

## **PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE UMA REDE ÓPTICA REDUNDANTE EM UMA EMPRESA DE TELECOMUNICAÇÃO VISANDO A DIMINUIÇÃO DOS ÍNDICES DE RECLAMAÇÕES**

Jerzio Henrique Moreira Cabral Mutão<sup>1</sup>; Antônio Carlos Lemos Júnior<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Faculdade de Talentos Humanos - FACTHUS, Uberaba (MG), Brasil

<sup>2</sup> Universidade Federal do Triângulo Mineiro - UFTM, Uberaba (MG), Brasil

jerzio.eletrica@gmail.com, acjunior@facthus.edu.br

**RESUMO:** Com o avanço da tecnologia no mundo das telecomunicações, as empresas desse ramo vêm investindo cada vez mais na utilização da fibra óptica para transporte de dados. Porém, um dos maiores problemas que essas empresas enfrentam é o rompimento destes cabos que, em sua maior totalidade, são lançados da central até o destino final, neste caso o cliente, de forma aérea. Quando este problema acontece o cliente fica com o serviço contratado indisponível, fazendo com que o mesmo entre em contato com a central de atendimento da empresa, via telefone, ligação esta que gera um custo, pois se trata de um serviço terceirizado. No caso de reincidência do problema, além da empresa ter o gasto com a ligação do cliente na central, pode vir a ter a solicitação de cancelamento do serviço por insatisfação do cliente, sendo que todo e qualquer evento de ausência de sinal é regulamentado e monitorado pela ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicação). O modelo de rede utilizado por essa empresa é o HFC (Rede Híbrida de Cabo Óptico e Coaxial), que utiliza a topologia sem redundância para interligar os HV's (Hubs Virtuais) aos Transceptores Ópticos (Nodes). Este artigo visa a proposta de implantação de uma rede óptica redundante entre os HV's e os Transceptores Ópticos de uma empresa de telecomunicação.

**PALAVRAS CHAVE:** cliente; fibra óptica; HFC; redundância; rompimento.

### **PROPOSAL FOR THE IMPLEMENTATION OF A REDUNDANT OPTICAL NETWORK IN A TELECOMMUNICATION COMPANY TO VIEW THE DECREASE OF CLAIM INDICES**

**ABSTRACT:** With the advancement of technology in the telecommunications world, the companies of this branch have been investing more and more in the use of optical fiber for data transport. However, one of the biggest problems facing these companies is the disruption of these cables, which are mostly launched from the plant to the final destination, in this case the client, in an aerial way. When this problem happens the client is left with the contracted service unavailable, causing it to contact the company's call center, via telephone, which leads to a cost, as it is a outsourced service. In the event of a recurrence of the problem, in addition to the company having to pay for the client's connection to the exchange, it may be requested to cancel the service due to client dissatisfaction, and any event of absence of signal is regulated and monitored by ANATEL (National Telecommunication Agency). The network model used by this company is HFC (Hybrid Network of Optical and Coaxial Cable), which uses the topology without redundancy to interconnect the HV's (Virtual Hubs) with the Optical Transceivers (Nodes). This article aims at the proposal to implement a redundant optical network between the HV's and the Optical Transceivers of a telecommunication company.

**KEYWORDS:** client; optical fiber; HFC; redundancy; disruption.

### **INTRODUÇÃO**

A implantação da rede óptica redundante é de suma importância, não somente para as empresas de telecomunicação, mas principalmente para seus clientes, que terão uma disponibilidade de sinal em tempo integral, essencial nos tempos atuais, em que se tem a necessidade de estar conectado, na maior parte do tempo, tanto para lazer quanto profissionalmente.

Uma das atitudes adotadas pelas empresas de telecomunicação é utilizar uma rota redundante em parte da rede de fibra óptica, entre os HV's (Hubs Virtuais) e o HEADEND, o que permite que esse trajeto possua uma rota redundante, não afetando a transmissão de sinal em caso de danos em algum trecho do circuito.

Na parte da rede óptica que não utiliza a redundância, entre os HV's (Hubs Virtuais) e os Transceptores Ópticos (Nodes), em caso de dano em alguma fibra, a transmissão de sinal é imediatamente interrompida, não atendendo aos clientes que fazem parte daquele respectivo transceptor óptico.

