

ANÁLISE DE RUÍDOS DEGRADATIVOS DE SINAL E TRATATIVAS NEUTRALIZADORAS

Giannini de Sousa Borges Borges¹; Lidiana Mendes Sousa²; Eduardo Fernandes Saad³

^{1,2,3} Faculdade de Talentos Humanos - FACTHUS, Uberaba (MG), Brasil

gianborges@hotmail.com, lidiana.sousa@facthus.edu.br, eduardo.saad@facthus.edu.br

RESUMO: Este artigo apresenta tipos de ruídos ofensores da qualidade de sinal em redes do tipo HFC (*Hybrid Fiber Coaxial*), e várias ferramentas e procedimentos utilizados para tratar e neutralizar este ofensor. Um simples ruído, causado em determinadas situações de maneira accidental, pode realizar um dano imensurável nas empresas do ramo de telecomunicações, desde que, este ruído tenha livre acesso para ingressar na rede e interferir na qualidade do sinal transmitido. Redes do tipo HFC que estão suscetíveis a ruídos, oferecem uma péssima qualidade de transmissão dos serviços oferecidos, causando assim insatisfação por parte dos clientes e alto índice de cancelamento dos serviços. Observa-se também uma alta geração de visitas técnicas (o que gera um custo elevado para a operação), e problemas junto à Agência Nacional de Telecomunicações, órgão regulador na área de telecomunicações do Brasil, a qual estabelece regulamentos que devem ser seguidos neste ramo. Este artigo propõe tratativas que trazem qualidade nos sinais transmitidos, aumento da base de clientes por intermédio da qualidade oferecida nos serviços prestados, e aumento na receita da operação, através do crescimento da base de clientes e redução das visitas técnicas.

PALAVRAS CHAVE: HFC, Qualidade de sinal, Ruído, SNR, Transceptor óptico.

ANALYSIS OF DEGRADED SIGNAL NOISES AND NEUTRALIZING TREATMENTS

ABSTRACT: This article presents types of noise that offend the signal quality in networks of the type HFC (*Hybrid Fiber Coaxial*), and various tools and procedures used to treat and neutralize this offender. A simple noise, caused in certain situations accidentally, can cause immeasurable damage to companies in the telecommunications industry, provided that this noise has free access to enter the network and interfere with the quality of the transmitted signal. HFC-type networks that are susceptible to noise, offer a poor quality of transmission of the services offered, thus causing dissatisfaction on the part of customers and a high rate of service cancellation. There is also a high generation of technical visits (which generates a high cost for the operation), and problems with National Telecommunications Agency, a regulatory body in the Brazilian telecommunications area, which establishes regulations that must be followed in this business. This article proposes deals that bring quality to the transmitted signals, increase the customer base through the quality offered in the services provided, and increase in the operation's revenue, through the growth of the customer base and reduction of technical visits.

KEYWORDS: HFC, Signal quality, Noise, SNR, Optical transceiver.

INTRODUÇÃO

As redes do tipo HFC (*Hybrid Fiber Coaxial*) são comumente usadas nos dias atuais, mesmo com a crescente utilização das redes do tipo GPON (*Gigabit Passive Optical Network*). Segundo Forouzan (2006), neste tipo de rede utiliza-se como meio de transmissão a fibra óptica em topologia anel, e como meio de distribuição o cabo coaxial em topologia estrela após o transceptor óptico, o qual converte o sinal de luz da fibra em sinal de rádio frequência utilizado no cabeamento coaxial.

A análise de ruídos degradativos de sinal, e o desenvolvimento de tratativas que visam neutralizar este ofensor da qualidade de sinal em redes do tipo HFC, é de extrema importância para as empresas de telecomunicações que trabalham com este tipo de rede de transmissão. Um dos principais problemas enfrentados por essas empresas é a degradação da relação sinal ruído,

conhecida mais popularmente como SNR (*signal to noise ratio*).

Segundo Campos e Costa (2018), o SNR é definido como a diferença em dB (decibel) entre a potência do sinal demodulado e o piso de ruído do canal de transmissão. Cada tipo de modulação suporta um determinado nível de SNR, que quando ultrapassado, provoca perdas de pacotes na transmissão. Esses problemas se manifestam de várias formas: Lentidão na velocidade contratada junto ao provedor, congelamento de imagem na transmissão de TV a cabo, baixa qualidade de voz no sistema VOIP (voz sobre IP), dentre outros.

