL para uso na modalidade SLP, através da Resolução nº 555 de 20 de dezembro de 2010.

DIAGNÓSTICO

O sistema de Rede de Acesso LTE 250MHz a ser implementado na EFVM tem como objetivo principal promover a comunicação de dados entre o Centro de Controle Operacional e os equipamentos de bordo nas Locomotivas. A infraestrutura a ser construída considera a utilização de Estações Rádio Base ao longo da malha ferroviária, responsáveis pela propagação da interface aérea de rádio frequência e de equipamentos de rádio móveis instalados nas Locomotivas e Veículos de Manutenção.

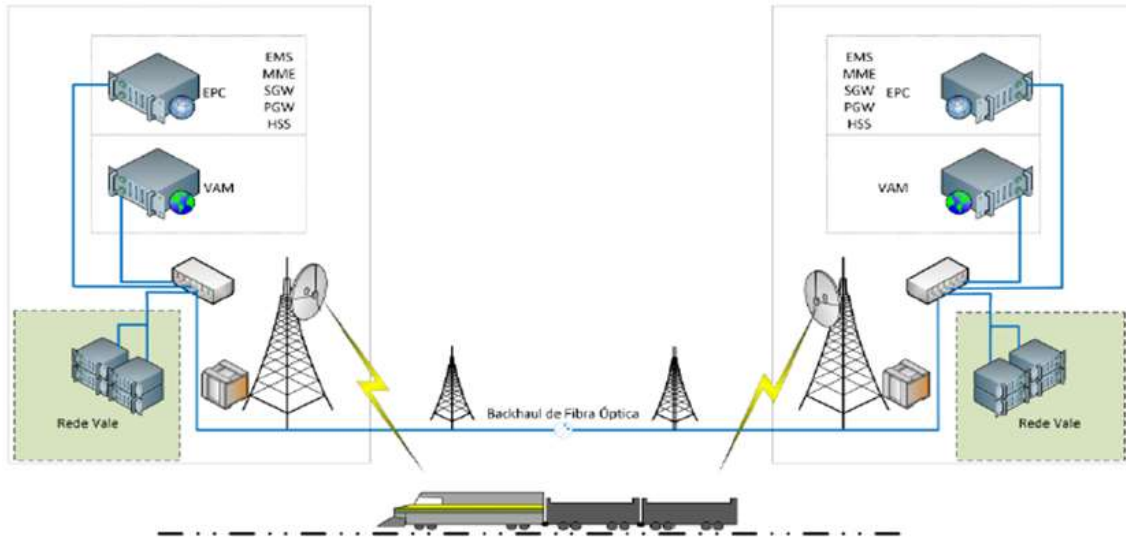


Figura 1 – Topologia simplificada LTE-EFVM

Segundo a resolução 555/2010 emitida pela ANATEL, o uso da canalização disponibilizada poderá ser autorizado de forma individual ou agregada sendo a agregação máxima permitida de 5 (cinco) canais, de forma a constituir blocos inteiros de 2,5, 3,75, 5 e 6,25 MHz. A solução escolhida pela Vale considera utilização de canais FDD de 5MHz.

A opção pela utilização da faixa de frequências de 250 MHz levou em consideração características específicas da ferrovia que incluem extensa área de cobertura, baixa densidade de terminais, clientes com demanda baixa a média por banda e áreas montanhosas que podem dificultar a propagação do sinal.

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



A Estrada de Ferro Vitória a Minas (EFVM) liga o complexo portuário da VALE em Vitória (ES) às minas em Minas Gerais, chegando até Belo Horizonte, onde se integra às linhas da VLI.

O traçado da EFVM origina-se na localidade de Porto Velho em Cariacica (ES) e no Porto de Tubarão em Vitória (ES). Na localidade de Santa Maria, em Cariacica, esses dois segmentos da ferrovia seguem até o entroncamento ferroviário de Nova Era (MG), de onde se destina ao complexo de mineração de Itabira, um total de aproximadamente 542Km neste eixo. No entroncamento de Nova Era nasce também o segmento Desembargador Drumond a Costa Lacerda, constituindo, esta última localidade, em novo entroncamento ferroviário. Deste ponto, a EFVM segue em direção à Fábrica e em outro segmento, para Capitão Eduardo, nas cercanias de Belo Horizonte, onde encontra as linhas da VLI. O trecho Desembargador Drumond a Fábrica possui cerca de 170Km de extensão e o de Costa Lacerda a Belo Horizonte 90Km.