Visando a diminuição da interrupção do serviço (TV, internet e telefone) contrato pelo cliente o Artigo 46 da Resolução nº 614/2013 da ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações), determina que no caso de interrupção do serviço da prestadora durante um período maior do que 30 minutos é obrigatório que a mesma desconte do valor bruto do plano do cliente a quantidade de horas ou fração que o mesmo ficou com o serviço indisponível. Sendo que, todas as vezes que houver

interrupção ou degradação do serviço a ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações) deve ser avisada no prazo máximo de 24 horas após o evento, aviso este contendo a causa do problema, como o mesmo foi solucionado e qual ação preventiva será utilizada para que o evento não ocorra novamente.

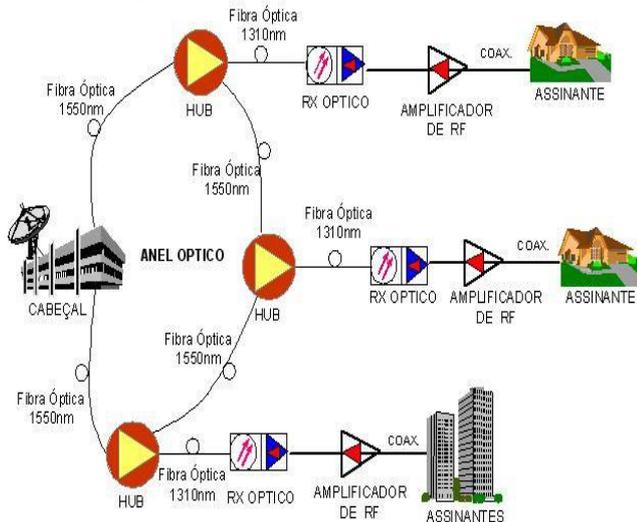
Com o objetivo de diminuir as interrupções de serviços (TV, internet e telefone) e conseqüentemente o índice de reclamações, neste artigo será proposto a implantação de rotas redundantes nos trechos do projeto da rede óptica onde não se tem esta estrutura, bem como os custos e os prazos de retorno do investimento, sendo que a comutação para a rota redundante ocorrerá de forma automática no caso de dano na rede.

### FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo Forouzan (2006), a sigla HFC vem de Rede Híbrida Coaxial e Fibra, e como seu nome já diz, é uma rede composta por estes dois tipos de meios de transmissão e distribuição, onde na parte de transporte se utiliza a fibra óptica e na parte de distribuição se utiliza cabo coaxial.

Conforme ilustrado na figura 1, a interligação via fibra óptica, que ocorre entre o HEADEND e o HV (Hub Virtual) apresenta a topologia em anel, com redundância, já a interligação entre o HV (Hub Virtual) e o Transceptor Óptico (Node), utiliza a topologia do tipo estrela, sem redundância, na qual os cabos de fibras ópticas são lançados e derivados em diversas direções preestabelecidas no projeto.

Figura 1: Topologia de Rede HFC adotada pela empresa de telecomunicação em estudo.



Fonte: MORAIS (2006).

O número de fibras ópticas utilizadas para interligação de cada Transceptor Óptico (Node), deve ser determinado pelo número de serviços (Sinais de Televisão, Internet, Supervisão de Rede, Telefonia) que possam ser futuramente oferecidos e pela demanda por tais serviços. Na prática, cada Transceptor Óptico (Node) é alimentado por duas fibras, uma para o sentido direto (receptor – RX)

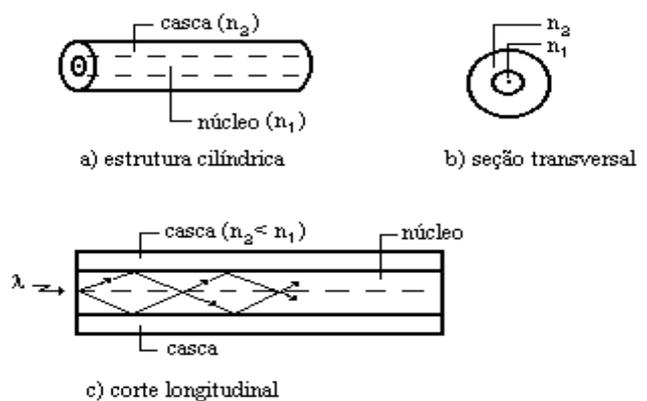
e outra para o sentido reverso (transmissor – TX), tendo ainda mais seis fibras de reserva no cabo de serviço.

Segundo Lage e Oliveira (2006), com a implantação da fibra óptica foi possível a substituição do cabo tronco, o que possibilitou utilizar a mesma plataforma de cabos, a integração de novos serviços como telefonia, TV interativa e transmissão de dados.

