

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

CELSO RICARDO DE LEÃO LEON

**ANALISE DA CONFIABILIDADE DA TRANSMISSÃO DE SINAL DE
BANDA LARGA DE UMA EMPRESA DE TELECOMUNICAÇÕES.**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

BAGÉ - RS

2014

CELSO RICARDO DE LEÃO LEON

**ANALISE DA CONFIABILIDADE DA TRANSMISSÃO DE SINAL
DE BANDA LARGA DE UMA EMPRESA DE TELECOMUNICAÇÕES.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como exigência para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Pampa – Campus Bagé.

Orientador: Prof.Me Mauricio N. M. Carvalho.

Bagé - RS

2014

CELSO RICARDO DE LEÃO LEON

**ANALISE DA CONFIABILIDADE DA TRANSMISSÃO DE SINAL
DE BANDA LARGA DE UMA EMPRESA DE TELECOMUNICAÇÕES.**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado como exigência para a
obtenção do Título de Bacharel em
Engenharia de Produção da Universidade
Federal do Pampa – Campus Bagé.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Me Mauricio N. M. Carvalho
Orientador
Engenharia de Produção - Unipampa

Prof. Lochane Guimarães
Engenharia de Produção - Unipampa

Prof. Dr. Érico M. Hoff Do Amaral
Engenharia da Computação - Unipampa

Dedico este trabalho a Deus, que sempre está comigo, a minha esposa Tatiane e minha filha Vitória, pelo apoio, compreensão e motivação nestes anos de muitos desafios e finalmente chegar neste momento especial da minha vida.

AGRADECIMENTO

Agradeço ao Prof. Me Mauricio N. Macedo de Carvalho pela dedicação e orientação durante a elaboração deste trabalho.

Aos Professores que conduzem e conduziram o curso, onde sempre fui atendido nas minhas solicitações;

A todos os Professores que tive durante o curso e que me ajudaram, cada um de sua maneira a atingir meus objetivos e finalizar o curso.

Agradeço a todos os colegas que participaram comigo desta caminhada;

RESUMO

A necessidade cada vez maior da utilização de sistemas de informação por parte da população e das empresas públicas e privadas torna imprescindível a determinação da confiabilidade dos mesmos, assim como, descobrir pontos de melhoria em um sistema de transmissão de sinal para serviços de internet é de fundamental importância para uma empresa referência neste setor, continuar líder neste seguimento e manter seus clientes satisfeitos. Para isto, este trabalho propôs realizar o mapeamento do sistema de transmissão de sinal de internet distribuído via cabo, pela empresa, Net Serviços de Comunicação, na cidade de Bagé/RS, realizando a pesquisa de forma quantitativa em campo, com objetivo de identificar as falhas geradas no sistema de transmissão de Internet, onde foram utilizados como parâmetros os dados do período de setembro de 2012 à agosto de 2013, e para tal, foi utilizada a ferramenta, Análise de Árvore de Falhas ou Failure Tree Analysis (FTA), onde foram mapeadas as falhas ocorridas no período, dando origem a elaboração da árvore de falhas do sistema. Como resultado foram detectados os principais eventos que ocasionam a interrupção no sinal de internet, o que propicia uma reflexão em relação a possíveis ações para evitar ou minimizar tais eventos indesejáveis e elevar a confiabilidade do sistema.

Palavras-chave: Confiabilidade, Internet, FTA.

ABSTRACT

Each time the necessity of using information systems by people and public and private companies becomes indispensable in order to determine the companies reliability, as well as, finding improvements points within a signal transmission system of internet services is of main importance to a company which is reference in this sector, continue as the leader and keep its clients satisfied. To that purpose, this paper proposed to make the mapping of the internet signal transmission system, which is distributed via cable, by the company, Net Serviços de Comunicação, in Bagé/RS, by conducting a quantitative survey in such field, with identifying faults generated in the Internet transmission system, in which the data from the period between September/2012 and August/2013 was used as parameter, and, to make it possible, it was used the Failure Tree Analysis (FTA) tool, that mapped the failures occurred in that period, and that resulted in the elaboration of the system failure tree. As a result, it was detected the main events that caused the interruption of internet signal, and that propitiated a reflection regarding the possible measures to prevent or reduce such undesirable events, and thus, increase the reliability of the system.

Keywords: Reliability, Internet, FTA.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| FIGURA 1: Estrutura Geral da Internet em 1969..... | 15 |
| FIGURA 2: Estrutura Geral da Internet em 1976..... | 15 |
| FIGURA 3: Estrutura Geral da Internet em 2000..... | 16 |
| FIGURA 4: Mapa das cidades de atuação até 2012..... | 19 |
| FIGURA 5: Organograma Geral..... | 20 |
| FIGURA 6: Organograma da Operação Bagé..... | 21 |
| FIGURA 7: A Curva da banheira e os tipos de Manutenção..... | 26 |
| FIGURA 8: Eventos conectados através de um Operador Lógico..... | 29 |
| FIGURA 9: Principais eventos utilizados na Árvore de falhas..... | 30 |
| FIGURA 10: Principais Operadores Lógicos utilizados na Árvores de Falhas..... | 31 |
| FIGURA 11: Gráfico com nº de Clientes Banda Larga de 2011 à 2013..... | 33 |
| FIGURA 12: Gráfico do faturamento do 1º trim. 2013 do setor..... | 34 |
| FIGURA 13: Esquema de transmissão em rede com cabo coaxial..... | 38 |
| FIGURA 14: Esquema de transmissão em rede HFC, unidirecional..... | 38 |
| FIGURA 15: Esquema de transmissão em rede HFC, bidirecional..... | 39 |
| FIGURA 16: Diagrama Esquemático de transmissão para TV, Internet e fone..... | 39 |
| FIGURA 17: Diagrama Esquemático do sistema de transmissão de internet..... | 40 |
| FIGURA 18: Ilustração da rede externa..... | 41 |
| FIGURA 19: Ilustração da distribuição da rede HFC para os Nodes..... | 41 |
| FIGURA 20: Diagrama Esquemático – instalação em residência..... | 42 |
| FIGURA 21: Diagrama Esquemático – instalação em prédios..... | 42 |
| FIGURA 22: Diagrama Esquemático dos combinadores para envio de sinal..... | 43 |
| FIGURA 23: Diagrama Esquemático dos combinadores para retorno de sinal..... | 44 |
| FIGURA 24: Estrutura – Fibra Óptica..... | 45 |
| FIGURA 25: Estrutura – Cabo Óptico..... | 46 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| FIGURA 26: Modelo de cabo coaxial e seus componentes..... | 47 |
| FIGURA 27: Modelo de TAP´S e Divisores..... | 48 |
| FIGURA 28: Modelo de Conectores..... | 48 |
| FIGURA 29: Modelos de CMTS de diferentes fabricantes..... | 49 |
| FIGURA 30: Modelo de Transceptor Óptico..... | 50 |
| FIGURA 31: Modelo de Amplificador..... | 50 |
| FIGURA 32: Modelo e foto de fonte de alimentação..... | 51 |
| FIGURA 33: Modelos de Cable modems..... | 52 |
| FIGURA 34: Print do sistema “Outage” | 56 |
| FIGURA 35: Gráfico com percentual de falhas por equipamento..... | 61 |
| FIGURA 36: Gráfico com percentual de falhas no Amplificador..... | 61 |
| FIGURA 37: Gráfico com percentual de falhas no Link Embratel..... | 62 |
| FIGURA 38: Gráfico com percentual de falhas por evento de forma geral..... | 63 |
| FIGURA 39: Árvore de Falhas do Sistema de Transmissão de Internet..... | 64 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| TABELA 1: Velocidades de Internet para Empresas e residências..... | 21 |
| TABELA 2: Clientes Banda Larga no Brasil até Fev. de 2013..... | 34 |
| TABELA 3: Descrição das falhas ocorridas no período de ago/12 à set/13..... | 57 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABTA – Associação Brasileira de Televisão por Assinatura.

ANATEL – Agencia Nacional de Telecomunicações.

ANS – Advanced Network And Services.

ARPA – Advanced Research and Projects Agency.

EMBRATEL – Empresa Brasileira de Telecomunicações.

LNCC – Laboratório Nacional da Computação Científica.

SUMÁRIO

| | | |
|-------|------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 13 |
| 1.1 | Contextualização | 13 |
| 1.2 | A empresa Net Serviços de Comunicação S/A..... | 16 |
| 1.3 | Justificativa | 22 |
| 1.4 | Objetivo Geral..... | 22 |
| 1.5 | Objetivos Específicos..... | 22 |
| 2 | REFERENCIAL TEÓRICO..... | 23 |
| 2.1 | Confiabilidade | 23 |
| 2.2 | FTA – Análise de Árvore de Falhas (Failure Tree Analysis). | 26 |
| 2.2.1 | Simbologia utilizada na Análise de Árvore de Falhas. | 28 |
| 2.2.2 | Cálculo das Probabilidades | 31 |
| 2.3 | A Internet no Brasil | 33 |
| 2.4 | Tipos de Transmissão de Internet..... | 35 |
| 2.5 | Sistema de transmissão..... | 38 |
| 2.6 | Equipamentos utilizados no sistema de transmissão..... | 45 |
| 2.6.1 | Fibra Óptica | 45 |
| 2.6.2 | Cabo coaxial e passivos | 46 |
| 2.6.3 | Passivos | 47 |
| 2.6.4 | Conectores | 48 |
| 2.6.5 | CMTS (Sistema terminal de modems e cabos) | 49 |
| 2.6.6 | Transceptor..... | 49 |
| 2.6.7 | Amplificador | 50 |
| 2.6.8 | Fonte de Alimentação..... | 51 |
| 2.6.9 | Cable-modems | 51 |
| 3 | METODOLOGIA | 53 |

| | |
|-------------------------------------------------|----|
| 3.1 Método da pesquisa..... | 53 |
| 3.2 Seleção da abordagem de pesquisa..... | 54 |
| 3.3 Coleta e análise dos dados..... | 54 |
| 3.4 Limitações do método..... | 55 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES..... | 56 |
| 4.1 Estatística dos problemas apresentados..... | 57 |
| 4.2 Descrição das Falhas apresentadas..... | 58 |
| 4.3 Análise dos Resultados..... | 61 |
| 5 CONCLUSÓES..... | 65 |
| 5.1 Sugestões para pesquisas futuras..... | 66 |
| 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 68 |

1 INTRODUÇÃO

O desafio das empresas de telecomunicações em prestar serviços de qualidade sem interrupções determina um conhecimento detalhado da confiabilidade dos equipamentos utilizados para execução e conseqüentemente do processo gerador do sinal.