A figura a seguir ilustra de forma esquemática o traçado de vias da EFVM.



Figura 2 – Estrada de Ferro Vitória-Minas – EFVM

Para possibilitar o atendimento total do trecho da EFVM, foi elaborado um estudo de cobertura de rádio frequências, onde foram avaliadas as condições de propagação em cada trecho da ferrovia e a quantidade de estações necessárias. A figura a seguir mostra a distribuição das estações LTE ao longo da EFVM.

**26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

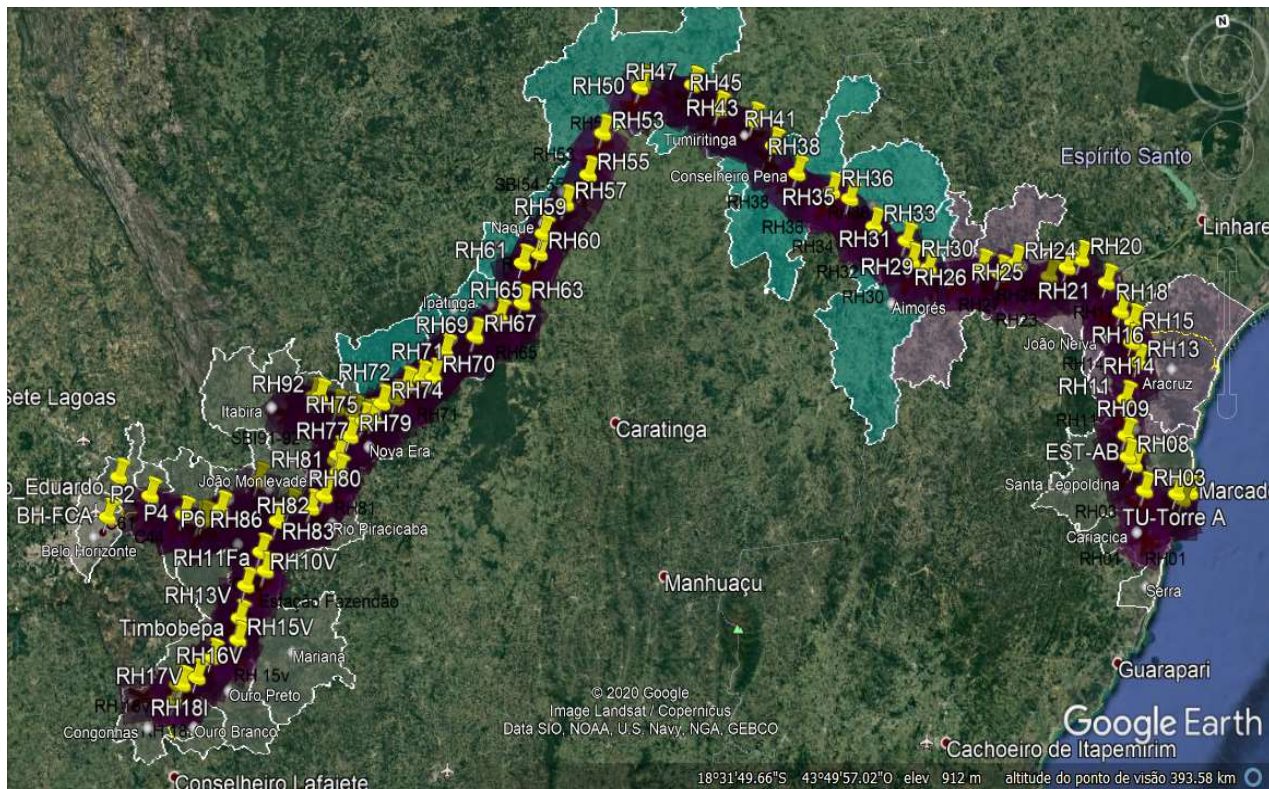


Figura 3 – Trecho de cobertura e estações LTE-EFVM

Para uma melhor compreensão, destacam-se a seguir os 03 principais elementos que compõem uma Rede LTE:

- Núcleo da rede: composto pelo EPC (Evolved Packet Core), responsável por controlar todas as estações rádio base e terminais móveis da rede.
- Rede de Transporte: links de conexão Internet Protocol (IP) entre o EPC e as estações rádio base E-Node-B's, conhecido também como backhaul.