A fibra óptica foi inventada pelo físico indiano Narinder Singh Kapany em 1952, é constituída por um filamento composto de material dielétrico, geralmente plástico ou sílica, com a capacidade de transmitir luz através de sua longa estrutura cilíndrica, transparente e flexível. A fibra tem dimensões variáveis, dependendo da aplicação, mas sempre comparáveis às de um fio de cabelo e apresenta imunidade a interferências eletromagnéticas.

Conforme pode ser visto na figura 2, a fibra óptica é formada por duas camadas, núcleo e casca, e é resistente a tração.

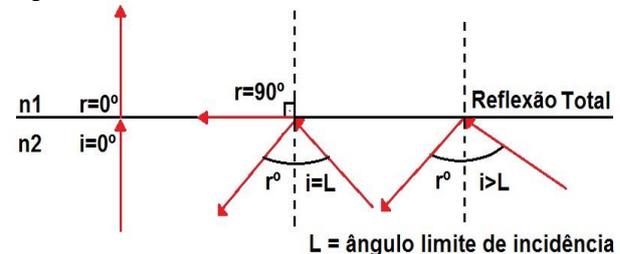
Figura 2: Estrutura básica de uma fibra óptica



Fonte: LAGE, OLIVEIRA (2006).

Conforme ilustração da figura 3, a transmissão óptica só é possível graças ao fenômeno físico chamado reflexão total. Este fenômeno ocorre quando a luz incide sobre uma superfície com um ângulo de incidência ( $i$ ) maior que o ângulo limite de incidência ( $L$ ), então ela passa a ser refletida totalmente.

Figura 3: Índice de reflexão total



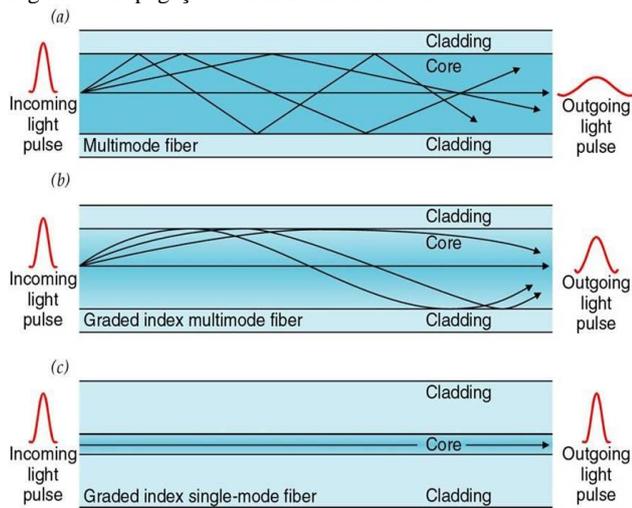
Fonte: RODRIGUES (2012).

Em relação à forma de propagação da luz no interior da fibra óptica, temos três tipos que podem ser encontradas no mercado: monomodo (aplicadas para distância de dezenas ou centenas de quilômetros sem a necessidade de repetidores), multimodo índice degrau

(aplicadas para distâncias de até 1 quilômetro) e multimodo índice gradual (aplicadas para distância de até 4 quilômetros), ilustradas conforme mostra a figura 4.

Outra característica muito importante durante a escolha da fibra a ser utilizada é a sua atenuação por quilômetro, pois os cálculos de distância entre o HEADEND e o HV (Hub Virtual) e posteriormente entre o HV (Hub Virtual) e o Transceptor Óptico (Node) estão diretamente relacionados a este fator. Conforme a tabela 1, temos um padrão de atenuação de fibra monomodo, que é a utilizada neste estudo.

Figura 4: Propagação da luz no interior da fibra



Fonte: PANTOJA E ENGINEERING & CONSULTANT (2010).

Tabela 1: Padrão de atenuação de fibras monomodo

Comprimento de onda	Perda Típica (dB/Km)	Perda Máxima
1310 nm	0,35	0,37 dB/Km
1550 nm	0,2	0,23 dB/Km
Cordão Óptico 1310 nm	0,4	-
Cordão Óptico 1550 nm	0,3	-

Fonte: CABRAL (2014).

Segundo Moraes (2006), o HEADEND é responsável pela captação dos canais provenientes dos satélites, de canais abertos já disponíveis para recepção local ou de canais fechados, de diversas fontes e nacionalidades. É no HEADEND que todos os sinais recebidos por diversas fontes serão processados, equalizados, modulados, codificados e posteriormente transmitidos para rede de transporte. Com a implantação dos novos serviços de multimídia, o HEADEND passou também a ser considerado como a central de processamento de informações do sistema, envolvendo os sinais de vídeo, dados e telefonia.