No atual ambiente competitivo, a prestação dos serviços de telefonia, internet e TV tornam-se cada vez mais necessários, não só para empresas, mas para todos os seguimentos da sociedade em geral, tendo em vista a variedade de informações, serviços e comércio disponíveis no meio virtual.

Este trabalho irá tratar da aplicação da ferramenta Análise de Árvore de falhas ou *Failure Tree Analysis* (FTA) no ambiente de transmissão de sinal de internet banda larga via cabo na cidade de Bagé, onde se pretende mapear o processo de transmissão, identificando os equipamentos utilizados desde a saída do sinal na central de distribuição (*Headend*) até a entrega do sinal na casa dos clientes.

1.1 Contextualização

O surgimento da internet, como grande parte das tecnologias, começou com fins militares e remetem a reação do governo dos Estados Unidos ao projeto Russo, *Sputnik*, em 1957, (ABREU, 2009, p. 1, 2). Durante a guerra fria, os Estados Unidos procuravam uma forma descentralizada de comunicação e armazenamento de dados, que mesmo tendo parte bombardeada, continuasse ativa. O início ocorreu a partir de um projeto da agência norte-americana *Advanced Research and projects Agency* (ARPA), vinculada ao Departamento de Defesa dos EUA, que tinha por objetivo fazer a conexão dos computadores de seu setor de pesquisas (esta interligação ocorreu em quatro instituições), no ano de 1969: Universidade da Califórnia, LA e Santa Barbara, Instituto de Pesquisa Stanford e Universidade de Utah e chamava-se ARPANET. Conforme (ABREU, 2009, p. 2, apud BRIGGS E BURKE, 2006, p. 301).

Na década de 70, pesquisadores desenvolveram o TCPIP (Transmission control protocol/ Internet Protocol) que é um grupo de protocolos criado nesta época e tornou-se a base da internet, até a atualidade. A Universidade da Califórnia de Berkley fez a implantação dos protocolos TCPIP ao sistema operacional Unix, tornando possível a integração de várias Universidades a ARPANET. Em 1979, com

a percepção da utilização da internet em âmbito comercial, surgiu o “*CompuServe*”, que foi o primeiro provedor de serviços comerciais on-line tendo como sócio o grupo Time/Warner. Esta percepção de “novo negócio” uniu grupos alemães e franceses à América On-Line (AOL), surgindo assim, o segundo provedor. Na sequência foi criado o “*Prodigy*”, terceiro provedor comercial on-line norte americano, e conforme conta (ABREU, 2009, p. 2, apud BRIGGS E BURKE, 2006, p. 301), os três provedores concorrentes tinham um conjunto de assinantes em 1993, que havia sido duplicado em dois anos, chegando a 3,5 milhões.

No início da década de 80, foram incorporadas outras redes de computadores de centros de pesquisas a ARPANET. Em 1985 a entidade americana Nacional Science Foundation (NSF) interligou sua rede de computadores a NSFNET, que no ano posterior interligou-se a rede ARPANET, formando a espinha dorsal da internet (backbone).

Neste momento a NSFNET e a ARPANET, junto a outras redes de computadores ligadas a elas formaram a INTERNET.

Em 1988, a NSFNET passou a ser mantida com apoio das Organizações, IBM e MCI (Empresa de Telecomunicações) e MERIT (Instituição responsável pela rede de computadores de Instituições Educacionais de Michigan), formando a Associação, *Advanced Network And Services* (ANS). Em 1990 com a desativação do backbone ARPANET, foi criado o backbone *Defense Research Internet* (DRI), também neste ano Timothy Berners-Lee escreveu o protocolo HTTP, que possibilita a transferência de páginas web para os navegadores, surgindo o *World Wide Web* (www).

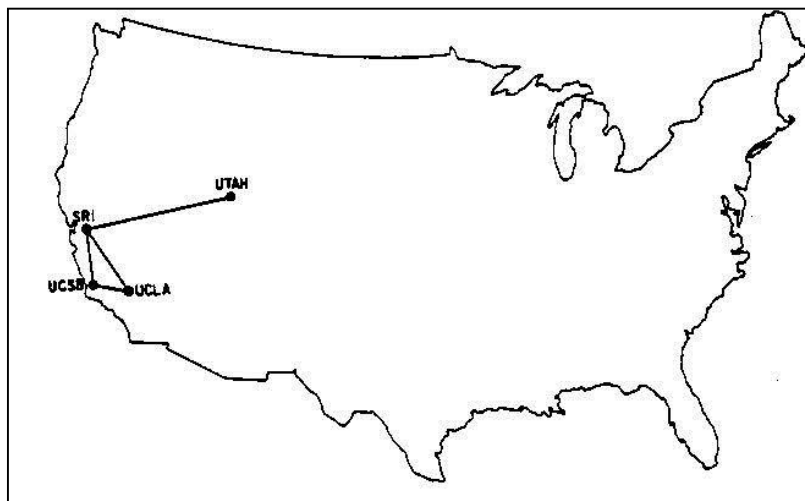
Nos anos de 1991/1992, a ANSNET torna-se o backbone principal da internet e neste mesmo período começa o desenvolvimento do backbone europeu (EBONE) que faz a interligação de alguns países europeus a internet.

Em 1993 surge, nos EUA, o primeiro navegador para internet, chamado Mosaic, que permitiu que a informação ficasse disponível de forma intuitiva e simples integrando recursos de multimídia às páginas da internet e com a utilização do protocolo Http, (PERSEGONA, 2008). Neste ano, a internet deixou de ser uma instituição apenas acadêmica e passou a ser explorada comercialmente, seja para construção de novos backbones privados (PSI, UNET, SPRINT) como para a utilização em serviços diversos em âmbito mundial. (HALABY, 2001), (TECMUNDO, 2013).

As Figuras 1 e 2 demonstram a evolução da rede ARPANET, começando no

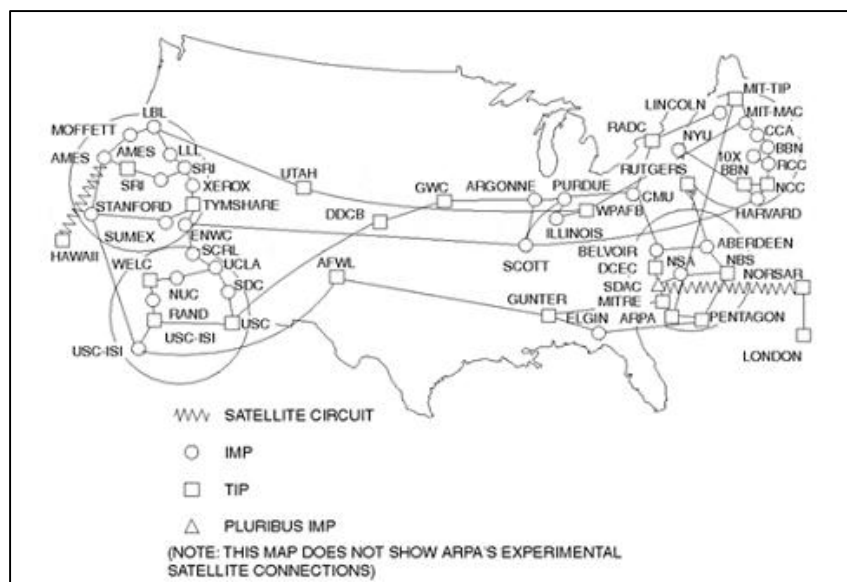
ano de 1969 e as conexões no ano de 1976, enquanto a Figura 3 demonstra a estrutura da internet nos Estados Unidos no ano 2000.

FIGURA 1: Cidades conectadas pela rede ARPANET, ano de 1969.



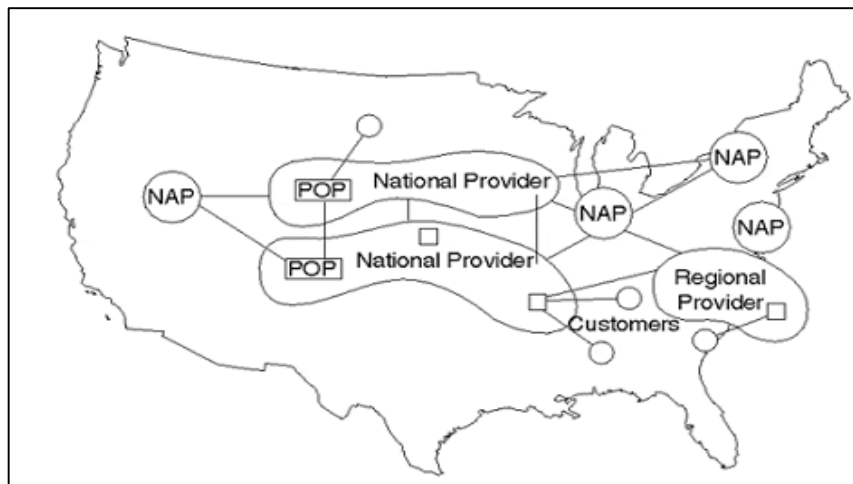
Fonte: ARPANET Maps

FIGURA 2: Cidades conectadas pela rede ARPANET, ano de 1976.