Com a finalidade de manter a excelência junto aos clientes através da qualidade do sinal transmitido, e atender também as normas estabelecidas pela Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), neste artigo serão apresentados tipos de ruídos degradativos de sinal e várias tratativas neutralizadoras deste grande ofensor da

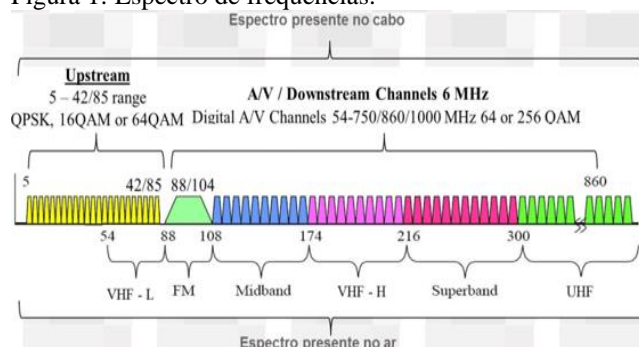
qualidade de sinal. Existem ferramentas e procedimentos que devem ser executados e seguidos pelas empresas de telecomunicações, alguns destes com o propósito de atender as normas estabelecidas pela ANATEL, outros com o propósito exclusivo de tratar o SNR do respectivo transceptor óptico. O fato importante é que ambos contribuem para o estabelecimento de uma rede com mais qualidade na distribuição dos serviços. Dentre os procedimentos realizados apresentam-se: Limpeza massiva de ruído, preventiva de *leakage*, instalação de trava *lock* e conector *sleeve* nas instalações. Dentre as ferramentas utilizadas apresentam-se: Software Nagios, medidor de campo *Trilithic DSPT360* e *leakage tagger*.

REFERENCIAL TEÓRICO

No sistema de transmissão através de redes do tipo HFC é possível utilizar uma grande faixa de frequência, pois mesmo ocupando frequências consumidas por outros meios de comunicação presentes no ar conforme a Fig. 1, o cabeamento de distribuição (coaxial) dispõe de uma blindagem que detém os sinais externos e suas interferências na transmissão de sinal, contanto que não exista falhas na rede de distribuição, possibilitando assim o ingresso de ruídos diversos.

Segundo Forouzan (2006), há diversos tipos de portadoras existentes em uma rede do tipo HFC. Essas portadoras podem entrar em conflito com as portadoras existentes no ar. Para não haver interferências externas nos serviços prestados pela rede de transmissão, deve-se garantir uma blindagem completa do cabeamento coaxial e dos componentes da rede de distribuição.

Figura 1: Espectro de frequências.



Fonte: NET Atenalms, 2020.

Segundo Razouk (2018), em transmissões de sinais em redes compostas por fibras e cabos coaxiais, podem surgir falhas na transmissão, estas resultantes de interferências externas ingressadas no espectro de retorno, onde se concentram as frequências mais sensíveis a ingresso de ruídos e falhas. Esse ingresso na rede é um dos maiores problemas enfrentados pelas empresas de telecomunicações que utilizam redes HFC, pois com o ingresso de ruído tem-se uma queda repentina dos níveis de SNR.

Quanto maior o nível de SNR, menor a interferência do ruído no sinal transmitido de acordo com Forouzan (2006). A unidade de medida usada na medição da relação sinal ruído é o dB (decibel), unidade de medida utilizada para uma diversidade de medições em física, eletrônica e acústica.

Para que o sinal transmitido não tenha nenhum tipo de perda de pacotes, existe um determinado nível de SNR que cada transceptor óptico deve estar por padrão. Cada tipo de modulação exige um determinado nível de SNR, como pode ser visto na Tab. 1.

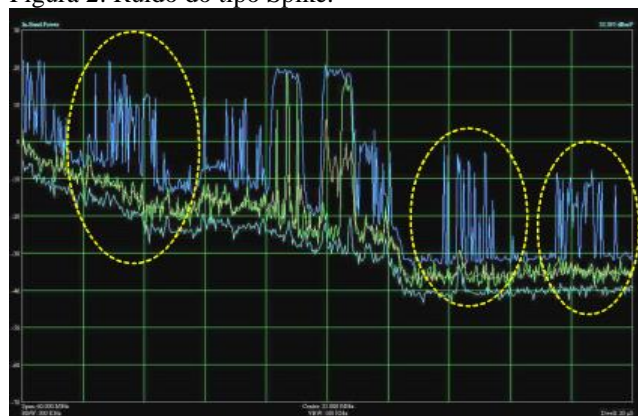
Tabela 1: Relação Sinal/Ruído.