O HEADEND também recebe links de internet, que passam por um equipamento chamado CMTS (Cable Modem Transmission System), que por sua vez faz o gerenciamento e distribuição de IP's (Internet Protocol) e banda de internet. O mesmo também é responsável pela

telefonia fixa, já que a tecnologia utilizada é VoIP (voz sobre IP). Conforme pode ser visto na figura 5, temos a imagem de um CMTS (Cable Modem Transmission System) modelo cBR 8, utilizado pela empresa de telecomunicação deste estudo.

Após esses sinais serem modulados e combinados em um mesmo meio, são convertidos de sinal RF (radiofrequência) para óptico, e transmitidos do HEADEND até os transceptores ópticos por fibra e posteriormente convertidos para RF (transportada via cabo coaxial). Como pode ser visto na figura 6, temos outra imagem de CMTS (Cable Modem Transmission System) utilizado por esta empresa de telecomunicação, o modelo uBR10K.

Figura 5: CMTS (Cable Modem Transmission System) – Modelo cBR-8



Fonte: Os autores, 2017.

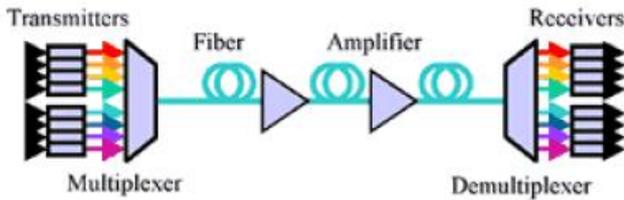
Figura 6: CMTS (Cable Modem Transmission System) – Modelo uBR10K



Fonte: Os autores, 2017.

Na figura 7, tanto no HEADEND quanto nos HV's (Hubs Virtuais) usam a tecnologia WDM (Wavelength Division Multiplexing), que transporta o comprimento de onda dividido em multiplexação, ou seja, é uma técnica onde vários sinais são transportados de forma multiplexada e são separados de acordo com o comprimento de onda da luz.

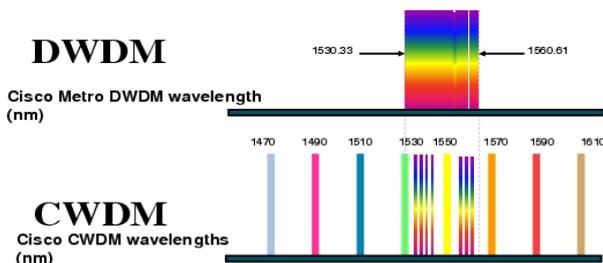
Figura 7: Modelo típico de transmissão WDM



Fonte: LAGE, OLIVEIRA (2006).

Conforme exemplificação da figura 8, a tecnologia WDM (Wavelength Division Multiplexing) foi dividida em duas tecnologias, a CWDM (Coarse Wavelength Division Multiplexing) e a DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing), sendo que a forma de transmissão utilizada por esta empresa de telecomunicação é a DWDM (Comprimento de onda por divisão de multiplexação densa), que trabalha transmitindo os sinais ópticos na faixa de 1530,33 nanômetros à 1560,61 nanômetros.

Figura 8: Comprimento de onda DWDM e CWDM – Faixa de trabalho



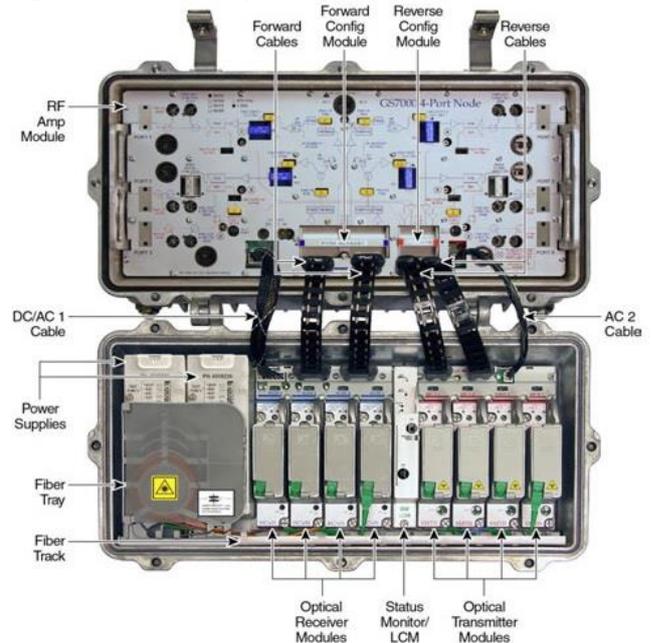
Fonte: CISCO (2009).

