

ALTERNATIVAS PARA REDUÇÃO DE ROMPIMENTOS DE CABOS DE FIBRA ÓPTICA DEVIDO ÀS OBRAS DE DUPLICAÇÃO DA BR-116

[\[ver artigo online\]](#)

Bruno Gomes da SILVA¹

RESUMO

As redes ópticas revolucionaram o sistema de transmissão de dados, com velocidade altíssima e distâncias longas, com pouca perda de sinal e alta qualidade. A problemática em questão é que no âmbito das obras de duplicação existem muitos rompimentos nas redes de fibras ópticas. O objetivo deste trabalho foi analisar os casos de rompimento de cabos de fibra óptica na faixa de domínio da BR-116, entre o Km 511 e o km 516, tendo o foco aqueles ocasionados por obras de construção civil e construir a faixa de domínio das redes ali presentes possibilitando assim a diminuição dessa problemática através de alternativas de realocação dos cabos. A metodologia apresentada é de natureza essencialmente qualitativa, com a finalidade de qualificar a rede de fibra óptica da região. Os resultados apresentados evidenciam a importância de efetivarem-se as alternativas sugeridas com o intuito de diminuir danos e prejuízos as empresas de telefonia e da construção civil.

Palavras-chave: Cabos de fibra óptica, Construção civil, Faixa de domínio.

ALTERNATIVES FOR REDUCING THE FIBER OPTIC CABLE REDUCTION DUE TO BR-116 DUPLICATION WORKS

ABSTRACT

Optical networks have revolutionized the data transmission system, with high speed even over long distances, with little signal loss and high quality. The problem in question is that in the scope of duplication works there are many disruptions in the optical fiber networks. Keywords: Fiber optic cables, Construction, Domain range. The objective of this work was to analyze the cases of rupture of fiber optic cables in the BR-116 domain range, between Km 511 and km 516, focusing on those caused by civil construction works and to build the domain range of the networks present, thus enabling the reduction of this problem through alternatives for the relocation of cables. The methodology presented is essentially of a qualitative nature, with the purpose of qualifying the region's optical fiber network. The results presented show the importance of implementing the suggested alternatives in order to reduce damages and losses to telephone and civil construction companies.

Keywords: *Fiber optic cables, Civil construction, Domain range.*

¹ Engenheiro Civil e Professor no IEEAB-RS e EESR-RS. Licenciado em Física (Instituto Federal de Educação Sul-rio-grandense - IFSUL) e Bacharel em Engenharia Civil (Anhanguera de Pelotas). Especialista em Ciências e Tecnologias na Educação (IFSUL). Mestre no Ensino das Ciências (Instituto Politécnico de Bragança - Portugal). Doutorando em Ciência e Engenharia dos Materiais (Universidade Federal de Pelotas - UFPEL). brunoifsul@gmail.com



INTRODUÇÃO

Desde o surgimento dos meios de comunicação a humanidade presencia aumentos significativos na busca pela transmissão de informações. Pinto, Amaral e Janissek (2014) afirmam que para suprir tal necessidade foram desenvolvidas tecnologias como as fibras ópticas que revolucionaram os meios de comunicação, modificando o padrão convencional de troca de informações.

Em trinta anos de implementação dessa tecnologia, o ramo das comunicações progrediu significativamente e alcançou certo estágio de maturidade. Agrawal (2014) ratifica que o sistema ligou estados, países e até continentes através da implantação de redes subterrâneas de longa distância embaixo dos oceanos. Assim conectando e interligando o mundo. Pois desde o surgimento da internet, as pessoas se comunicam cada vez mais de forma virtual. Com a troca de informações de texto, som, fotos, filmes e vídeos. Isso se vale também para o comércio de modo geral, pois a comunicação de dados é imprescindível para empresas de todos os âmbitos, para que possuem presença em diversos locais do mundo. Bem como para famílias que moram distantes e até mesmo para casais que precisam se comunicar entre viagens.

A conexão entre as cidades, por exemplo, ocorre por meio da instalação de dutos subterrâneos na faixa de domínio das estradas brasileiras. Entretanto, as obras de recuperação das rodovias, operação e manutenção, produzem muitas vezes danos a esses dutos, prejudicando os sinais de internet e telefonia. Atualmente, há um aumento progressivo na necessidade da grande largura de banda proporcionada pela fibra óptica, pois cada vez mais existe uma demanda maior de pessoas utilizando a tecnologia.