Modulação	Relação Sinal/Ruído - SNR							
QPSK	11	13	15	16	17	18	19	20
16-QAM	18	20	22	23	24	25	26	27
64-QAM	25	27	28	29	30	31	32	33
256-QAM	31	33	35	36	37	38	39	40
	Crítico		Bom			Ótimo		

Fonte: NET Atenalms, 2020.

Cada ruído distinto ingressa através do canal de retorno da rede e é somado aos demais, até chegar ao transceptor óptico e posteriormente ao CMTS (*cable modem termination system*) localizado no *Headend*. Assim, na faixa de retorno a rede funciona como um grande funil. As consequências para o cliente diante da interferência de ruído na rede são as mais variadas: Perda de velocidade no NET virtual, perda de qualidade no NET fone, perda de transmissão no sinal de TV (degradação e macroblocos), dentre outras. Os tipos de ruídos mais comumente encontrados nas redes HFC são:

Figura 2: Ruído do tipo Spike.

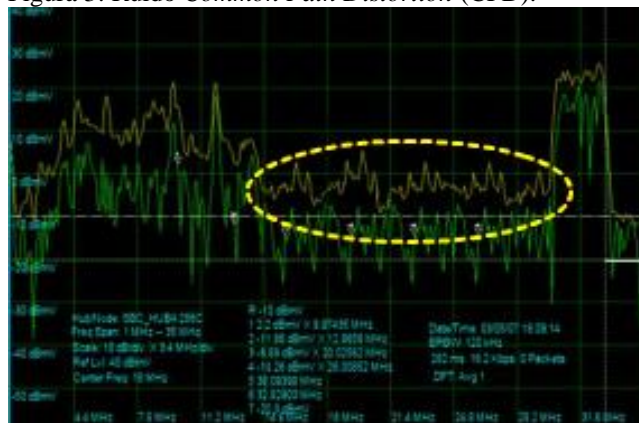


Fonte: NET Atenalms, 2020.

Spikes: Os ruídos do tipo *spike* segundo Razouk (2018), são formados por pulsos instantâneos e adentram no canal de retorno através de vários acontecimentos na

área elétrica. Este ruído ocorre quando equipamentos elétricos, como motores e aparelhos eletrônicos, geram impulsos eletromagnéticos ao entrar em funcionamento, ou através de arcos-voltaicos e falhas de aterramento. Esses impulsos podem interferir de uma maneira muito considerável na faixa de retorno em redes HFC, conforme Fig. 2.

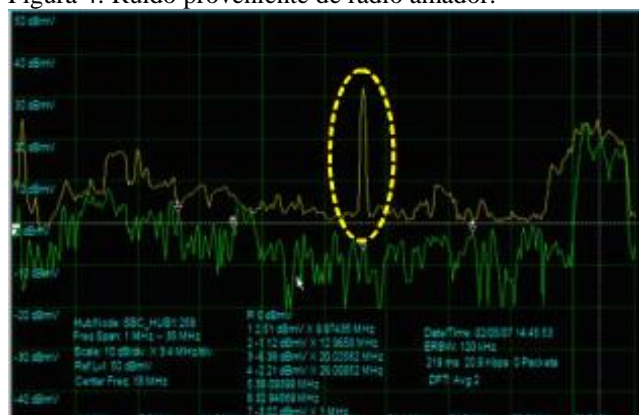
Figura 3: Ruído *Common Path Distortion* (CPD).



Fonte: NET Atenalms, 2020.

Common path distortion (CPD): O CPD, conforme mostra a Fig. 3, é uma distorção por intermodulação que acontece quando o espectro é desordenado por meio de uma junção não linear. A principal causa deste tipo de ruído são as oxidações de pontas de cabos ou conectores na rede de distribuição, aonde utiliza-se o cabeamento coaxial e passivos de rede externa. A inteiração entre os condutores e a camada de óxido que se forma cria uma estrutura semelhante à dos diodos, daí a denominação “efeito diodo”. Por exibir uma resposta não linear, o CPD se manifesta no espectro como componentes em frequência que se repetem periodicamente. Em redes CATV, essa repetição ocorre em intervalos de 6 MHz (largura dos canais).

Figura 4: Ruído proveniente de rádio amador.