Fonte: ARPANET Maps

FIGURA 3: Estrutura geral da Internet no ano 2000.



Fonte: ARPANET Maps

A chegada da internet no Brasil ocorreu em 1988, onde esta conexão foi possível através da rede Bitnet (*Because It's Time Network*), rede de Universidades fundada em 1981 que ligava a Universidade da Cidade de Nova York (CUNY) à Universidade Yale, em Connecticut. A primeira conexão no Brasil foi do Laboratório Nacional da Computação Científica (LNCC) que conseguiu fazer conexão com a Universidade de Maryland, acessando a Bitnet. Ainda neste ano em São Paulo a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) se conectou ao *Fermilab National Accelerator Labory*, em Illinois nos Estados Unidos. No ano de 1990 foi criada a rede nacional de pesquisa (RNP) pelo Ministério da Ciência e Tecnologia, objetivando a implantação de uma infraestrutura com abrangência nacional para o serviço de internet. (BAKANOUICHE, 1997), TECMUNDO (2013).

1.2 A empresa Net Serviços de Comunicação S/A

A empresa Net Serviços de Comunicação S/A, objeto de estudos deste trabalho na sua operação (filial) de Bagé, é a maior empresa multisserviços via cabo da América Latina, disponibilizando serviços de TV por assinatura em alta definição, banda larga e telefonia, e teve sua evolução histórica conforme linha do tempo descrita abaixo, informações retiradas do portal. (NETONLINE, 2013).

1990: Inicia suas atividades no Brasil, após a compra de pequenas operadoras de TV e algumas licenças, na cidade de Campo Grande MS com aproximadamente cem

assinantes;

1992-1993: São compradas sete operadoras/licenças: seis em São Paulo e uma em Goiás. Cada uma delas com cerca de 2 mil assinantes. Com a expansão do negócio, é necessário encontrar novos sócios para trazer mais recursos e expertise à programação;

1997 - Acelera-se a expansão da rede de cabos e são adquiridas outras operadoras: NET BH, NET Anápolis e NET Piracicaba. A empresa aumenta sua participação na NET Rio e torna-se a maior operadora de sistema múltiplo de televisão por assinatura (MSO) do Brasil.

1998-1999 - São incorporados os principais ativos, passivos e operações da GloboCabo Participações S.A, subsidiária e operadora de MSO da GloboCabo Holding. A GloboCabo Holding aumenta sua participação acionária por meio da conversão de ações da GloboCabo Participações S.A. em novas ações. A empresa, até então conhecida como Multicanal Participações S.A., muda sua denominação social para GloboCabo S.A. As duas "MSO's" controladas pela GloboCabo Holdings são unificadas na GloboCabo S.A;

2000 - A Globo Cabo compra a Vicom, que reunia mais de 3 mil estações terrestres de telecomunicação por satélite instaladas no Brasil. O que representa um salto para a entrada no mercado de transmissão de dados que permite explorar mais as combinações resultantes entre sua extensa rede de cabos urbana e a nova rede de satélites. Em setembro, a NET Sul (segunda maior operadora de cabo do país), que contava com 374,1 mil assinantes e 1.125,4 mil domicílios cabeados, também é incorporada;

2001 - Em junho, a Globo Cabo assina com a Bovespa o Contrato de Adoção de Práticas Diferenciadas de Governança Corporativa - Nível 1. A empresa adota práticas que reduzem possíveis conflitos de interesses entre acionistas e responsáveis por sua gestão e mantém alto padrão em transparência no relacionamento com a comunidade financeira;

2002 - Em maio, a denominação social da empresa passa a ser NET Serviços de Comunicação S.A. O objetivo é associar seu nome à marca pela qual é conhecida entre os clientes. Em junho, assina com a Bovespa o contrato de Práticas Diferenciadas de Governança Corporativa - Nível 2 e torna-se uma das pioneiras na adoção de práticas mais rígidas de transparência no relacionamento com o mercado de capitais;

2005 - A Telmex (empresa do grupo América Móvil) adquire 49% de participação na Globo Participações, sociedade que conta com a participação de 51% das Organizações Globo. A Telmex passa a integrar junto com a Globo Participações o novo bloco de controle da Net Serviços. Neste ano a empresa passa a oferecer serviço de internet banda larga via cabo, chamado Mega Flash;

2006 - Em parceria com a Empresa Brasileira de Telecomunicações S.A. (Embratel), lança o serviço NET Fone via Embratel, que marca sua entrada no mercado de "triple play": oferta conjunta de serviços de vídeo, voz e dados transmitidos por um único cabo;

2007 - A empresa incorpora as operações da Vivax e começa a oferecer canais em alta definição (HD) na sua grade de programação. Cresce sua participação no mercado e ganha força no interior de São Paulo e Rio de Janeiro. O ano fecha com 2,475 milhões de clientes (crescimento de 16% em relação a 2006). Entre 2006 e 2007, o NET Fone via Embratel destaca-se com aumento de 212% na base. Torna-se a primeira empresa brasileira a abrir o pregão da Bolsa Eletrônica Nasdaq, em Nova Iorque (EUA), comemorando os 11 anos de abertura de capital;

2008 - Adquire a Big TV e incorpora cerca de 110 mil clientes de TV a cabo, 56 mil de Internet banda larga e uma rede de 3 mil km de cabos que cobrem 409 mil domicílios nas cidades de Guarulhos, Valinhos, Botucatu, Jaú, Sertãozinho, Marília (em São Paulo), Ponta Grossa, Cascavel, Cianorte, Guarapuava (no Paraná), Maceió e João Pessoa;

2009 - A NET compra a ESC 90 e passa a atuar em Vitória e Vila Velha, no Espírito Santo. Com isso, ela está presente em 93 cidades brasileiras localizadas em 14 Unidades da Federação: 13 Estados mais o Distrito Federal. São mais de 3,7 milhões de clientes de TV por assinatura (50% do mercado brasileiro), 2,8 milhões de internet Banda Larga (38%) e 2,5 milhões de voz com o NET Fone via Embratel. Sua rede de cabos tem mais de 47 mil km de extensão e atende mais de 10,7 milhões de domicílios. A empresa totaliza aproximadamente 24 mil colaboradores entre diretos e indiretos;

2010 - Antenada com as necessidades de seus clientes, realiza a primeira transmissão ao vivo em 3D do Brasil;

2011 – São disponibilizadas velocidades de até 100 mega e o serviço de vídeo sob demanda NOW;

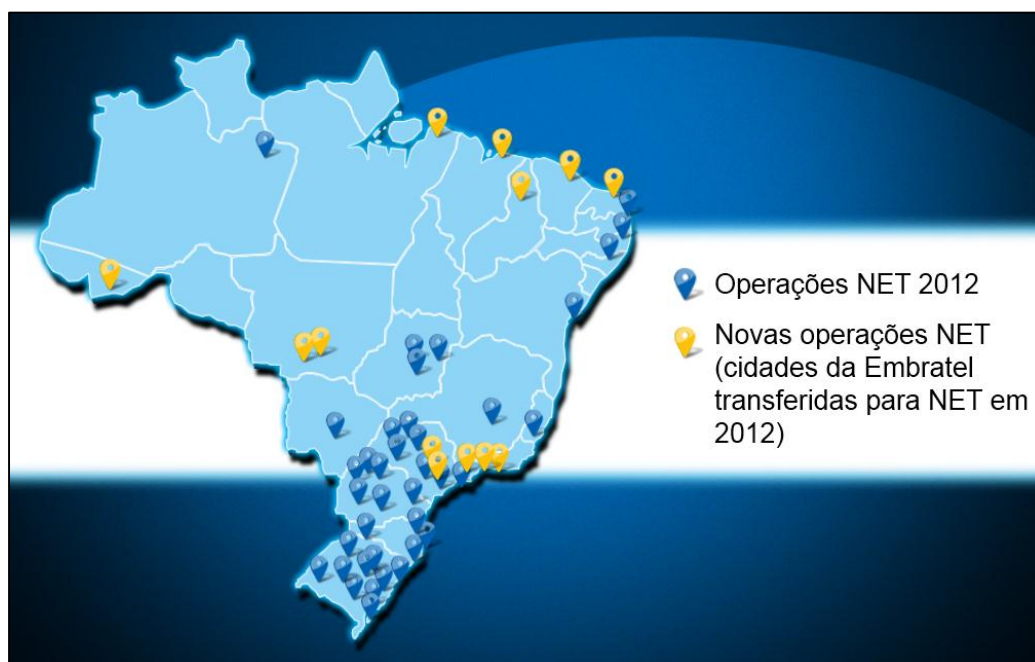
2012– A empresa Net Serviços passa a ser controlada pelo grupo mexicano, América

Móvil, onde no Brasil possui as empresas Net, Claro e Embratel.

A filial Bagé começou suas atividades no ano de 1995, operando somente com sinal de TV por assinatura no sistema analógico. No ano de 2005 passou a disponibilizar o serviços de internet Banda larga e telefonia, junto ao serviços de TV analógico, no sistema híbrido, que utiliza fibra ótica e cabo coaxial. Em fevereiro de 2013 foi inaugurado o serviço de TV por assinatura digital, disponibilizando canais HD na programação. Atualmente conta com 30 colaboradores no quadro de funcionários, divididos nas áreas: Comercial, Técnica, Administrativo e Gestão de clientes.

A Figura 4, mostra o mapa das mais de 150 cidades de atuação da empresa até o ano de 2012, onde as marcações em azul representam operações da Net e em amarelo, operações da Embratel que foram transferidas para Net, em função da união das empresas.