Outro agravante do número de obras nas rodovias brasileiras, é a dependência do transporte de cargas no Brasil. Eller e Junior (2011) reconhecem que a demanda de melhorias para o sistema de transportes é essencial, para que se possa atender as expectativas do crescimento econômico. Porém isso gera uma necessidade de obras na recuperação, operação e manutenção da malha rodoviária. Schoeder e Castro (1996) afirmam que apesar das precauções impostas pelas normativas do estado, são frequentes as obras que eventualmente geram danos as redes de fibra óptica. Assim proporcionando prejuízos as empresas de telecomunicações e do ramo da construção civil.

1. DESENVOLVIMENTO

Com o objetivo de construir um mapeamento da faixa de domínio dos cabos de fibras ópticas na rodovia BR-116 entre os Km 511 e 516, para alcançar uma melhor compreensão da conjuntura das redes subterrâneas daquele local. E desenvolver alternativas para minimizar os possíveis e futuros rompimentos de fibras ópticas do local. Almeja-se com esse projeto buscar alternativas de realocação dos cabos de fibras ópticas para futuras obras de construção civil na BR-116.

Esse projeto foi desenvolvido por fatos que acontecem constantemente com uma empresa de telecomunicações que presta serviço no Rio Grande do Sul. Mediante a essa situação foi construída um estudo de punho qualitativo para melhor compreender a realidade investigada. Yin (2001) revela que uma pesquisa qualitativa pode ir além de se caracterizar como exploratória uma determinada situação, está também se torna explanatória com o intuito de analisar e propor explorações as explicações concorrentes para um conjunto de eventos conjuntos e indicar como essas explicações podem ser aplicadas a outras situações.

A pesquisa de natureza qualitativa em suma valoriza alguma determinada situação distinta. Boni e Quaresma (2005) afirmam que também pode ser considerada um pequeno resgate sobre alguns trabalhos científicos já realizados sobre o tema escolhido.

Assim, foram analisados os métodos de escavação para dutos implantados em conforme a Norma NBR 6122/96 Projeto e Execução de Fundações (ABNT, 1996), a Norma NBR 6489/84 Carga Direta sobre Terreno de Fundação (ABNT, 1984), as construções de drenagem pluvial conforme as Normas NBR 9649/86 Redes Coletoras de Esgoto (ABNT, 1986) e Assentamento de Tubulações a Norma NBR 12266/89 (ABNT, 1989).

Foram analisados os acostamentos, a sinalização viária, as pontes e os viadutos. E percebe-se que esse espaço, por abrigar variados recursos da área de construção civil demanda obras constantemente. A obra no Km em destaque pertence ao governo federal toda ação realizada é normatizada pelo contrato de concessão firmado junto à Agência Nacional de Transportes Terrestres-ANTT. Diante da importância das redes de comunicação, da quantidade de obras nas rodovias e da fragilidade dos cabos de fibra óptica, percebe-se a necessidade de mapeá-las. Pois, a cada nova obra em uma via, ocorrem os mesmos problemas, os cabos de fibras ópticas são destruídos.

1.1. BREVE HISTÓRIA DOS CABOS DE FIBRAS ÓPTICAS

A tecnologia introduzida no sistema de fibras ópticas foi desenvolvida em 1952 pelo físico indiano Narinder Singh Kapany. Que configura o núcleo de um cabo óptico de transmissão e dá a diferença dos coeficientes de refração da fibra. É assim que surge o efeito da reflexão total dos feixes infravermelhos projetados para seu interior, proporcionando a transmissão de informações.

De acordo com Bertoloto (2012) até 1870 entendia-se que a luz era algo indobrável, retilíneo e constante. Entretanto, por meio do princípio do guiamento da luz, o físico John Tyndall com uma lanterna dentro de um recipiente opaco furado e com água, provou que a luz podia fazer curvas.

Quase 100 anos depois Narinder Singh Kapany começou a estudar as singularidades da reflexão total interna. Procurou o material com o mais baixo índice de refração, assim, toda luz que entrasse no material seria refletida em todos os ângulos, era uma forma de prender a luz ali para que só saísse na outra extremidade do material. Assim, com fibras de vidro e outros materiais adaptados foi patenteado o advento da fibra óptica, com o diâmetro aproximado de um fio de cabelo.

Em 1973, a primeira rede telefônica com esta tecnologia foi inaugurada nos Estados Unidos e começou a sua disseminação, alguns anos depois foi instalado o primeiro link de TV a cabo na Inglaterra. Segundo Dezotti (2008) em 1988, o primeiro cabo transoceânico deu início à era da super velocidade de informação. Os pesquisadores Rogério Cerqueira, Sérgio Porto e José Ripper acompanharam o desenvolvimento da fibra óptica nos EUA e retornaram para estudar aqui no Brasil através da Universidade Estadual de Campinas.