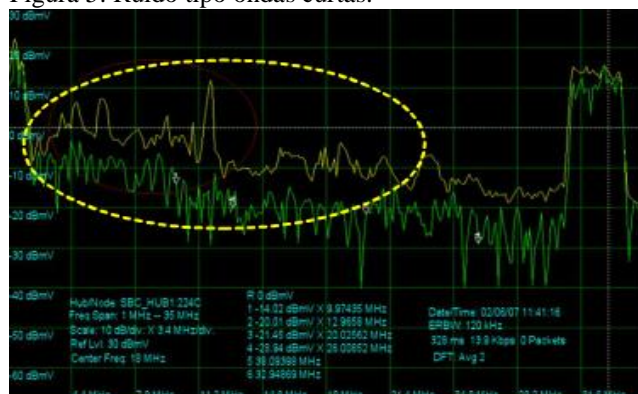


Fonte: NET Atenalms, 2020.

Rádio amador: Algumas bandas utilizadas em rádio amador coincidem com a frequência do *upstream*. O

ruído causado por rádio amador, conforme mostra a Fig. 4, apresenta características impulsivas, de forma que as portadoras apareçam em picos instantâneos. Esses picos ocorrem quando o operador do rádio aciona o mecanismo de transmissão para se comunicar. O sinal de rádio amador coincide com uma grande parte da faixa de frequência utilizada no canal de retorno, sendo assim mais suscetível para o ingresso de ruído desta espécie.

Figura 5: Ruído tipo ondas curtas.



Fonte: NET Atenalms, 2020.

Ondas curtas: A denominação “ondas curtas” compreende a faixa de 2 a 26 MHz, que é destinada a serviços de radiodifusão, polícia, bombeiros e rádio táxi. Pela faixa de frequência, a atenuação das ondas curtas é pequena, podendo afetar o *upstream*, principalmente no início da banda do retorno, ao penetrar na rede, conforme mostra a Fig. 5.

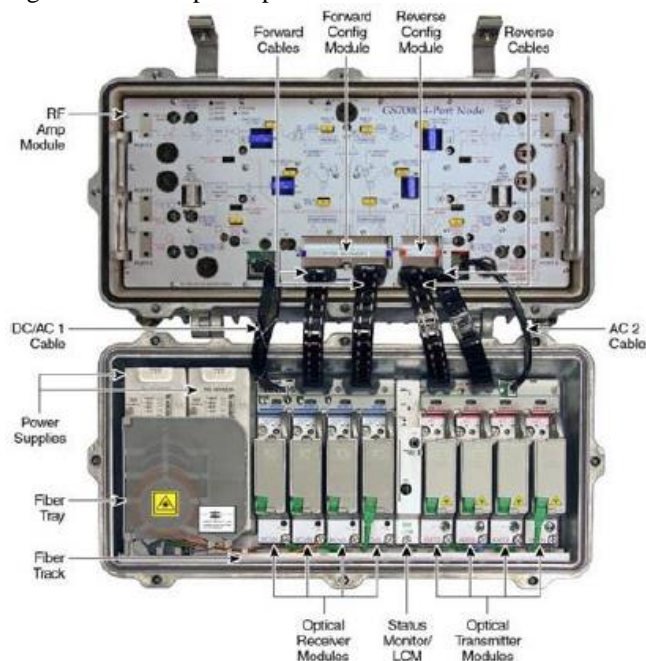
É importante mencionar que um mesmo transceptor óptico, equipamento responsável pela distribuição em topologia estrela no campo, visualizado na Fig. 6, pode ser afetado por mais de um tipo de ruído ao mesmo tempo.

Muitas são as causas e meios por onde os ruídos ingressam no canal de retorno e afetam assim, uma rede HFC. Dentre os vários ofensores de ruído, o maior destes segundo Razouk (2018), é o próprio cliente, o qual faz movimentações indevidas nos equipamentos e cabeamento, deixando assim a instalação fora do padrão e oferecendo oportunidade de ingresso de ruído na rede. Algumas das principais oportunidades de ingresso de ruído nas redes HFC advindos da rede interna dos clientes são: Conector coaxial sem torque, conector mal feito e fora do padrão, fissuras nas blindagens do cabo coaxial, equipamentos piratas utilizados de forma indevida na rede, equipamentos danificados gerando ruídos eletrônicos, passivos de atenuação danificados.

Outra oportunidade de ingresso de ruído se encontra no trecho que faz a distribuição do sinal em topologia estrela a partir do transceptor óptico com cabeamento coaxial, temos como principais oportunidades de ingresso: Conectores (*splicing*) dos cabos ponto 500 e ponto 750 mal feitos e fora do padrão, cabeamento com blindagem danificada, ativos e passivos de rede mal

encaixados ou danificados, finais de rede sem instalação de carga casada 75 Ω , a qual é utilizada para o casamento de impedância nos finais de rede.