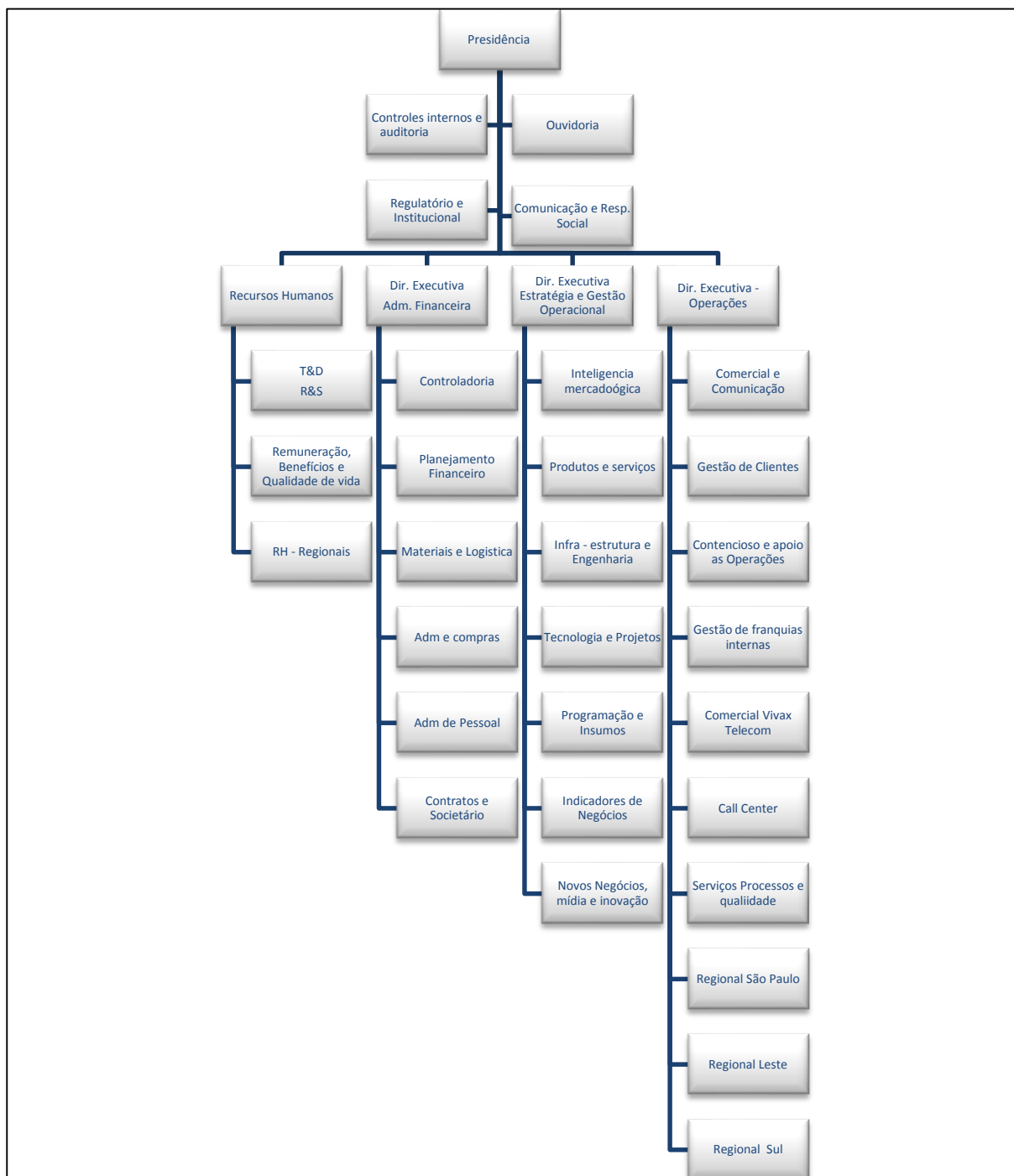
FIGURA 4: Mapa das Cidades de atuação da Empresa até o ano de 2012.



Fonte: Treinamento – integranet 2013

Segue na Figura 5, o organograma da empresa na sua forma geral, incluindo presidência, diretoria, divisão das Regionais e as principais áreas da empresa.

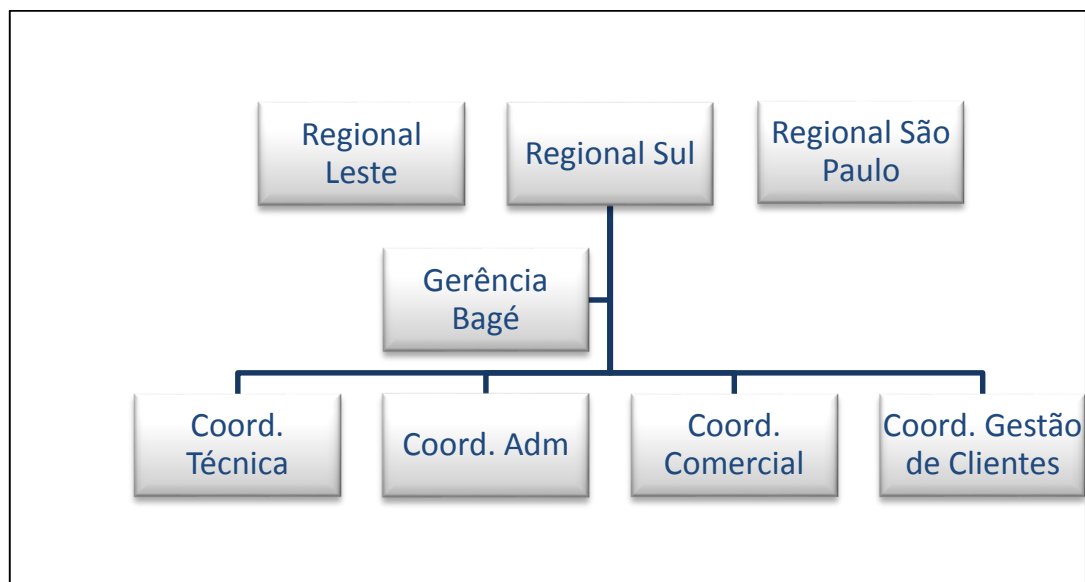
FIGURA 5: Organograma Geral.



Fonte: Disponível em: <http://netonline/institucional/organograma> (página Intranet)

A Figura 6, demonstra o organograma da operação Bagé, composto pelas áreas de Gerência, Técnica, Comercial, Administrativa e Gestão de clientes.

FIGURA 6: Organograma da Operação Bagé



Fonte: Disponível em: <http://netonline/institucional/organograma> (página Intranet)

Na Tabela 1, são demonstradas as velocidades de serviço de banda larga, disponibilizados, para residências e empresas, com as informações de velocidade de envio e recebimento de dados, tipo de tecnologia utilizado e tipo de equipamento.

TABELA 1: Velocidades disponibilizadas pela Empresa – março/2014

| Virtua Residencial | Download | Upload | Consumo | IP | DOCSIS | Modem |
|---------------------------|-----------------|---------------|----------------|-----------|---------------|--------------|
| 1 Mega | Até 1 Mbps | Até 500 Kbps | 20 GB | Dinâmico | 2.0 | s/ wi-fi |
| 10 Mega | Até 10 Mbps | Até 1Mbps | 80 GB | Dinâmico | 2.0 | c/ wi-fi |
| 30 Mega | Até 30 Mbps | Até 2 Mbps | 100 GB | Dinâmico | 2.0 | c/ wi-fi |
| 60 Mega | Até 60 Mbps | Até 3 Mbps | 100 GB | Dinâmico | 3.0 | c/ wi-fi |
| 100 Mega | Até 100 Mbps | Até 3 Mbps | 150 GB | Dinâmico | 3.0 | c/ wi-fi |
| Virtua Empresa | Download | Upload | Consumo | IP | DOCSIS | Modem |
| 10 Mega | Até 10 Mbps | Até 1 Mbps | 100 GB | Fixo | 2.0 | c/ wi-fi |
| 30 Mega | Até 30 Mbps | Até 3 Mbps | 130 GB | Fixo | 2.0 | c/ wi-fi |
| 60 Mega | Até 60 Mbps | Até 3 Mbps | 150 GB | Fixo | 3.0 | c/ wi-fi |

Fonte: <http://netcombo.com.br/internet>

1.3 Justificativa

A internet tornou-se um item indispensável para comunicação, e desta forma as empresas de serviço que disponibilizam o sinal devem possuir um alto nível de confiabilidade neste sistema, sendo assim, estudos que aprofundem o conhecimento sobre a confiabilidade nesta área são de suma importância para o atendimento as demandas comerciais e pessoais de seus clientes.

1.4 Objetivo Geral

Analisar a confiabilidade do sistema de transmissão de internet, via cabo, na cidade de Bagé, com o uso da ferramenta FTA (Análise da Arvore de Falhas).

1.5 Objetivos Específicos

- a) Apresentar a forma de transmissão de sinal de banda larga;
- b) Levantar dados históricos de falhas no sistema;
- c) Mapear os componentes do sistema de transmissão de sinal de internet;
- d) Aplicar a ferramenta FTA (Análise de Árvore de Falhas);

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Confiabilidade

No ambiente atual onde vivenciamos uma economia globalizada, se faz necessário entregar produtos e serviços com desempenho satisfatório e com valores aceitáveis e competitivos. Kardec (2002, p.45) define confiabilidade como sendo a “confiança” de que um componente, equipamento ou sistema realize sua função básica, durante um tempo preestabelecido, sob condições de operação padronizadas.