Na década de 80 a tecnologia foi implementada pela empresa Telebrás que começou a fabricá-la em escala comercial. Em 1984 foi assinado o primeiro contrato de fibra óptica, no qual foram entregues 500 quilômetros de cabo. Em poucas décadas essa tecnologia ganhou o mundo.

Bertoloto (2012) declara que nos dias atuais estima-se a extensão de cabos de fibra óptica em uso no planeta alcance cerca de 300 milhões a 400 milhões de quilômetros. Se fossemos comparar ao globo terrestre, essa distância implantada seria cerca de cem vezes maior ao globo.

1.2. VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS CABOS DE FIBRAS ÓPTICAS

Por possuir peso e volume menor que os cabos de cobre, os cabos de fibra óptica geram maiores facilidades para sua instalação. Vieira (2000) reitera que são mais fáceis de transportar e movimentar. Que possuem largura de banda mais autônoma que os cabos de metal, assim, desenvolvendo uma capacidade maior de transportar dados que os demais. Já para Agrawal (2014) o sistema de fibra óptica é um sistema capaz de transmitir dados de um lugar a outro com muita eficiência. Estejam eles separados por alguns poucos quilômetros ou por distâncias transoceânicas.

Carvalho e Araújo (2011) reforçam que a grande vantagem existente no sistema de fibras ópticas é atingir *“imagem e som com qualidade, segurança e confiabilidade”* (CARVALHO; ARAÚJO, 2011, p. 24). Já para Rodrigues (2018) o sistema de fibras ópticas proporcionam uma *“uma alta transmissão de dados, que são realizados de modo seguro e com uma taxa mínima de perdas de sinais”* (RODRIGUES, 2018, p.8).

Por sua estrutura ser constituída de materiais dielétricos, as fibras ópticas não são afetadas por ondas eletromagnéticas e nem ruídos em geral. Cordeiro e Rubinho (2015) declaram que as ondas eletromagnéticas geralmente são oriundas de descargas elétricas, ou quedas de alta tensão. E como essas ondas não possuem interferência entre os cabos, logo isso não acarreta na necessidade de blindagens, assim proporcionando um menor custo de instalação.

Outra vantagem considerável na instalação do sistema de fibra óptica é a velocidade na transmissão dos dados, que é maior que qualquer sistema baseado em cabos de cobre. Soares (2008) admite que esse sistema distribui taxas muito maiores e por distância mais longa que os fios de cobre. Um cabo de fibra óptica possui diâmetro de um fio de cabelo e pode transmitir o equivalente a 2.5 milhões de chamadas telefônicas ao mesmo tempo.

Um cabo de cobre equivalente precisaria possuir um diâmetro de 6 metros para ter a mesma efetividade de transmissão. Bertoloto (2012) ressalta que as fibras ópticas instaladas corretamente sofrem menos deterioração do que os fios de cobre.

E ainda são mais seguras, reduzem os custos com manutenção, assim tornando muito melhor seu custo benefício.

Cordeiro e Rubinho (2015) dão destaque na leveza do seu transporte, o tamanho pequeno do material e a já mencionada velocidade, vantagens as quais possibilitaram que a fibra óptica fosse considerada como revolucionária.

A comunicação de dados via cabos de fibra ópticas possibilitam enorme banda de transmissão, pois existe blindagem impedindo assim que os canais presentes no ar prejudiquem os canais dentro das fibras ópticas. Campos e Costa (2018) afirmam que o sistema proporciona designar uma banda de frequência única para o sinal de retorno. Assim, possibilitando a existência de outros sinais nesse canal, adicionando mais serviços pois *“num único cabo é possível ter, além do sinal de TV, Internet banda larga, telefonia e serviços que dependam da interatividade, como vídeo sob demanda-VoD”* (CAMPOS; COSTA, 2018, p.2).

O sistema de fibras ópticas revoluciona as telecomunicações presentes no mundo contemporâneo. Lima (2019) complementa que o sistema de comunicação via fibra óptica é *“altamente capaz de transferir dados a longas distâncias a uma velocidade grande e com uma grande capacidade de comportar dados, tornando-se à comunicação óptica candidata mais viável para necessidade contemporânea”* (LIMA, 2019, p.28).