Figura 6: Transceptor Óptico.



Fonte: CISCO, 2020.

Para manter a excelência dos serviços prestados pelas empresas de telecomunicações que utilizam redes HFC, existem algumas ferramentas e atividades que visam neutralizar este ofensor da qualidade de sinal.

Nagios. O monitoramento de rede é algo fundamental para garantir a disponibilidade e qualidade em qualquer tipo de rede de transmissão. A equipe responsável pelo *Headend* da empresa de telecomunicações deve efetuar constantemente o monitoramento dos níveis de SNR junto ao software Nagios, na Fig. 11 é possível visualizar a tela do supervisor durante um monitoramento de rede.

Segundo Razouk (2018), o Nagios é uma ferramenta de monitoria do canal de retorno, a qual utiliza a comunicação com o CMTS (*Cable Modem Termination System*) e envia as informações para um servidor que gera gráficos e alarmes durante o monitoramento. Através deste supervisor de rede é possível monitorar a todo instante os níveis de SNR de todos os transceptores ópticos de uma planta, e posteriormente encaminhar a equipe técnica as tratativas que se fazem necessárias realizar em campo, para então manter-se a transmissão dos serviços com qualidade e excelência.

Padrão de Instalação e Manutenção. Cada técnico recebe um treinamento intensivo teórico e prático, e as ferramentas necessárias para a correta execução das atividades antes de ir a campo. Durante as atividades deve-se executar a conectorização interna e externa conforme o

padrão estabelecido e posteriormente auditado pelo controle da qualidade.

Com o fim de evitar a possível intervenção dos clientes junto ao cabeamento interno, deixando assim uma vulnerabilidade na rede ao ingresso de ruído, deve-se instalar o conector *sleeve* em todos os terminais e a terminação trava *lock* em todos os pontos de ingresso da rede interna com o fim de inibir qualquer tipo de entrada possível.

Através do conector do tipo *sleeve*, o qual pode ser instalado e desinstalado nos equipamentos somente através da chave *sleeve*, conforme mostra a Fig. 7, ficam os clientes privados de manusear os equipamentos e cabeamentos internos, impossibilitando assim a oportunidade de ingresso de ruído na rede através do manuseio incorreto dos conectores e cabeamentos internos.

Figura 7: Conector e chave *sleeve*.



Fonte: Os autores, 2020.

Leakage. O objetivo do processo de *leakage* é detectar e sanar pontos de fuga e ingresso de sinal. Segundo Moraes (2006), isso é extremamente importante, pois o sinal que vaza das redes HFC interfere em outros serviços existentes no ar, alguns destes essenciais como os aeronáuticos. Ao mesmo tempo, pelo mesmo ponto irão ingressar na rede sinais externos que provocam interferências nos canais de vídeo e ruído no canal de retorno.

A unidade de medida utilizada em *leakage* é dB μ V, uma unidade logarítmica de medida de tensão muito utilizada nas tecnologias de rádio e televisão. Para o processo de *leakage*, além do mapa de rede, são necessários os seguintes equipamentos: *Leakage tagger* (LT1000), equipamento que fica no *headend* e gera uma modulação chamada de etiqueta eletrônica ou TAG (geralmente de 17 ou 23 Hz) que é inserida em um canal de vídeo; Um dos três tipos de antenas, Monopolo, dipolo ou veicular. O comprimento da antena também é importante, e se não for ajustado corretamente irá produzir leituras erradas. Se for necessário trocar o tipo de antena, deve-se fazer a calibração do novo tipo junto ao medidor;

CLI (*Cumulative Leakage Index*), visualizado na figura 8, equipamento de campo que faz a leitura da etiqueta eletrônica (TAG) inserida no canal de vídeo pelo *leakage tagger*.

A verificação de vazamento e ingresso na rede de TV a cabo é regulamentada e auditada pela Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) conforme mostra a norma 13/96 no Anexo 1, referente a serviço de TV a cabo.

Figura 8: Equipamento que faz a leitura em campo (CLI) e antenas veiculares.



Fonte: Contractor Essentials, 2020.