Lafraia (2001, p.2) conceitua confiabilidade como a probabilidade de que um componente ou sistema funcionando dentro dos limites especificados de projeto, não falhe durante o período de tempo previsto para sua vida, dentro das condições de agressividade ao meio, onde esta definição possui quatro fatores básicos:

1. A confiabilidade ser quantificadas em termos de uma probabilidade;
2. Determinação do desempenho exigido ao produto, onde as especificações do produto devem ser definidas em detalhes, pois se as condições de utilização não estiverem especificadas, a confiabilidade fica alterada;
3. Determinação do tempo de operação exigido entre falhas, pois é notório que o tempo de uso de um produto interfere na sua confiabilidade;
4. Definição do ambiente e suas condições em que determinado equipamento deve funcionar. Pelo menos uma faixa de características deve ser definida, onde se deve levar em conta, dependendo do produto: umidade, vibrações, temperatura, impurezas, incidências de luz, choques, onde caso não sejam observados estes aspectos, não teremos uma identificação de confiabilidade correta.

A seguir é apresentada a evolução histórica da confiabilidade conforme (FOGLIATTO, 2009, p. 3 *apud* KNIGHT,1991). O conceito de confiabilidade em sistemas técnicos começou a ser introduzido há mais de 50 anos. Este conceito ganhou um significado tecnológico após a Primeira Guerra Mundial, onde foram realizados comparativos em aviões com um, dois ou quatro motores. Nos final dos anos 50 e início dos anos 60, os americanos mantiveram seu foco no desenvolvimento de mísseis intercontinentais e em pesquisas espaciais, estes acontecimentos foram impulsionados pela Guerra Fria.

A confiabilidade foi impulsionada em 1963, pela corrida em enviar a primeira

missão tripulada à lua, tendo em vista os riscos envolvidos. Também neste ano surgiu nos Estados Unidos, a primeira associação que reunia Engenheiros de confiabilidade e o primeiro periódico publicado para divulgação de trabalhos na área, o IEEE (*Transactions on Reliability*). Na década de 70, as pesquisas de confiabilidade focaram no estudo de riscos associados à construção de Usinas Nucleares. Essas aplicações associadas a Engenharia de Produção foram elencadas por (FLOGLIATTO, 2009 p. 4 *apud* RAUSAND & HOYLAND, 2003) nas seguintes áreas: análises de riscos e segurança, qualidade, otimização da manutenção, proteção ambiental e projeto de produtos.

Conforme Lafraia (2001, p.7), à partir dos anos 80, observou-se que os países que detinham a tecnologia de ponta, passaram a utilizar as técnicas de análise de confiabilidade em diversos setores de engenharia e o setor eletro energético. No Brasil, foi verificada uma utilização prática da confiabilidade nos setores, elétrico, telecomunicações, de armamento e nuclear.

Segue abaixo as definições sobre os termos utilizados na análise de confiabilidade, segundo Lafraia (2001, p. 11), e que serão utilizadas durante a coleta de dados e desenvolvimento do trabalho com a ferramenta FTA:

- a) **Confiabilidade:** probabilidade de que um componente, equipamento ou sistema exercerá sua função sem falhas, por um período de tempo previsto, sob condições de operação específica;
- b) **Item:** designação para qualquer parte, subsistema, sistema ou equipamento que possa ser considerado de forma individual e possa ser testado de forma individual;
- c) **Item não reparável:** item que não é recuperado nem repostado após ocorrência de uma falha, mediante processo de análise de confiabilidade;
- d) **Componente:** É um item que pode falhar somente uma vez. Um sistema reparável pode ser reparado pela substituição dos componentes falhos;
- e) **Função:** Toda e qualquer atividade que o item desempenha, sob o ponto de vista operacional;
- f) **Falha:** Perda de uma função;
- g) **Falha funcional:** Incapacidade de qualquer item atingir o desempenho esperado;
- h) **Causa de falha:** Circunstância que induz ou ativa um mecanismo de falha;

- i) **Modo de falha:** Conjunto de efeitos pelos quais uma falha é observada;
- j) **Vida útil:** Intervalo de tempo durante o qual um item desempenha sua função com a taxa de falha específica, ou até a ocorrência de uma falha não reparável;
- k) **Redundância:** São chamados redundantes, dois ou mais órgãos realizando funções semelhantes, tais que a falha de um só deles não provoca um certo de conjunto de falhas de desempenho, enquanto a falha de todos provoca;
- l) **Falha de Modo Comum:** São chamadas de falhas de modo comum porque são falhas de mesmas características e que, ocorrendo em mais de um canal redundante, levam o sistema global a falhar.

Fogliatto (2009, p. 6) apresenta os principais conceitos associados à confiabilidade tendo como base principal o texto das normas NBR ISSO-8402 (1994), sendo eles: qualidade, disponibilidade, manutenibilidade, segurança e confiança.

- a) **Qualidade:** é definida como o total de características e aspectos de um produto ou serviço que tornam a possível a satisfação de necessidades implícitas e explícitas associadas ao produto ou serviço;
- b) **Disponibilidade:** se define como a capacidade de um item, mediante manutenção indicada, desempenhar a função requerida por um determinado período de tempo. Este conceito varia, dependendo da capacidade de reparo de uma unidade;
- c) **Mantenabilidade:** pode ser definida como a capacidade de um item ser mantido ou recolocado em condições de executar suas funções requeridas, mediante condições preestabelecidas de uso, sendo submetido à manutenção sob condições predeterminadas e usando recursos e procedimentos padrão;
- d) **Segurança:** se define como a impossibilidade de condições que possam causar morte, dano ou doenças ocupacionais a pessoas, bem como dano ou perda de equipamentos ou de propriedade;
- e) **Confiança:** é possível considerar os conceitos de confiança e confiabilidade como análogos, no entanto, o termo confiança estaria ligado a um conceito mais amplo, não estritamente probabilístico de confiabilidade.

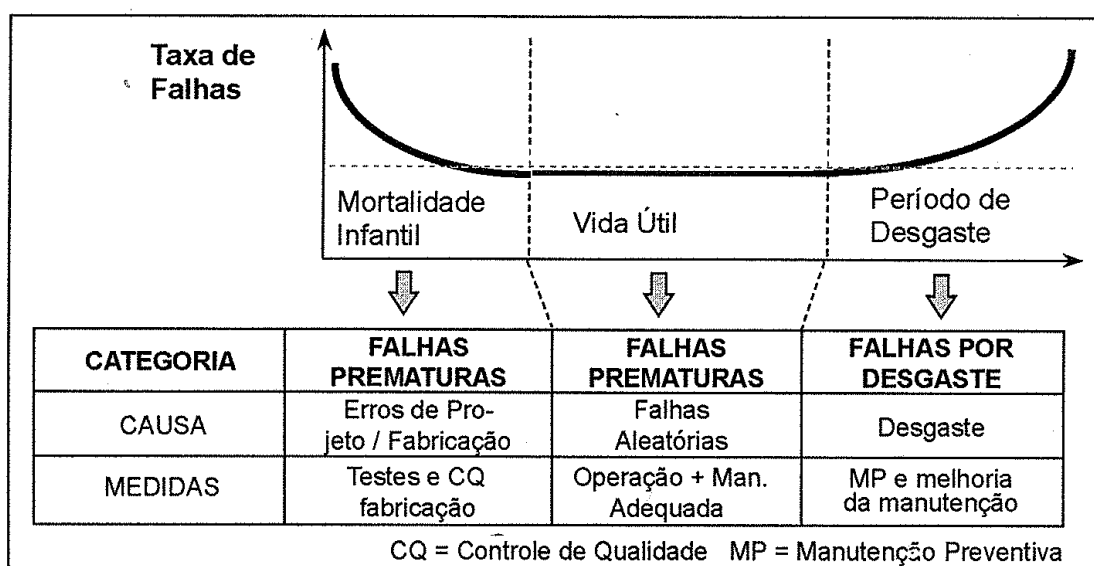
Em relação as fases da vida de um componente, Lafraia (2001, p.2) e outros

autores descrevem a curva da banheira, onde o componente apresenta três períodos de vida: mortalidade infantil, período de vida útil e período de desgaste.

No período de mortalidade infantil, ocorrem as falhas prematuras, onde estas falhas são decrescentes. Quanto ao período de vida útil, o mesmo é caracterizado por taxa de falhas constantes e estas falhas são normalmente de caráter aleatório, pouco podendo ser feito para que não aconteçam.

O período de desgaste é iniciado com o término da vida útil do equipamento e a taxa de falhas cresce continuamente.

FIGURA 7: A curva da Banheira e os tipos de Manutenção.



Fonte: Kardec (2002, p. 44)

2.2 FTA – Análise de Árvore de Falhas (Failure Tree Analysis).

A ferramenta FTA é considerada uma técnica analítica para realizar análise de confiabilidade e segurança e tem sua utilização amplamente usada para produtos complexos, como: ar condicionado, fogões, refrigeradores, automóveis, aviões e outros, onde sua utilização nestes produtos tem a finalidade de determinar os pontos onde sejam possíveis realizar melhorias ou alterações para tornar o produto mais robusto, utilizando uma abordagem sistêmica, interligando as percepções dos clientes e as causas dos problemas dentro da estrutura do produto analisado, (SCAPIM, 2007, p. 67). Para o mesmo autor, o FTA é considerado uma das melhores opções de ferramentas para abordagem sistêmica na análise dos problemas de organização das

empresas.

Segundo Fogliatto (2009, p. 201), uma árvore de falhas é uma técnica analítica que mostra as condições que resultam um estado que não se deseja, no sistema (evento de topo). A árvore de falhas se apresenta na forma de um diagrama lógico que representa as combinações de falhas nos componentes de um sistema e que acabam determinando a falha no sistema global.

Para Lafraia (2001, p.123) o FTA, pode ser um tipo de análise quantitativa como qualitativa, onde a análise quantitativa, tem o propósito de encontrar a possibilidade de que o evento aconteça enquanto na análise qualitativa o propósito é determinar as causas básicas de um acontecimento ou a sequência que o determinou.

A aplicação da Análise de Árvore de Falhas tem por objetivo determinar a possibilidade de que algum evento indesejado ocorra através da construção de um diagrama lógico.