Contudo na figura 9, tem-se a imagem do Transceptor Óptico (Node), modelo GS7000, que a empresa de telecomunicação em estudo utiliza. Este é o equipamento que recebe, através do receptor (RX), e envia, através do transmissor (TX), sinal óptico, sendo esse o motivo pelo qual ele recebe o nome de Transceptor Óptico. Nesse equipamento, também ocorre a conversão de sinal óptico para sinal RF e o procedimento inverso. Este é composto basicamente de duas fontes contínuas, uma principal e outra redundante, uma bandeja de fibra óptica para suporte e adequação da mesma, um receptor óptico (RX), um transmissor óptico (TX), um transponder e um módulo de amplificação e distribuição do sinal de radiofrequência (RF).

Um dos componentes mais importantes no Transceptor Óptico (Node) é o transponder, conforme mostra a figura 10. Esse equipamento é o responsável por diversas atividades de monitoramento e gerenciamento das funções, tais como: medir e transmitir a temperatura do equipamento, transmitir o nível de potência óptica,

informar as tensões de entrada e saída, relatar se o equipamento está aberto ou fechado. Porém, para nosso estudo, a principal função do transponder na implantação desse projeto é o gerenciamento de receptores ópticos, escolhendo o receptor com melhor potência óptica de entrada para fazer a alimentação do mesmo.

Figura 9: Transceptor Óptico (Node)



Fonte: CISCO (2014).

Figura 10: Transponder



Fonte: CISCO (2008).

Com o objetivo de estabelecer metas a serem cumpridas pelas prestadoras de serviços de TV a cabo, o Artigo 22 da Resolução nº 411/2005 da ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações), estabelece que

as empresas que não cumprirem o Plano Geral de Metas de Qualidade estarão sujeitas às sanções, sendo elas em forma de advertência, multa, suspensão temporária, caducidade e cassação, sendo que para quaisquer das sanções estabelecidas a empresa terá oportunidade de prévia e ampla defesa.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Como vimos, dos HV's (Hubs Virtuais) até os Transceptores Ópticos (Nodes), a topologia utilizada não apresenta redundância óptica, fazendo com que a rede fique bastante suscetível a ausências de sinal (TV, internet e telefone) devido a rompimentos ópticos ocasionados por diversos motivos, como caminhões transportando carga com altura superior à permitida, trocas de postes, queda de árvores, entre outros.

Essas ausências de sinal (TV, internet e telefone) geram transtornos aos clientes que não recebem o serviço contratado e em contrapartida ligam na central de atendimento ao cliente, que é um serviço terceirizado. Cada ligação recebida tem um custo de R\$9,00 se o cliente apenas falar com o atendente eletrônico e de R\$13,00 se ele chegar a falar com um atendente pessoal. Como esse serviço de atendimento não é próprio da empresa gera um custo desnecessário, visto que se não houvesse ausência de sinal haveria um número bem reduzido de ligações para realizar reclamação.

Nos casos em que esse evento de ausência se torna frequente o cliente pede seu desligamento, ou seja, solicita o cancelamento dos serviços (TV, internet e telefone) contratados, o que gera uma perda de receita para a empresa. Esse cliente insatisfeito devido a problemas frequentes na entrega do sinal pode entrar com reclamação na ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações), esse tipo de chamado pode levar a uma queda da empresa no ranking de cumprimento de metas divulgado no site da ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações) com todas as empresas de telecomunicações, gerando uma imagem negativa para a empresa perante o mercado, fazendo com que a empresa possa vir a ter uma perda nos lucros com a saída de clientes que já estão fidelizados e com a baixa entrada de novos clientes na base.

Na implantação não será feita nenhuma alteração do HEADEND até os HV's (Hubs Virtuais), pois essa parte da rede já contempla a topologia com redundância óptica (topologia em anel). As melhorias se darão inicialmente nos HV's (Hubs Virtuais), onde será instalado um divisor óptico 1x2 na saída do demultiplexador e um divisor 2x1 na entrada do multiplexador. Com essa ação será possível ter um sinal duplicado, o que é essencial para se realizar uma redundância óptica. Um cabo óptico de 12 vias será fundido nesses dois novos pontos de sinais e endereçado ao Transceptor Óptico (Node) de igual sinal, porém com uma rota diferente para evitar que os dois cabos sofram avaria no mesmo evento.