Se o processo de *leakage* não for executado adequadamente, teremos um aumento gradativo dos pontos de ingresso e fuga de sinal, gerando interferências e ruído no canal de retorno. Para o desenvolvimento do processo, o técnico irá percorrer o trecho em análise a pé ou com o auxílio de um automóvel, no caso do uso de automóvel, o técnico utilizará uma antena veicular específica. Além disso, a velocidade máxima do veículo deverá ser de 20 km/h. Durante o trajeto o técnico realiza as leituras com o medidor e identifica os ofensores. Após a identificação é realizado o procedimento de triangulação, ou seja, fazer um giro completo em torno do ponto de fuga mantendo-se as distâncias especificadas. Feito a confirmação e sendo possível a fuga será tratada, não sendo possível deverá ser encaminhado a equipe interna para posterior tratativa. Todos os pontos de fuga e valores medidos antes e após a tratativa deverão ser anotados junto ao *check list* da preventiva e arquivados por no mínimo 24 meses de acordo com a norma da Anatel.

Limpeza Massiva de Ruído. No processo de limpeza massiva de ruído, o objetivo principal é manter o

espectro de frequências (especialmente a faixa de retorno que trabalha de 5 a 42/85 MHz) livre de interferências que são prejudiciais ao fluxo de dados e consequentemente prejudicam o bom funcionamento dos serviços prestados pelas empresas de telecomunicações.

Se o processo não for executado adequadamente a rede terá um aumento gradativo dos pontos de ingresso e fuga de sinal, bem como o ingresso de ruído na faixa de retorno. Faz-se necessário a identificação do transceptor óptico ofensor da combinação antes de ir a campo executar a limpeza. No *Headend* que alimenta o node, é possível analisar através da conexão do analisador de espectro *Trilithic DSPT360* junto ao “teste point” do receptor de retorno. Nesta análise é possível identificar o transceptor óptico ofensor, coletar a curva de ruído, e posteriormente saber se o node possui ou não ruído elevado na faixa de retorno (5 a 42/85 MHz), o que causaria um dano elevado na transmissão.

Figura 9: Técnico efetuando validação junto ao transceptor óptico.



Fonte: Os autores, 2020.

Figura 10: Adaptador de engate rápido e filtro passa baixa conectado ao TAP.



Fonte: NET Atenalms, 2020.

Na limpeza massiva de ruído em campo utiliza-se o medidor de campo *Trilithic DSPT360*. Antes da investigação nos passivos é necessária a identificação da porta ofensora junto ao transceptor óptico, conforme Fig. 9, e posteriormente a identificação de todos os

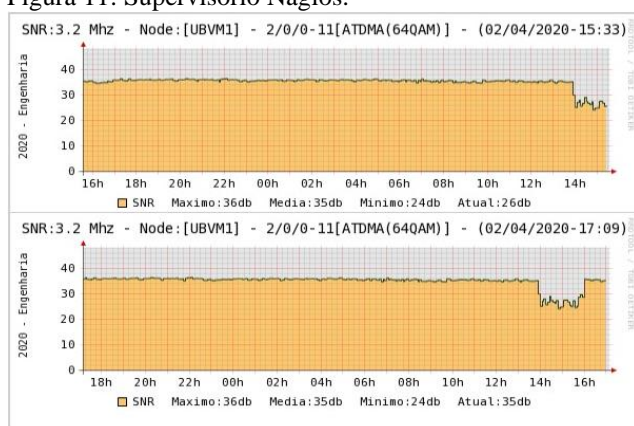
amplificadores em cascata da porta ruidosa. Na linha passiva é onde se concentra a maior parte dos ruídos em uma rede HFC, a investigação é feita TAP a TAP, verificando se o ruído está adiante ou não do ponto de medição. Isso é feito com o auxílio de um filtro passa baixa (*low Pass Filter*) conectado na porta KS não utilizada do passivo através de um adaptador de engate rápido KS/fêmea conforme Fig. 10. Com esse ponto de teste, conecta-se o equipamento de medição. Se o ruído estiver presente, significará que a fonte geradora estará localizada mais adiante do ponto de medida.

A limpeza massiva de ruído é um processo preventivo, mas também corretivo em determinados momentos. Através deste processo é possível identificar os ofensores, reparar pontos da rede que permitem o ingresso de ruídos, e eliminar assim seus agentes causadores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando como parâmetro de avaliação uma empresa conceituada no mercado de telecomunicações, que utiliza redes HFC, e que trabalha na modulação 64-QAM para a faixa de *upstream*, a qual segundo tabela 1, deve operar acima de 28 dB por padrão, foi possível identificar uma melhora significativa nos níveis de SNR do transceptor óptico denominado UBVM1, o qual foi tratado da maneira mais rápida e ágil possível com o propósito de minimizar os impactos negativos provocados pelo ruído ofensor. Apesar dos níveis de SNR demandarem uma operação de acordo com a tabela 1, esta empresa determina e adota como padrão os seguintes valores: abaixo de 28 dB inaceitável, entre 28 e 30 dB crítico, entre 31 e 32 dB bom, acima de 33 dB ótimo, isto com o fim de manter uma qualidade ainda maior com relação ao padrão operacional usual.