Os benefícios da utilização desta ferramenta são descritos conforme, Scapim (2007, p. 67); Lafraia (2001, p.123, 124):

- a) Conhecer o sistema e sua confiabilidade de forma detalhada;
- b) Encontrar falhas únicas, cujas ocorrências levam ao evento topo, e acabam desencadeando eventos catastróficos e de uma sequência de eventos com maior possibilidade de acontecerem;
- c) Pode ser realizado em níveis de complexidade de graus diferentes;
- d) Possibilita encontrar partes críticas para realização de testes de produtos;
- e) Ferramenta de fácil comunicação visual;
- f) Possibilita encontrar falhas potenciais de difícil detecção;
- g) Possibilita determinar um planejamento de manutenção de equipamentos com foco em confiabilidade;
- h) Possibilita determinar o nível de estoque de peças de reposição de uma máquina, utilizando as informações de possibilidade de quebra;
- i) Possibilita incluir diminuição de custos no produto sem prejuízo no desempenho;
- j) Possibilita a determinação de metas dentro da realidade da confiabilidade do produto mesmo na fase de desenvolvimento, e que possibilitar encontrar o custo de garantia;
- k) Possibilita a realização de teste do produto no seu meio de atuação, o que representara uma visão da qualidade deste produto;

- l) Determina os caminhos em que uma falha de produto/maquinário pode determinar a ocorrência de um acidente;

Os tipos de falhas podem ser descritas como: falha primária que é resultante da ineficiência de um componente que está trabalhando nas condições normais de operação, também pode ocorrer falha de comando, que acontece quando um componente ou sistema apresenta um resultado fora do que se espera por parte do operador e este fato acontece em função de uma ordem errada, sendo que este componente ou sistema está realizando trabalho dentro de suas condições normais de operação. Pode também ocorrer uma falha secundária, que acontece quando um sistema ou componente está realizando trabalho fora das suas especificações ou condições de operação, sendo que estas alterações de condições pode ser em virtude de temperatura anormal, pressões elevadas ou baixas demais, cargas em excesso, velocidades muito altas ou baixas demais, variações de correntes elétricas, falta de limpeza e outros, Scapim (2007, p. 62):

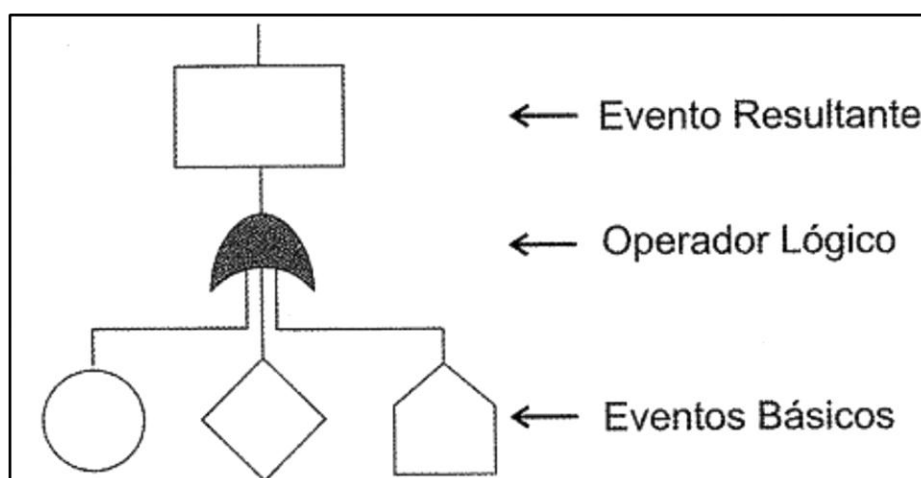
A elaboração da análise de árvores de falhas envolve cinco etapas principais:

- 1) Fazer o diagrama de árvore de falha;
- 2) Reunir dados básicos de falha;
- 3) Calcular probabilidades;
- 4) Determinar criticidade e;
- 5) Formular ações corretivas e recomendações.

2.2.1 Simbologia utilizada na Análise de Árvore de Falhas.

Para a elaboração da Árvore de Falhas, é necessário a utilização de símbolos que identificarão diferentes tipos de eventos, bem como diferentes operadores lógicos. A utilização desta simbologia torna fácil entender raciocínios complexos que são representados de forma gráfica e simplificada. (FOGLIATTO, 2009). Na figura 8, são apresentados símbolos que representam um trecho da árvore de falha, onde podem ser observados eventos conectados conforme um operador lógico.

FIGURA 8: Eventos conectados através de um operador lógico.



Fonte: Fogliato (2009, p. 201)

Na Figura 9, Scapim (2007, p. 74, 75); Fogliato (2009, p.201), são apresentados os eventos utilizados com maior frequência, o retângulo, sinalizando que a falha intermediária ocorrida é o resultado da combinação de mais de uma falha que é desdobrada por meio da associação permitida pelas portas lógicas, o círculo que representa uma falha básica de um componente, além de indicar o limite de resolução da árvore e tem como objetivo calcular o evento topo de uma árvore de falha, onde os elementos contidos no dentro do círculo são chamados de eventos básicos.






No símbolo diamante os eventos representados são desenvolvidos em função da falta de informação e com frequência estes eventos são removidos da árvore antes de se efetuar uma análise quantitativa, sua utilização é feita no desenvolvimento inicial da árvore de falhas como meio de comunicação técnica.

O evento casa dos eventos representa tipos de eventos que podem ou não ocorrer em virtude de ser acionado ou não, onde o uso mais comum baseia-se nos estudos de uma máquina, um automóvel ou sistemas incluídos em variados cenários de utilização de um produto, como por exemplo a utilização de um gerador, na condição energizada ou não.

O evento triângulo de transferência é utilizado para evitar a repetição de um certo desdobramento de uma falha que pode ocorrer em diversas portas, onde existem dois tipos de triângulos de transferência, o que transfere dados, representado por um

linha lateral conectada a uma porta lógica e o que recebe os dados transferidos representado por uma linha superior conectada a uma porta lógica ao vértice superior.

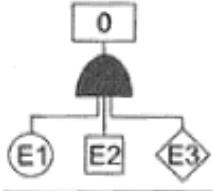
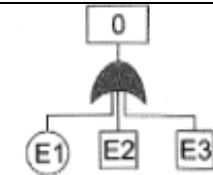
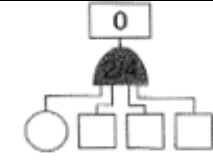
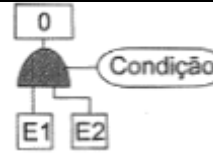
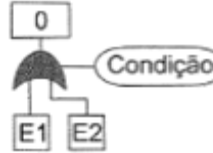
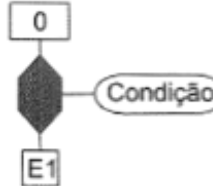
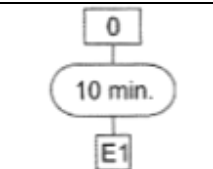
FIGURA 9: Principais eventos utilizados em árvores de falhas.

| | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Retângulo | Evento que resulta da combinação de vários eventos básicos. Pode ser mais desenvolvido |
|  | Círculo | Evento/Falta básica, que não requer maiores desenvolvimentos |
|  | Casa | Um evento básico esperado de ocorrer em condições normais de operação |
|  | Diamante | Como o retângulo, mas não há interesse ou não é possível desenvolvê-lo mais |
|  | Triângulo | Símbolo de transferência |

Fonte: Fogliatto (2009, p. 201); Scapim (2007, p. 74, 75)

Na Figura 10 são mostrados, conforme Fogliatto (2009, p.202) os operadores lógicos mais utilizados que são o operador “E”, utilizado quando se refere a uma situação mais segura e que corresponde a um sistema paralelo, e o operador “OU”, que representa uma situação menos segura e que corresponde a um sistema em série, onde a falha ocorre se qualquer um dos componentes falharem. Estes operadores podem ser associados a condições, conforme figura 5, onde podem ocorrer mediante definições de condição “E”, “OU”, “SE” ou de permanência associado a um determinado tempo.

FIGURA 10: Principais operadores lógicos utilizados em árvores de falhas.

| | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|  | E | Output (o) só ocorre se todos os inputs ocorrerem |
|  | OU | Output (o) ocorre quando ao menos um dos inputs ocorrerem |
|  | E r/n | Output (o) só ocorre se r dos n eventos ocorrerem |
|  | E Condicional | Output (o) só ocorre se todos os inputs ocorrerem e a condição for satisfeita |
|  | OU Condicional | Output (o) ocorre se ao menos um dos inputs ocorrerem e a condição for satisfeita |
|  | IF Simples | Output (o) ocorre se o input estiver presente e a condição for satisfeita |
|  | Condição de Permanência | Output (o) ocorre se o input ocorrer e permanecer presente por pelo menos 10 minutos |

Fonte: Fogliatto (2009, p. 203)

2.2.2 Cálculo das Probabilidades

Conforme, Fogliatto (2009, p. 205, 206), para realizar o cálculo matemático de probabilidades de ocorrência de eventos resultantes é necessário obter os dados referentes à probabilidade de ocorrências de causas básicas. Para isto será descrito a forma de cálculo para os casos mais simples e mais usuais que correspondem a

associação em série (OU) e em paralelo (E), conforme Equações 1 e 2 descritas abaixo, onde $P(0)$ corresponde à probabilidade de ocorrência do evento resultante (output), enquanto $P(E_i)$ representa à probabilidade de ocorrência das causas (eventos de hierarquia inferior) que apresentam o evento resultantes.

$$E: P(0) = \prod_{i=1}^n P(E_i) \quad \dots(1)$$

$$OU: P(0) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P(E_i)) \quad \dots(2)$$

A utilização ascendente dessas fórmulas possibilita calcular em sequência a probabilidade de ocorrer determinado evento de hierarquia superior até chegar ao cálculo da probabilidade de ocorrência do evento de topo.