O sistema de fibras ópticas mudou completamente o mercado, trazendo vantagens já mencionadas anteriormente, porém não existe uma padronização em sua instalação. Rodrigues (2018) afirma que a introdução do sistema de fibras ópticas revolucionou o sistema de telecomunicações com *“um aumento da capacidade de tráfego de dados em grandes distâncias. No entanto, não há uma padronização dos sistemas de comunicação”* (RODRIGUES, 2018, p.20).

Porém a existe uma grande desvantagem das fibras ópticas, que é sua fragilidade. Soares (2008) confessa que esse é o maior problema do sistema, pois a fibra não pode ser dobrável e algumas ligações multipontos podem acarretar em junção dos cabos. Já os cabos metálicos possuem uma resistência superior aos cabos de fibra óptica. Mas seu custo elevado dificulta a instalação do sistema.

As micro curvaturas nas fibras ópticas resultam num aumento da atenuação local, que induz num aumento localizado da temperatura nas fibras. Domingues (2014) destaca que isso pode causar a completa destruição da infraestrutura ao longo de vários quilômetros, acarretando custos elevados para a sua reparação.

1.3. IMPORTÂNCIA DE MÉTODOS NÃO DESTRUTIVOS A INSTALAÇÃO DOS CABOS DE FIBRAS ÓPTICAS

As fibras são instaladas em diversas aplicações. Carvalho (2015) informa que as aplicações são desde equipamentos de telecomunicações em um ambiente internopassando por dutos, instaladas em postes ao ar livre e em maiores proporções em oceanos. Esse material é protegido por um revestimento primário e outro secundário que consiste em fios longos e finos, de vidro puro, com o diâmetro aproximado de um fio decabelo humano. Wirth (2002) reitera que esses feixes são usados para propagar sinais de luz ao longo de grandes distâncias.

Quando se pensa numa fibra óptica. De acordo com carvalho (2015) conclui-se que ela deve ser fina e flexível, ter transparência óptica em certo comprimento de onda e deve respeitar a condição da pequena diferença nos índices de refração da casca e do núcleo. Assim oferecendo maior largura de banda, imunidade a interferência de dados, leveza e tamanho pequeno do material e a já mencionada velocidade. Cordeiro e Rubinho(2015) mencionam que esses fatores possibilitaram que a fibra óptica fosse considerada revolucionária.

Como já mencionado a cada obra nova que se efetuem nas rodovias os cabos de fibras ópticas são rompidos. A Associação Brasileira de Tecnologia não Destrutiva (ABRATT, 2003) salienta a importância de construir sem danificar.

Os denominados Métodos Não Destrutivos-MND aplicam máquinas específicas para um determinado serviço, assim perfurando o subsolo horizontalmente, no meio dos poços de acesso, no qual serão passadas as tubulações.

Massara, Faga e Udaeta (2007) afirmam que assim não precisa danificar toda a via. Esse método é válido quando existe o acesso a vias de grande fluxo, assim não interrompendo o trânsito de veículos.

A execução da obra por este método previne e protege o pavimento por abertura de valas, que muitas vezes depois de reparados não ficam nem perto da versão original. Esse método possui aplicabilidade a serviços em tubulações para trabalhos até 2 metros abaixo do solo como os de telecomunicações, entre outros serviços.

1.4. FAIXA DE DOMÍNIO

A faixa de domínio que se localiza entre o KM 511 ao KM 516 da BR-116, na região sul do estado do Rio Grande do Sul, cerca de 250 Km de Porto Alegre a capital do estado. As normas foram analisadas de acordo com o Glossário de Termos Técnicos Rodoviários do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (2018).

Foram analisadas as principais causas de rompimento dos cabos de fibra óptica e a partir destas discutir as possíveis alternativas para evitar os rompimentos.