Figura 11: Supervisório Nagios.



Fonte: Os autores, 2020.

Na Fig. 11 é possível visualizar através do supervisório Nagios a ação de um ruído ofensor no node denominado UBVM1. Visualiza-se a queda nos níveis de SNR por volta de 14 horas e o restabelecimento dos níveis por volta de 16 horas, horário este que a equipe de rede

externa identificou e tratou o ofensor no referido transceptor óptico, executando conforme procedimento de limpeza massiva de ruído apresentado neste artigo.

Com a queda nos níveis de SNR, e consequentemente intermitências e falhas nas transmissões do sinal, um fator importante a se considerar, é o alto índice de visitas técnicas nas regiões afetadas por este ofensor da qualidade. Através da análise desta mesma empresa de telecomunicações conceituada no mercado, constatou-se que cada empresa terceirizada prestadora de serviços de manutenção em redes HFC recebe cerca de R\$ 10.500,00 mensais por cada técnico, contanto que o mesmo tenha uma produtividade acima de 4.8 visitas técnicas por dias trabalhados no montante final do mês. Cada técnico trabalha em média 25 dias no mês, calcula-se então que cada visita tem um custo na faixa de R\$ 85,00 para a operação, isso levando em consideração somente o serviço técnico prestado.

Dentre as opções propostas aos clientes para abertura de visita técnica, destaca-se de uma maneira extrema o contato feito pela central de atendimento. As ligações efetuadas junto a central de atendimento têm um custo na faixa de R\$ 9,00 se o cliente apenas falar na central eletrônica, e um custo na faixa de R\$ 13,00 se o cliente for direcionado para um atendente. Conclui-se então que uma visita técnica tem um custo médio de quase R\$ 100,00 para a companhia, valor este que pode ser multiplicado dezenas de vezes, caso a rede esteja vulnerável a ruídos diversos.

Tabela 2: Volumetria de ligações junto a central separadas por transceptores ópticos.

VOLUMETRIA DE LIGAÇÕES						
Clientes	Node	01/abr	02/abr	03/abr	04/abr	05/abr
151	UBEA2	2	0	0	0	0
151	UBERT2	1	0	0	0	1
152	UBMG1	0	0	0	1	0
154	UBEA4	1	3	0	0	1
155	UBMH2	1	0	0	1	0
156	UBLO2	3	1	3	0	3
157	UBVM1	3	11	4	3	1
157	UBAC1	0	0	0	4	0
160	UBRB1	1	1	0	1	0
162	UBMR3	0	1	1	0	1
166	UBCA2	1	2	1	1	4

Fonte: Claro Sisnet, 2020.

Através da Tab. 2 pode-se visualizar a volumetria de ligações junto a central de atendimento desta referida operação nos cinco primeiros dias do mês de abril do ano deste artigo. Foram utilizados como parâmetros, além do transceptor óptico tratado e já mencionado na Fig. 11, dez transceptores ópticos aleatórios nesta cidade, todos com praticamente a mesma quantidade de clientes ativos e conectados.

Percebe-se que no dia 02/04/2020, dia este em que o node UBVM1 foi impactado durante aproximadamente

02 horas por um ruído ofensor, conforme Fig. 11, houve um aumento considerável no volume de ligações junto a central de atendimento, volume este que poderia ser muito maior de acordo com a gravidade do ruído e tempo gasto na tratativa.

Analisando a Fig. 11 e Tab. 2, constata-se que além da satisfação dos clientes através do fornecimento de um serviço com qualidade e excelência, através das ferramentas e procedimentos utilizados para neutralizar ruídos ofensores, haverá também uma economia nos custos da operação com relação a visitas técnicas e ligações junto a central de atendimento.

CONCLUSÃO

Diante de um mercado cada vez mais disputado e com mais opções de escolha no mundo de telecomunicações, cabe as empresas prestadoras destes tipos de serviços entregar o mesmo com qualidade e eficiência. Cada cliente insatisfeito é um provável desconectado e difamador da qualidade do serviço prestado em um futuro próximo. O resultado disto pode ser visualizado na redução da receita da empresa através da perda de clientes insatisfeitos, e perda também de clientes que não adquiriram os serviços prestados pela empresa persuadidos pelas difamações lançadas ao público. Uma rede suscetível a ruídos externos possui uma maior geração de manutenções corretivas na área técnica, algo que gera um custo elevado para a companhia.