Com o cálculo da probabilidade de ocorrência de todos os eventos, pode ser calculada a criticidade das causas básicas, conforme Equação 3, pois matematicamente, a criticidade é igual ao produto da probabilidade de ocorrência da causa básica dividido pela probabilidade condicional de ocorrência do evento de topo, dado que a causa básica tenha ocorrido. Abaixo segue as fórmulas para determinação da criticidade, onde $P(E_i)$ é a probabilidade que o evento (causa básica E_i) aconteça, enquanto $P(H/E_i)$ é a probabilidade condicional que o evento de topo ocorra, considerando que E_i tenha ocorrido.

$$\text{Criticidade} = P(E_i) \cdot P(H/E_i) \quad \dots(3)$$

Para Fogliato (2009. p. 206), após a priorização das causas básicas através da sua criticidade, deve-se partir para ações de melhoria nas causas com maior criticidade, onde estas correções e melhorias tem por objetivo reduzir a probabilidade de ocorrência do evento topo. Estas revisões e melhorias podem ser realizadas na revisão do desenho de partes do projeto, especificação dos materiais, análise dos procedimentos de manufatura e montagem, inclusão de novos controles, mudança de tecnologias, manutenção mais intensa preditiva ou preventiva.

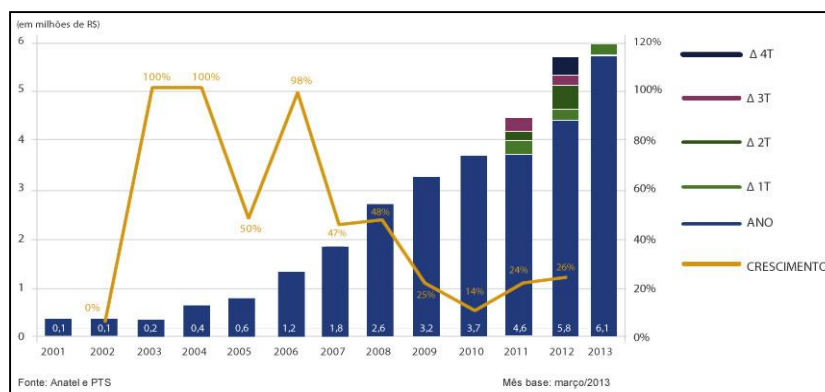
2.3 A Internet no Brasil

A partir de 1991, a rede de informações já era utilizada por órgãos do governo e instituições educacionais de pesquisa no Brasil, onde era utilizada para transferência de arquivos, debates e acesso a base de dados nacionais e internacionais. Em 1992 foi implantada uma rede que fazia cobertura de boa parte do país, onde no início interligava onze estados. No ano de 1994, os alunos da USP fizeram várias páginas na Web.

No ano de 1995, foi realizada a primeira transmissão de longa distância entre os Estados de São Paulo e Rio Grande do Sul e neste mesmo ano a internet foi liberada para comercialização e foi criado o Comitê Gestor da Internet no Brasil, com a atribuição de coordenar e integrar todas as iniciativas de serviços de internet no país. A EMBRATEL (Empresa Brasileira de Telecomunicações) lança o serviço Internet comercial, em caráter experimental e com conexão internacional de 256 Kbps, sendo escolhidos cinco mil usuários para testar o serviço. As referencias são listadas conforme citações¹.

Segundo dados da EBTA (2013), o número de assinantes de internet banda larga chegou ao final do trimestre de 2013, em 6,1 milhões, com um crescimento trimestral de 5% e anual de 25,6%, conforme mostra a Figura 11, abaixo.

FIGURA 11: Gráfico do nº de clientes de banda larga de 2001 à 2013.

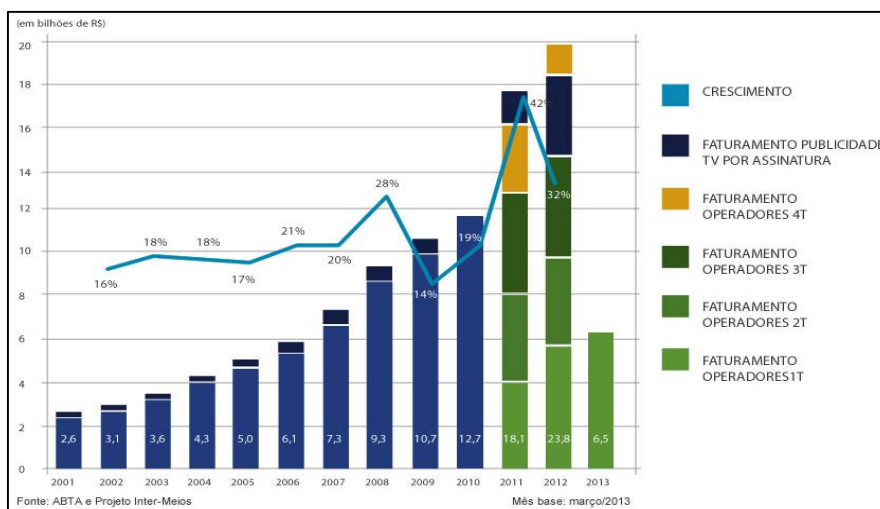


Fonte: Anatel e PTS

¹As informações referentes ao histórico do começo da Internet no Brasil foram extraídas conforme BAKANOUCHE (1997) e disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/internet/8949-20-anos-de-internet-no-brasil-aonde-chegamos-.htm>>, Acesso em: 19 jul., 01:10:00.

O gráfico mostrado na Figura 12, abaixo, mostra o faturamento do setor até março de 2013, incluindo TV a cabo, banda larga e publicidade.

FIGURA 12: Gráfico de Faturamento do setor até o 1º trimestre de 2013 (incluindo TV por assinatura, banda larga e publicidade).



Fonte: ABTA e Projeto Inter-meios.

A Tabela 4, abaixo mostra o número de usuários de banda larga até o período de fevereiro de 2013.

TABELA 2: Clientes Banda Larga no Brasil (Fevereiro/2013)

| Número de clientes de Banda Larga (dados fevereiro/2013) |
|-----------------------------------------------------------------|
| 103 milhões total |
| 21,3 milhões de fixa |
| 81,6 milhões de móvel |
| 67 milhões de celulares 3G |
| 14,5 milhões de terminais de dados |
| 7,0 milhões de modems 3G |
| 100 mil celulares 4G |
| 26,7 milhões de novos acessos em 2012 |
| 3.409 municípios com cobertura 3G |
| 89% da população |

Fonte: www.telebrasil.org.br/

2.4 Tipos de Transmissão de Internet

Conforme descreve Kurose (2007), uma rede de acesso físico provê a infraestrutura para realizar a conexão da instalação dos clientes com a rede. Esta tecnologia de redes de acesso pode ser dividida em três categorias:

- a) **Acesso residencial:** liga sistemas finais domésticos à rede;
- b) **Acesso Corporativo:** liga sistemas finais de uma empresa ou instituição educacional a rede;
- c) **Acesso sem fio:** liga sistemas finais (que comumente são móveis) à rede.

Essas categorias podem não ser absolutas ou imutáveis, onde por exemplo, alguns sistemas finais corporativos podem usar a tecnologia de acesso recomendada para utilização no acesso residencial e vice-versa.

A seguir serão descritos os meios físicos, para transmissão dos sinais de internet, onde Kurose (2007), define meio físico realizando uma análise de como um bit viaja pela rede. Considerando que um bit (*binary digit*) saia do sistema final, movimentando-se por uma série de enlaces e roteadores e chegando a outro sistema final. Este bit é transmitido muitas e muitas vezes. Primeiro o sistema final originador transmite o bit, e logo em seguida o primeiro roteador da série recebe-o: então o primeiro roteador envia-o para o segundo e assim por diante. Desta forma ao viajar da origem ao destino, passa por uma série de pares transmissores-receptores que o recebem por meio de ondas eletromagnéticas ou pulsos óticos que o propagam por um meio físico.

Os meios físicos se enquadram em duas categorias sendo meios guiados, onde as ondas são dirigidas ao longo de um meio sólido, tal como um cabo de fibra ótica, um par de fios de cobre trançado ou um cabo coaxial, e também podem ser transmitido por meios não guiados, onde as ondas se propagam na atmosfera e no espaço, como é o caso de uma LAN sem fio ou de um canal digital de satélite. Segue a descrição dos meios físicos conforme Kurose (2007):

- a) **Pares e fios de cobre trançado:** Este meio é considerado o meio físico guiado, mais barato e mais comumente utilizado e que vem sendo utilizado por mais de cem anos para telefonia. O par trançado é utilizado para acesso à internet residencial, utilizando a tecnologia do modem discado e também utilizando a tecnologia DSL (Linha digital de assinante);

- b) **Cabo Coaxial:** Como o par trançado, o cabo coaxial é feito de dois condutores de cobre, porém concêntricos e não paralelos. Por ser isolado e possuir blindagem especial, pode alcançar taxas altas de bits. Cabos coaxiais são muito comuns em sistemas de TV à cabo;
- c) **Fibra Ótica:** é um meio delgado e flexível que conduz pulsos de luz, onde cada um dos pulsos representa um bit. Uma única fibra pode suportar taxas elevadíssimas de transmissão, podendo chegar a centenas de gigabytes por segundo. As fibras são imunes a interferências eletromagnéticas, tem baixíssima atenuação de sinal de até cem quilômetros e são muito difíceis de derivar;
- d) **Canais de rádios terrestres:** Carregam sinais dentro do espectro eletromagnético. É considerado um meio de transmissão atraente, por que sua instalação não requer cabos físicos, podem atravessar paredes, dão conectividade ao usuário móvel e potencialmente podem transmitir um sinal a longas distancias. Os canais de rádios terrestres podem ser classificados em dois grupos: os de pequeno alcance, que funcionam em locais próximos e os de longo alcance, que abrangem dezenas de quilômetros. As lans sem fio utilizam canais de rádio de pequeno alcance, já as tecnologias, *Wap*, *i-mode* e tecnologias 3G, usam canais de rádio de longo alcance;
- e) **Canais de rádios por satélite:** Nesta tecnologia, um satélite de comunicação liga dois ou mais transmissores-receptores de micro-ondas baseados na terra, denominados estações terrestres;