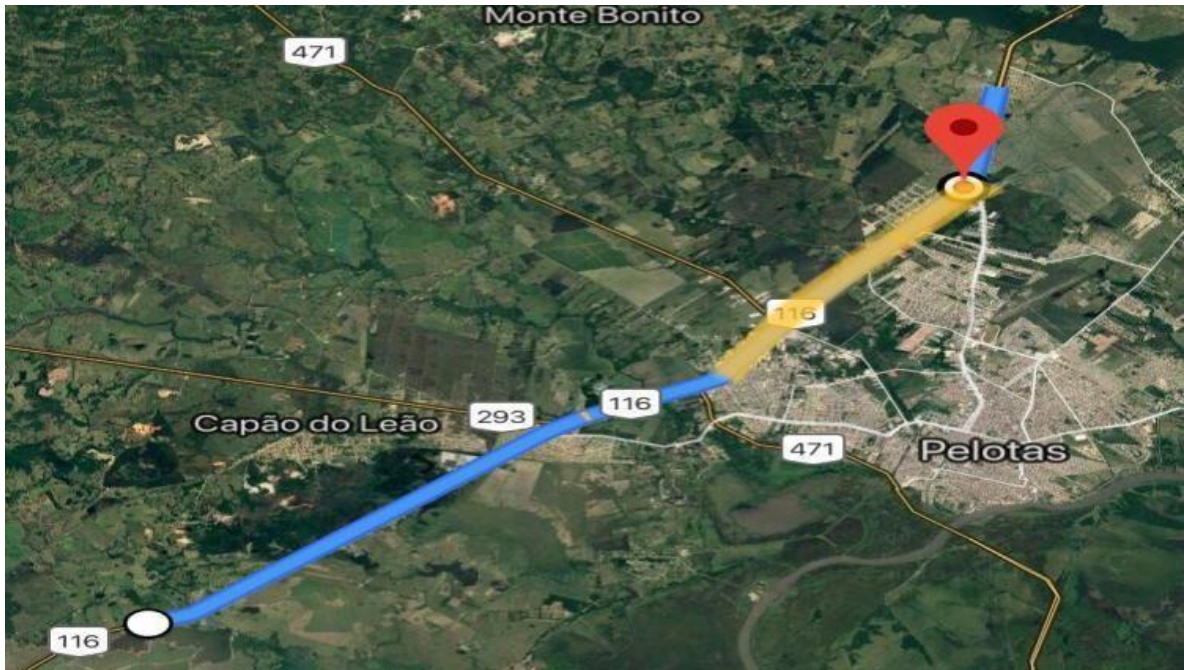
De acordo com o Glossário de Termos Técnicos Rodoviários do DNER (2018) define-se faixa de domínio como a base física sobre a qual assenta uma rodovia, constituída pelas pistas de rolamento, canteiros, obras-de-arte, acostamentos, sinalização e faixa lateral de segurança, até o alinhamento das cercas que separam a estrada dos imóveis marginais ou da faixa do recuo.

Lá o Artigo cinquenta do Código de Trânsito Brasileiro define que o uso das faixas laterais de domínio é regulamentado pelo órgão ou entidade competente. Entre o KM 511 ao KM 516 da BR-116 a largura da faixa de domínio varia de 60 a 62 metros. Após a duplicação o Departamento Nacional de Infra - Estrutura de Transportes-DNIIT concessionou a jurisdição dessa região à Ecosul-EcoRodovias, a qual atua sob a supervisão da Agência Nacional de Transportes Terrestres-ANTT.

Ou seja, para realização de obras na rodovia ou ocupação da faixa de domínio é necessária a apresentação de um projeto técnico à Ecosul-EcoRodovias. Na qual a Ecosul-EcoRodovias deve verificar se o mesmo se encontra de acordo com a normatização dada pelo DNIT e para receber autorizá-lo junto a ANTT.

No Km 511 da BR-116 tem início os cabos de fibra óptica que passam em tubos subterrâneos cerca de 50 cm à direita da placa de sinalização. Não há nenhuma sinalização sobre a presença desse material na região. Somente é encontrada quase um quilômetro depois, a primeira espécie de sinalização. Na qual existe um de concreto em meio à vegetação. Existe uma placa de alumínio fixada no local, com a sigla CRT. Que significa Companhia Regional de Telecomunicações, antiga estatal responsável pelos cabos em 1998. O número 368 é o código do marco no sistema da empresa de telecomunicações responsável pela fibra óptica. A qual coordena a licitação atual de comunicação via fibras ópticas na região.

Figura 1: Vista aérea da BR-116.



Fonte: Google Maps e adaptada pelo Autor (2020).

Faixa azul cabos aéreos e faixa amarela cabos subterrâneos.

Figura 2: Início do trecho abordado, Km 511 da BR 392.



Fonte: Autor (2020).

Existe no local um marco com a informação CAM-PEL, localizado no sentido da cidade Camaquã para Pelotas e, por último, a sigla CS que indica a presença de caixa subterrânea. O marco é direcionado para os trabalhadores da área de comunicação. Não explicita nenhuma informação adicional. Santos e Ezequiel (2019) ressaltam que operações de manutenção nas tubulações produzem rompimentos na fibra óptica, mas isso pode ser evitado se os cabos forem colocados na parte inferior as tubulações. Assim, trabalhadores de outras áreas como os da construção civil que vão realizar alguma obra na faixa de domínio destroem tudo sem saber. Depois as empresas de telefonia processam as empresas da construção civil, gerando prejuízos.