O comprimento do cabo lançado entre o HV (Hub Virtual) até o Transceptor Óptico (Node) pela rota principal e o comprimento do cabo lançado entre o HV

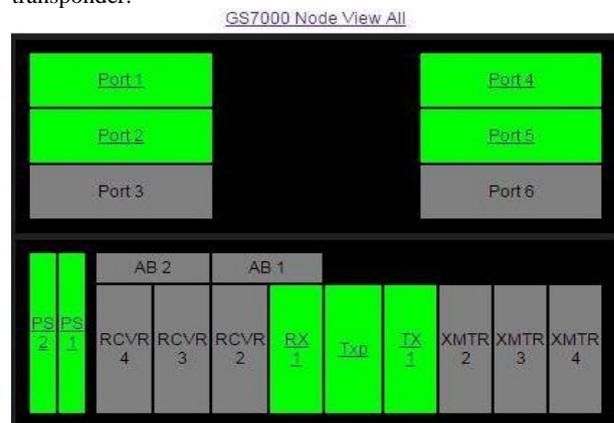
(Hub Virtual) até o Transceptor Óptico (Node) da rota redundante, devem ser aproximados, com diferença de no máximo 1km, para que no momento da comutação de rota, no caso de rompimento, não apresente uma diferença de nível de sinal óptico, fazendo assim com que este evento não cause impacto nos clientes que seriam possivelmente afetados.

Nos Transceptores Ópticos (Nodes) chegarão quatro fibras, duas para sinal de direto (receptor – RX) e duas para sinal de retorno (transmissor – TX), o que torna necessário a instalação de mais um receptor (RX) e um transmissor (TX) óptico no mesmo, sendo que na configuração atual o mesmo é composto somente de um receptor (RX) e um transmissor (TX).

O transponder fará o gerenciamento de qual das fibras alimentará o Transceptor Óptico (Node), visto que ele será alimentado apenas por uma das fibras, mesmo com ambas estando com mesma potência óptica e mesmo sinal. O gerenciamento do transponder garantirá que será usada apenas uma fibra para o sinal de direto e uma para sinal de retorno, apesar de haver duas para cada. Essa comutação é automática e imperceptível ao cliente. A configuração e monitoramento do transponder são feitas remotamente.

De acordo com a figura 11, pode ser observada a tela de visualização e configuração do programa do transponder utilizado pela empresa de telecomunicação. Trata-se da tela do transponder de um Transceptor Óptico (Node) que não possui uma rede óptica com redundância, por isso ele tem somente um receptor (RX) e um transmissor (TX) instalados e em operação, identificados dentre os displays verdes. Nos campos AB1 e AB2, onde é realizado o gerenciamento de qual receptor deverá ser utilizado, o AB1 é responsável pelos slots de RX 1 e 2 e AB2 é responsável pelos slots de RX 3 e 4. Nesse projeto serão utilizados dois receptores (RX's), instalados nos slots 1 e 3, e dois transmissores (TX's), instalados nos slots 1 e 2. Será configurado no transponder qual será o receptor principal e qual será o nível de sinal permitido para que possa vir a ocorrer a comutação automática no caso de ausência de sinal óptico na rota principal.

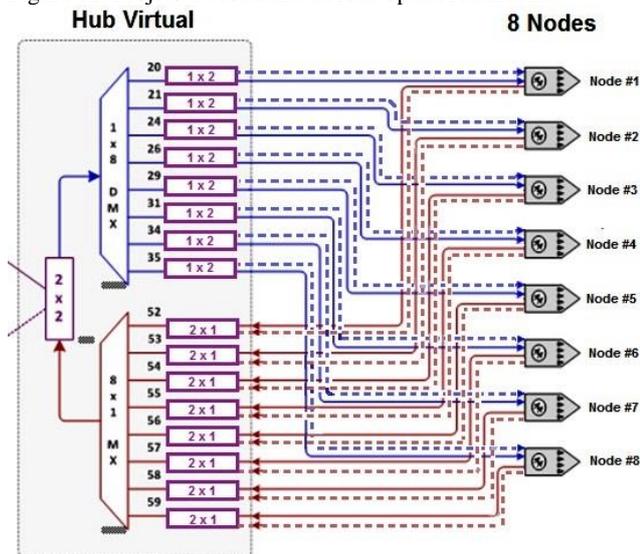
Figura 11: Tela do programa de visualização e configuração do transponder.



Fonte: Os autores, 2017.

Conforme ilustrado na figura 12, temos o projeto de estrutura da rede óptica e as configurações que serão realizadas na rede entre os HV's (Hubs Virtuais) e os Transceptores Ópticos (Nodes), em caso da aplicação da redundância. Nesta figura pode se notar as fibras ópticas redundantes em pontilhado, sendo as vermelhas com sinal de retorno e as azuis com sinal de direto, e os quadrados roxos (com descrição 2x1 ou 1x2) são os divisores ópticos.