Neste artigo pode-se visualizar vários ruídos ofensores da qualidade de sinal e várias tratativas preventivas e corretivas com o propósito de eliminar este ofensor da qualidade. Com a implantação das ferramentas e procedimentos descritos neste artigo, as empresas de telecomunicações que utilizam redes HFC obterão uma redução nas manutenções técnicas, clientes satisfeitos com a qualidade dos serviços prestados, novos clientes persuadidos pela qualidade entregue, e consequentemente uma maior receita líquida para a companhia.

REFERÊNCIAS

ANATEL. Lei 13/96 - **Rev/97 de 14 de abril de 1997**. Serviço de TV a Cabo. Agência Nacional de Telecomunicações. Brasília, DF. Disponível em: <https://www.anatel.gov.br/Portal/verificaDocumentos/doc_umento.asp?numeroPublicacao=10293&assuntoPublicacao=Norma%20MC%20n%BA%2013/1996%20REV/97&ca_minhoRel=Cidadao-Biblioteca-Acervo%20Documental&filtro=1&documentoPath=bibliot eca/Normas/Normas_MC/Norma_01396_rev97.htm>. Acesso em: 07 mar. 2020.

CAMPOS, André Bruno Malatesta de; COSTA, Romualdo Monteiro de Resende. **Análise de infraestrutura HFC e GPON: Vantagens e Desvantagens na Distribuição de Serviços Integrados**. 2018. 18 f. TCC (Graduação) - Curso de Sistemas de Informação, Campus Academia,

Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora (cesjf), Juiz de Fora, 2018.

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_ edge/Nodes/GS7000/4015678_B.pdf>. Acesso em: 21 mar 2020.

CLARO Sisnet. 2020. **Elaborado Claro SA**. Disponível em: <<http://sisnet.rjo.virtua.com.br/index.php>>. Acesso em: 02 jun. 2020.

CONTRACTOR ESSENTIALS: TMG Test Equipment. **TMG. Test Equipment**. 2020. Disponível em: <<https://www.contractoressentials.com.au/Trilithic-Seeker-D-HFC-Leakage-Drive-Test-Kit>>. Acesso em: 31 maio 2020.

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

MORAIS, V. M. **Metodologia para Implantação de Serviços Digitais em uma Rede HFC Existente**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. Curitiba – 2006

NET *Atenalms*. 2019. **Elaborado Claro SA**. Disponível em: <<http://www.net.atenalms.com.br/Login.aspx?ReturnUrl=%2f>>. Acesso em: 05 abr. 2020.

RAZOUK, Rodolpho Hanna. **Ingresso de ruído no espectro de retorno em uma rede HFC**. 2018. 36 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – UNOPAR, Ponta Grossa, 2018.

ANEXO 1

Norma 13/96 (ANATEL).

8.2.11 IRRADIAÇÃO DO SINAL A irradiação do sinal a partir de qualquer ponto da rede não pode exceder aos valores abaixo indicados:

FAIXA DE FREQUÊNCIA (MHz)	LIMITE DE IRRADIAÇÃO		DISTÂNCIA EM METROS (m)
	(dBμV/m)	(μV/m)	
até 54 e acima de 216	23,5	15	30
acima de 54 até 216	26,0	20	3

8.4.3.8 Os testes relativos aos requisitos estabelecidos no item 8.2.11, nas faixas de frequências do serviço de radionavegação aeronáutica (108 - 137 MHz, 328,6 - 335,4 MHz e 960 - 1000 MHz), deverão ser realizados de três em três meses, abrangendo sempre, no mínimo, 75% da rede.

9 OPERAÇÃO DOS SISTEMAS DE TV A CABO Os sistemas de TV a Cabo deverão operar estritamente de acordo com todas as condições e requisitos estabelecidos na regulamentação do Serviço. 9.1 MONITORAÇÃO REGULAR A operadora deverá estabelecer um programa de monitoração das irradiações do sistema nas faixas de radionavegação aeronáutica, de acordo com o item 8.4.3.8 desta Norma. 9.1.1 A operadora deverá manter um registro de cada irradiação com valor superior ao limite estabelecido, com os dados referentes à data e ao local onde foi verificada, à data em que foi corrigida e à provável causa da irradiação. 9.1.2 Os registros devem ser mantidos arquivados por um período de dois anos e devem colocados à disposição do Ministério das Comunicações sempre que solicitado.