Na Ponte sobre o Arroio Pelotas os cabos de fibra óptica passam em dutos de ferro galvanizado fixados em defensas na parte de baixo da ponte. A frente, observa-se a presença de uma caixa de concreto localizada próxima a ponte do retiro, novamente sem nenhuma sinalização. Em seguida no Km 511,6 os cabos de fibra óptica passam próximos às defensas, sistemas de proteção metálicos implantados ao longo da via colocadas recentemente.

No Km 512,6 ocorreu uma mudança de traçado devido a um rompimento gerado por escavações. Assim é feita uma travessia pelo Método Não Destrutivo-MND sob o asfalto com a Máquina Perfuratriz Direcional Horizontal Navigator. Dezotti (2008) explicita que ao utilizar MND como esse, novas redes subterrâneas são instaladas sem a necessidade de abertura de trincheiras ao longo de toda extensão. Além disso, a escavação é mecânica e automatizada na qual primeiro são colocados sub-dutos de proteção e em seguida os cabos são passados para o outro lado, ficando próximos à calçada.

A outra opção é por meio do Método Não Destrutivo com a valetadeira, pois possui uma corrente dotada de conchas, bits ou ambos, semelhante à de um motosserra, capaz de abrir uma vala de cerca de 20 cm de largura. Cordeiro e Rubinho (2015) afirmam que esse método oferece inúmeros benefícios, como a mínima interferência no tráfego, menor necessidade de espaço subterrâneo e conseqüentemente menor chance de interferência em outras tubulações, maior segurança para os trabalhadores locais e diminuição dos impactos ao solo e ao meio ambiente.

No Km 513 os cabos voltam a acompanhar as defensas até o Km 514. No qual há uma mudança de traçado para o meio aéreo. Nessa troca os cabos saem do subsolo dentro de um cano vertical de ferro galvanizado preso ao poste, mantendo-se assim até o Km 516.

Figura 3: Ponte sobre o Arroio Pelotas e Defensas na BR 116, Km 511,6.



Fonte: Autor (2020).

Figura 4: Caixa de controle dos cabos, concretada, Km 513 e Km 514.



Fonte: Autor (2020).

1.5. SUJESTÕES PARA MINIMIZAR ROMPIMENTOS DOS CABOS

Diante dos problemas encontrados com as redes de fibras ópticas presentes na BR-116, alternativas que visam a diminuição destes se acentuam para prevenção de acidentes e rompimentos envolvendo os cabos na região. Primeiramente, a sinalização alertando sobre a presença de cabos de fibras ópticas subterrâneos é quase inexistente. Quando encontrada, essa é direcionada aos trabalhadores da área de telecomunicações.

Investimentos em placas indicativas em locais estratégicos seria um investimento relativamente baixo, frente ao prejuízo provocado por rompimentos oriundos de obras. Vale ressaltar que observando a alternativa encontrada pela empresa de telecomunicações que administra a licitação na região serviria para evitar mais rompimentos durante a duplicação da BR 116.

Bem como destaca-se alguns benefícios da instalação aérea, como menor custo e uma vez que a infraestrutura necessária já existe, os postes de luz. Isso protege contra obras de construção civil que ocorrem no solo, por outro lado, nas redes aéreas os cabos necessitam maior proteção às adversidades climáticas, pois os cabos ficam expostos. E como Valpecovski (2014) ressalta que além da vulnerabilidade o risco de acidentes é eminente, como choques em alta tensão e trabalho em altura aos funcionários. Como um terceiro ponto precisa ser ressaltado, o vandalismo e roubo.

Já as redes subterrâneas, comumente adotadas nos países desenvolvidos, têm um custo de implantação maior. Pois os dutos precisam ser escavados, entretanto, quase elimina as conexões clandestinas conhecidas como os gatos. Também diminuem a poluição visual e sua manutenção é consideravelmente mais segura para os trabalhadores. Em casos excepcionais em que a quantidade de obras é significativa, a melhor opção é transferir os cabos para o meio aéreo como ocorreu na BR-116. Mas quando a avaliação se dá em longo prazo, manter os cabos no subsolo é mais seguro e financeiramente satisfatório, desde que sejam bem sinalizados.