Figura 12: Projeto da estrutura da rede óptica redundante.



Fonte: Os autores, 2017.

O investimento total para a realização desse projeto foi calculado levando em consideração a mão de obra terceirizada e própria, e também todos os materiais necessários para deixar a rede óptica funcionando com 100% de sua topologia com rota redundante.

De acordo a tabela 2, o custo para a implantação da redundância óptica entre os HV's (Hubs Virtuais) e os Transceptores Ópticos (Nodes) é de aproximadamente 2,086 milhões de reais.

Tabela 2: Orçamento total do investimento.

Material	Unid.	Quant.	Valor/Unid. (R\$)	Total (R\$)
Cabo Óptico 12 F.O	Metro	120.000	2,57	308.400,00
Receptor Óptico	Unid.	240	1.323,09	317.541,60
Transmissor Óptico	Unid.	240	4.162,43	998.983,20
Splitter 1x2	Unid.	240	152,87	36.688,80
Splitter 2x1	Unid.	240	152,87	36.688,80
Mão de obra (instalação cabos ópticos)	Metro	120.000	3,23	387.600,00
<b>Total (R\$)</b>				<b>2.085.902,40</b>

Fonte: Os autores, 2017.

Utilizando como referência o período de dezembro de 2016 a maio de 2017, temos na tabela 3, a quantidade de ligações de clientes que entraram em contato com a central de atendimento devido à indisponibilidade de sinal, causada por rompimento na rede de fibra óptica nos locais onde não possui a topologia com redundância.

Tabela 3: Quantidade de ligações na central de atendimento devido aos rompimentos ópticos.

	Cientes na base	Quant. Nodes Afetados	Quant. ligações (%)	Quant. ligações (clientes)
<b>DEZ</b>	17.424	4	37,21	6.484
<b>JAN</b>	18.002	3	35,01	6.303
<b>FEV</b>	18.100	-	-	-
<b>MAR</b>	22.076	3	22,53	4.974
<b>ABR</b>	22.125	-	-	-
<b>MAI</b>	22.201	3	16,35	3.630
<b>Total</b>				<b>21.390</b>

Fonte: Os autores, 2017.

De acordo com a tabela 3 e com os dados fornecidos pela empresa de telecomunicação, do total de 21.390 ligações recebidas na central de atendimento no período de dezembro de 2016 a maio de 2017, 7.967 (37,25%) ficaram retidas no atendente eletrônico, ou seja, cada uma teve um custo de R\$9,00, já as 13.423 (62,75%) ligações restantes, os clientes passam da fase de atendente eletrônico e entram em contato com o atendente pessoal, o que gera um custo de R\$13,00 por ligação.

Conforme a tabela 4, teremos uma noção exata do custo que a empresa teve nesse período de seis meses com ligações de clientes na central de atendimento questionando sobre a ausência de serviços (TV, internet e telefone) contratados.

Tabela 4: Quantidade x custo de ligações de clientes para a central de atendimento.

	Quant. Ligações	Custo (R\$)	Total (R\$)
<b>Atendimento Eletrônico</b>	7.967	R\$9,00	R\$71.703,00
<b>Atendimento Pessoal</b>	13.423	R\$13,00	R\$174.499,00
<b>Total</b>			<b>R\$246.202,00</b>

Fonte: Os autores, 2017.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tomando como referência os dados fornecidos pela tabela 2 (orçamento total do investimento), utilizando como referência para base de cálculos a tabela 3 (quantidade de ligações na central de atendimento devido à

rompimentos ópticos), considerando que a média de ligações de clientes na base durante um ano mantenha a mesma média referente as ligações do mês de dezembro de 2016 a maio de 2017 e comparando com os valores fornecidos pela tabela 4 (quantidade x custo de ligações de clientes para a central de atendimento) podemos traçar o gráfico 1, que nos traz o tempo estabelecido de retorno do investimento (payback), sendo que este mostra que o retorno do investimento será em aproximadamente 51 meses após a implantação.

Gráfico 1: Tempo do retorno do investimento - Payback



Fonte: Os autores, 2017.

Verificando o gráfico, percebe-se que além da empresa economizar em relação aos gastos com telefonemas na central de atendimento, a implantação do projeto também irá fazer com que a empresa passe a entregar um produto com mais qualidade, elevando a satisfação do cliente. Consequentemente irá melhorar o índice de reclamação na Anatel de forma positiva, e melhorando a imagem da empresa perante às empresas concorrentes, acarretando no aumento da taxa de adesão de clientes, fazendo assim com que o investimento se torne de médio para curto prazo e rentável.