- Rede de Acesso: composto pelas E-Node-B's que fazem uma conexão ponto multi-ponto com os terminais de usuário, que podem ser chamados de Consumer-Premises Equipment (CPE) ou, na nomenclatura do 3GPP, UE (User Equipment).

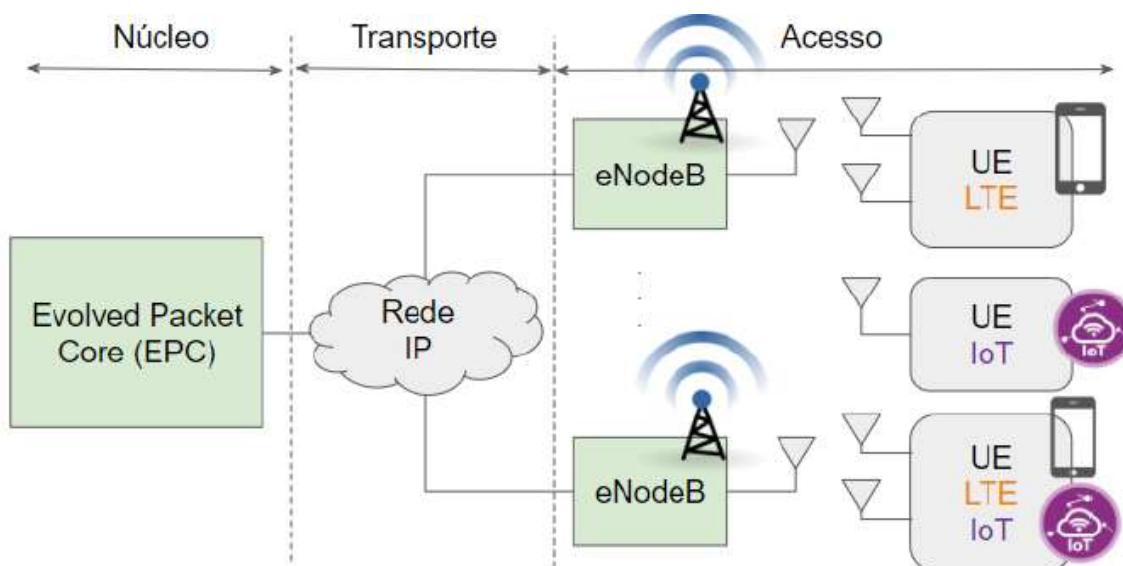


Figura 3 – Visão geral de uma rede LTE

Após a implementação da Rede LTE, será possível a utilização de sistemas de computador de bordo OBC (On Board Computer) que poderão disponibilizar recursos como apresentação da circulação de trens nas adjacências, perfil da via, curvas, definição de rotas, restrições, registro de operação realizada e funcionalidade que permite playback da viagem. Como principais benefícios, destacam-se melhorias de

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



gestão da condução de trens e análise pós viagem (eficiência de condução e eficiência energética).

Além da implementação descrita acima a Rede LTE permitirá a utilização de vários tipos de aplicações que utilizam sensores, incluindo os de baixo consumo de energia em aplicações de IoT (Internet of Things) através da utilização dos protocolos LTE Cat-M e Narrow Band IoT. Além dessas aplicações, também será possível a integração com sistemas de rádio voz que utilizam as tecnologias TETRA e APCO25 em alguns cenários.

É previsto ainda, utilizar a rede LTE para implantação de sistemas de licenciamento ferroviário nos modelos baseados em comunicação, de forma a aumentar a segurança e controle das operações. Essas melhorias também trarão mais segurança nas operações e às comunidades ao longo do leito da ferrovia.

Foi considerado como premissa básica para a implantação da Rede LTE a possibilidade de evolução para a tecnologia 5G a qual permitirá a utilização de aplicações que requerem baixa latência como por exemplo a condução semiautônoma e remota de trens.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

No momento atual, o Projeto LTE EFVM encontra-se em fase de implantação. Portanto, ainda não foi possível observar a solução sob uma perspectiva de operação real.

CONCLUSÕES

Com a evolução das técnicas de modulação dos sistemas de rádio frequência, permitindo o tráfego de uma quantidade cada vez maior de informações entre equipamentos, cria-se uma variedade muito grande de oportunidades tecnológicas que podem ser exploradas em um ambiente industrial. A VALE entende que nesse momento está dando um grande passo para a evolução das operações na EFVM.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Apresentações Técnicas internas da VALE.

Documentos de Consultorias Técnicas contratadas pela Vale.

Documentos Técnicos do Projeto.