Já em casos de eventuais aumentos no número de obras em alguma região, sugere-se o uso da já mencionada escavadora Valetadeira e do Sistema Não Destrutivo com o Navigator para fazer uma modificação do local apropriado. Nas placas de Sinalização durante a escavação para realizar a concretagem da sua base, ocorreu um rompimento dos cabos presentes na lateral da rodovia. A colocação das Defensas foi devido à implantação das estacas no local.

Figura 5: Alargamento da Rodovia.



Fonte: Autor (2020).

Com a duplicação da rodovia no trecho ocorreram vários rompimentos de fibras.

Figura 6: Rompimentos de Cabos de Fibra Óptica.



Fonte: Autor (2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi escolhido um local que proporcionasse uma investigação por ocorrer um problema que afeta uma demanda significativa de pessoas. Devido as obras de duplicação na faixa de domínio da BR-116, aconteceram diariamente rompimentos de fibras ópticas gerando inúmeros constrangimentos as pessoas e as empresas envolvidas.

Todos os dias muitas pessoas ficavam sem internet, televisão e telefone. Esses rompimentos também geram problemas as empresas construtoras e as empresas de telefonia, na qual as empresas de telefonia sempre processam as construtoras pelos danos proporcionados.

Foram respondidos alguns objetivos, como o de construir alternativas para minimizar os rompimentos dos cabos de fibras na mencionada rodovia entre os Km 511 e 516. Bem como elaborar um melhor entendimento da conjuntura das redes de fibras ópticas daquele local, ilustrar algumas alternativas para minimizar os rompimentos e qualificar as vantagens e desvantagens do sistema de fibras ópticas.

Como foi dito ao longo do estudo, que por meio da tecnologia o padrão convencional de troca de informações foi modificado bruscamente. A fibra óptica chegou para ficar e oferecer uma maior largura de banda, imunidade a interferência de dados comum material leve e pequeno, trilhando distâncias transoceânicas em velocidades antes jamais imaginadas.

E foi possível observar como que apesar desses cabos estarem avançados no campo tecnológico, no que tange a construção civil ainda são negligenciados. Não há um local próprio para a colocação das redes.

Santos e Tanabe (2019) reforçam que se colocar os cabos de fibras ópticas junto com o sistema de esgoto, esta ação gera consideráveis benefícios, tanto monetários quanto de velocidade de instalação e manutenção. Porém se fixar os cabos na parte superior dos tubos gera o rompimento dos cabos, mas se *“a fibra óptica este instalada na parte de baixo da tubulação a probabilidade de rompimento do cabo é reduzido”* (SANTOS; TANABE, 2019, p.5), assim reforçando a ideia de implementação de um local específico para os cabos para diminuir os danos gerados a cada obra da construção civil.

Pois visto que apenas nos 5 quilômetros abordados nesse trabalho foram observadas mudanças do aéreo para o subterrâneo 3 vezes.

REFERÊNCIAS

- ABRATT, Associação Brasileira de Tecnologia não Destrutiva. Métodos não destrutivos para dutos subterrâneos. **Revista O Empreiteiro**, São Paulo/SP, p 21-25, maio, 2003.
- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6489/84**: prova de carga direta sobre terreno de fundação. Rio de Janeiro/RJ, 1984.
- _____. **NBR 6122/96**: projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro/RJ, 1996.
- _____. **NBR 9649/86**: Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário. Rio de Janeiro/RJ, 1986.
- _____. **NBR 12266/89**: Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana. Rio de Janeiro/RJ, 1989.
- AGRAWAL; Govind P. **Sistemas de Comunicação por Fibra Óptica**. Tradução José Rodolfo Souza., 4. Ed, Hoboken, Rio de Janeiro, editora Elsevier, p. 713, 2014.
- BERTOLOTO, Danilo C. **Redes de Fibra Óptica**: conexões locais em dimensões globais no Brasil. Cuiabá, UFMG, 2012. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Mato Grosso, Instituto de Linguagens, Programa de Pós - Graduação em Estudos de Cultura Contemporânea, Cuiabá/MT, p. 99, 2012.
- BONI, Valdete; QUARESMA, Sílvia J. Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais. **Revista Eletrônica dos Pós-Graduandos em Sociologia Política da UFSC**, Florianópolis, v. 2, n 1, ed., jan./jul., p. 68-80, 2005.
- CAMPOS, André B.; COSTA, Romualdo M. Redes HFC e GPON: Vantagens e Desvantagens. **Revista Caderno de Estudos em Sistemas de Informação**, Juiz de Fora/MG, v. 5, n. 2, junho, 2018.