Temos também que as atuações em uma atividade preventiva poderão ser realizadas na rota principal durante o horário diurno (08:00 às 18:00), pois no sistema sem redundância, toda e qualquer manobra na rede que possa vir a causar a degradação e/ou ausência de sinal para o cliente, deverá ser realizada no período da madrugada, diminuindo também os gastos com horas extras e adicionais noturnos com os funcionários.

## CONCLUSÃO

Nesse trabalho pode-se observar que com a proposta de implantação de uma rede óptica redundante entre os HV's (Hubs Virtuais) e os Transceptores Ópticos (Nodes) será possível a garantia de disponibilidade de sinal durante uma degradação ou um rompimento na rota principal.

O investimento é de médio a curto prazo, e irá garantir com que a empresa proporcione um serviço com mais qualidade aos clientes, reduzirá custos diretamente e indiretamente, não terá imagem negativa devido à indisponibilidade de sinal, o cliente irá ficar cada vez mais satisfeito e irá contagiar uma pessoa mais próxima para se

tornar também um cliente da empresa e a melhoria na entrega da qualidade final do produto.

Porém, só não será possível garantir a total disponibilidade do sinal no caso de algum acidente exatamente entre os postes o qual o Transceptor Óptico (Node) estiver fixado, pois, dependendo da intensidade do acidente na rede tanto a fibra da rota principal quanto a fibra da rota redundante podem sofrer avarias graves, prejudicando a disponibilidade da rede.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES, ANATEL. **Resolução nº 411, Art. 22, de 14 de julho de 2005.** Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br/legislacao/resolucoes/20-2005/141-resolucao-411>>. Acesso em: 17 junho 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES, ANATEL. **Resolução nº 614, Art. 46, de 28 de maio de 2013.** Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br/legislacao/resolucoes/2013/465-resolucao-614#art46>>. Acesso em: 20 maio 2017.

CISCO SYSTEMS. **GS7000 - GainMaker Node Status Monitor/Local Control Module Installation and Operation Guide.** 2008. 74 p. Disponível em: <[http://www.cisco.com/c/dam/en/us/td/docs/video/access\\_dge/Nodes/GS7000/4015678\\_B.pdf](http://www.cisco.com/c/dam/en/us/td/docs/video/access_dge/Nodes/GS7000/4015678_B.pdf)>. Acesso em: 24 maio 2017.

CISCO SYSTEMS. **Linha de Produtos de Multiplexação de Divisão de Onda Avançada.** 2009. 9 p. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/169953495/DWDM-cisco-configuration>>. Acesso em: 17 junho 2017.

CISCO SYSTEMS. **GS700 - Node RF Split Upgrade - Nota de aplicação.** 2014. 12 p. Disponível em: <[http://www.cisco.com/c/dam/en/us/td/docs/video/access\\_edge/Nodes/GS7000/OL-29941-01.pdf](http://www.cisco.com/c/dam/en/us/td/docs/video/access_edge/Nodes/GS7000/OL-29941-01.pdf)>. Acesso em: 24 maio 2017.

CONGRESSO CIENTÍFICO DA SEMANA TECNOLÓGICA – IFSP. 5º, 2014, Bragança Paulista – SP. **HEADEND, Redes Híbridas e Conceitos de Transmissão Via Cabo em Sistemas de Telecomunicação.** Bragança Paulista – SP: 24 de outubro de 2014. 10 p.

FOROUZAN, B. A. **Comunicação de Dados e Redes de Computadores.** Tradução de Glayson Eduardo de Figueiredo. 3º. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 840 p.

LAGE, L. B; OLIVEIRA, M. C. A. **Estudo de uma rede de acesso via fibra óptica.** 2006. 272 p. Projeto Final de Graduação - Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

MORAIS, V. M. **Metodologia para implantação de serviços digitais em uma rede HFC existente.** 2006. 163 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica com ênfase em telecomunicações) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

NUNES, M. S. D. S. **Redes de Acesso.** Parte D - Redes Híbridas Fibra Cabo Coaxial (HFC). 2006. 34 p. Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2006.

PANTOJA E ENGINEERING & CONSULTANT. **Primeiro estudo óptico – Fusão, Conectorização, Emenda Mecânica.** 2010. Disponível em: <<http://www.pantojaindustrial.com/exibir.php?id=75>>. Acesso em: 17 maio 2017.

RIDLEY, John. et al. **Engenharia de Redes de CATV.** Apostila elaborada pela GENERAL INSTRUMENT. 1995. 120 p.

RODRIGUES, M. R. **Treinamento Técnico – Rede Externa,** São Paulo. NET, 2012. 283 p.