CARVALHO, Priscila. **Aplicação da fibra óptica em sistemas FTTX**. Guaratinguetá, UEP, 2015. Trabalho de conclusão de curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá/ SP, p. 83, 2015.

CARVALHO, Sergio S.; ARAÚJO, Mário J. Fibra Óptica: vantagens da sua utilização como meio de transmissão em sistemas de segurança eletrônica. **Revista Científica Semana Acadêmica**. Fortaleza/CE, v.1, n.6, p. 1-26, julho, 2011.

CORDEIRO, Adriano da C.; RUBINO, Rodrigo C. **Análise de diferentes métodos de escavação para dutos implantados em rodovias**. Curitiba, UTP, 2015. Trabalho de Conclusão de Curso da Faculdade de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba/ PR, p. 64, 2015.

DEZOTTI, Mateus C. **Análise da utilização de métodos não-destrutivos como alternativa para redução dos custos sociais gerados pela instalação: manutenção e substituição de infraestruturas urbanas subterrâneas**. São Paulo, USP, 2008. Dissertação de Mestrado pelo Programa de Pós- Graduação e Área de Concentração em Transportes, Escola de Engenharia São Carlos, Universidade São Paulo, São Paulo/SP, 2008.

DNER, Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. **DNER: Glossário de Termos Técnicos Rodoviários**. Divisão de Capacitação Tecnológica, Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Rio de Janeiro, 1 ed., n.700, janeiro, 2018.

DOMINGUES, Maria. F. **Estudo da degradação do tempo de vida das fibras óticas eo seu impacto no desempenho das redes de comunicações**. Aveiro, UA, 2014. Tese deDoutorado em Engenharia Física, Universidade de Aveiro, Departamento de Física da Universidade de Aveiro, Aveiro/PT, p. 147, 2014.

ELLER, Rogéria A.; JUNIOR, Wilson C.; CURI, Marcos L. Custos do transporte de cargano Brasil: rodoviário versus ferroviário. **Revista de Literatura dos Transportes**, São José dos Campos/SP, v. 5, n. 1, p. 50-64, janeiro, 2011.

LIMA, Bruno C. **Análise de Técnicas de Inteligência artificial para o Projeto de Enlaces de Fibras Ópticas**. São Paulo/SP, UPM, 2019. Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica, Universidade Presbiteriana Mackenzie, Programa de Pós Graduação em Engenharia Elétrica, São Paulo/SP, 2019.

MASSARA, Vanessa M.; FAGA, Murilo T.; UDAETA, Miguel E. A importância do Método Não Destrutivo na Implementação de Redes de Gás Natural em cidades consolidadas. **4º Congresso Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis**, Campinas/SP, p. 21-24, outubro, 2007.

PINTO, Julian T.; AMARAL, Karen J.; JANISSEK, Paulo. Potencialidades da análise de fluxo de materiais no processo produtivo de fibras ópticas poliméricas. **Revista Polímeros: Ciência e Tecnologia**, São Carlos, v. 24, n. 3, p. 324-331, junho, 2014.

RODRIGUES, Fabio D. **Transmissão por Fibra Óptica**: a evolução nos sistemas de comunicação. Ponta Grossa/PR, UNOPAR, 2018. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Norte Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de graduado em Engenharia Elétrica. Ponta Grossa/PR, 2018.

SANTOS, Ezequiel S.; TANABE, Jorge J. Tubulações de Esgotos para Telecomunicações com Fibra Óptica. **XX Simpósio de Recursos Hídricos**, Associação Brasileira de Recursos Hídricos, Florianópolis, p. 1-8, março, 2019.

SOARES, Antônio J. **Redes de Comunicação Convergentes**. Brasília/DF. Editora Universidade de Brasília: Finatec, ed. 1, 2008.

SCHROEDER, Elcio Mário; CASTRO, José Carlos de. Transporte rodoviário de carga no Brasil: situação atual e perspectivas. **Revista do Banco Nacional de Desenvolvimento**, Rio de Janeiro/RJ, v. 3, n. 6, p. 173-187, dez. 1996.

VIEIRA, Paulo C. **Redes de Fibra Óptica em meio urbano**. Belo Horizonte, PUC-MG, 2000. Monografia de Especialização em Informática Pública pela Pontifícia Universidade Católica-MG, departamento de Informática, Belo Horizonte/ MG, 2000.

WIRTH, Almir. **Fibras óticas: Teoria e Prática.** Rio de Janeiro, editora: Alta Books, 1 ed., 2002.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** Porto Alegre, editora: Bookman, 3 ed., 2005.