Abaixo serão descritos os meios físicos disponíveis para distribuição do sinal banda larga de internet, segundo Kurose (2007):

- a) **Modem discado:** a conexão é realizada via linha telefônica analógica ligada a um ISP residencial. O modem converte o sinal digital de saída do PC em formato analógico para transmissão para linha telefônica analógica, que é um par de fios de cobre trançado e é a mesma linha telefônica utilizada para fazer chamadas telefônicas normais. Na outra extremidade da linha telefônica analógica, um modem no ISP converte novamente o sinal analógico novamente em sinal digital para entrar no roteador ISP, desta forma, a rede de acesso é simplesmente um par de modems em

conjunto com uma linha telefônica ponto a ponto discada. Esta tecnologia atinge velocidades de 56 kbps e nos dias de hoje, caiu em desuso, pela lentidão ao acesso, custo e pela entrada de novas tecnologias que proporcionam maior velocidade de navegação e possibilidade de downloads de arquivos;

- b) **DSL (digital subscriber line) ou linha digital de assinante:** Este acesso é geralmente fornecido por uma companhia telefônica. Utiliza também linhas telefônicas de par trançado, mas por restringir a distância entre usuário e modem ISP, a DSL pode transmitir e receber dados a taxas muito altas que o acesso discado. As taxas de dados normalmente são assimétricas nas duas direções, sendo a taxa entre o roteador ISP e a residência mais alta do que entre a residência e o roteador ISP;
- c) **HFC (Híbrido fiber-coaxial cable) ou cabo híbrido coaxial/fibra:** são extensões das redes de cabos existentes usadas para transmissão de TV a cabo. Em um sistema a cabo tradicional, um terminal (Headend) da operadora transmite sinal para as residências por meio de uma rede de distribuição de cabo coaxial e amplificadores. A fibra ótica desce do Headend e são distribuídas por vários nodes (áreas) dentro da cidade chegando a um RX óptico, em cada node e deste ponto em diante é distribuído para as residências via cabo coaxial. Cada node suporta de 500 a 5 mil residências. Como a tecnologia DSL, são necessários modems especiais, denominados cable modems. Estes modems dividem a rede HFC em dois canais: um canal na direção do usuário (descida) e um canal na direção do provedor (subida). Como acontece com a DSL, a taxa de transmissão do canal descida normalmente é maior do que o canal de subida;
- d) **4G (LTE) Long Term Evolution:** tecnologia denominada de quarta geração, é uma tecnologia móvel de transmissão de dados que foi criada com base no GSM e WCDMA, onde seu maior diferencial foi ter sido projetado para priorizar o transporte de dados ao invés de tráfego de voz. A tecnologia 4G poderá realizar navegação a velocidades de 100 Mbps para download e 50 Mbps para velocidade de Upload, além do tempo de resposta ser muito superior a tecnologias anteriores como a 3G. Outra vantagem é a possibilidade de manter a velocidade e latência no caso de

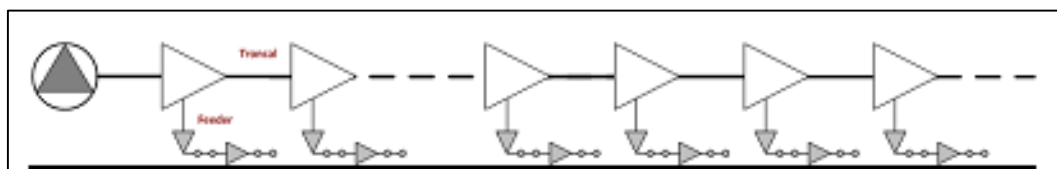
utilização em movimento a uma velocidade de até 350 Km/h.

2.5 Sistema de transmissão

Como objeto deste estudo veremos de forma mais detalhada como funciona uma rede HFC, utilizada pela empresa e será o foco da análise da Árvore de falhas, bem como os equipamentos utilizados no sistema de transmissão e suas funções. Para as informações relacionadas aos equipamentos e o sistema de transmissão foi utilizada seguinte referência, Treinamento Técnico – Rede Externa – Net (2012), Morais (2006),

No início das transmissões, as redes de TV a cabo eram construídas apenas com cabos coaxiais e vários amplificadores em cascata, o que prejudicava a transmissão do sinal, uma vez que cada amplificador provoca distorções no sinal num efeito acumulativo, conforme mostra figura 13.

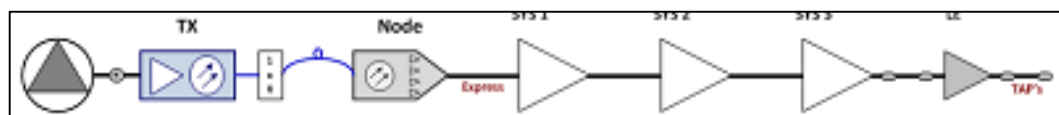
FIGURA 13: Esquema de transmissão em rede, com cabo Coaxial.



Fonte: Escola Técnica Net – treinamento Técnico (2012)

Com a evolução do sistema para uma rede híbrida, constituída por um trecho inicial de fibra ótica, seguido por um trecho de cabos coaxiais, se conseguiu produzir um sinal com grande melhoria na qualidade, uma vez que o número de amplificadores foi reduzido e a fibra ótica não provocava distorções. Em um primeiro momento a rede era unidirecional, ou seja, permitia a transmissão no sentido Headend – Cliente, como mostra a figura 14.

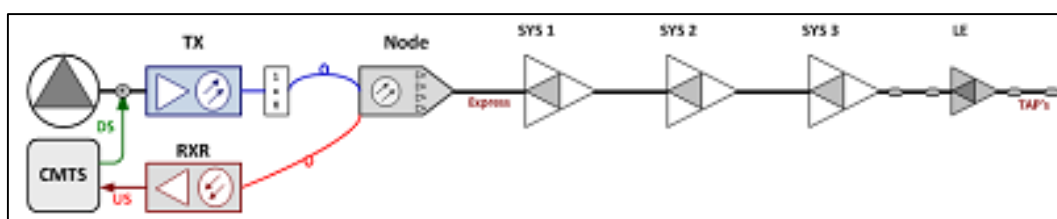
FIGURA 14: Esquema de transmissão em rede HFC, unidirecional.



Fonte: Escola Técnica Net – treinamento Técnico (2012)

O próximo passo foi tornar a rede bidirecional, permitindo que o sinal trafegasse no sentido Cliente – Headend. Isso possibilitou a oferta de serviços de Banda Larga, Telefonia e Interatividade, conforme figura 15.

FIGURA15: Esquema de transmissão em rede HFC, Bidirecional.

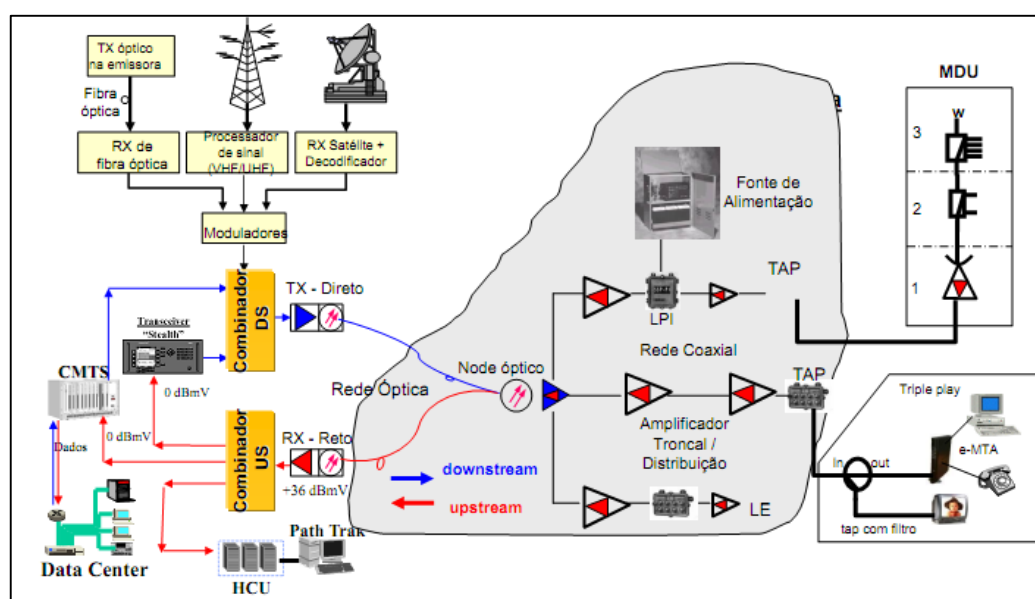


Fonte: Escola Técnica Net – treinamento Técnico (2012)

Para a transmissão de dados na rede HFC é utilizado o padrão DOCSIS (*Data Over Cable Services Interface Specification*). O Cable modem ou e-MTA realiza a interface entre a rede interna do cliente e a rede HFC. O CMTS (*Cable Modem Termination System*) faz o roteamento e gerencia os cable modems da rede HFC.

Na Figura 16, pode ser observado o diagrama esquemático do sistema de transmissão HFC, para os três serviços disponibilizados pela empresa (TV, banda larga e telefonia).

FIGURA 16: Diagrama esquemático de transmissão para, TV, Banda larga e Telefonia.



Fonte: Escola Técnica Net – treinamento Técnico (2012)

Através da Figura 18, pode ser visualizada a ilustração da rede externa de uma forma geral, desde a saída do sinal até a residência do cliente.

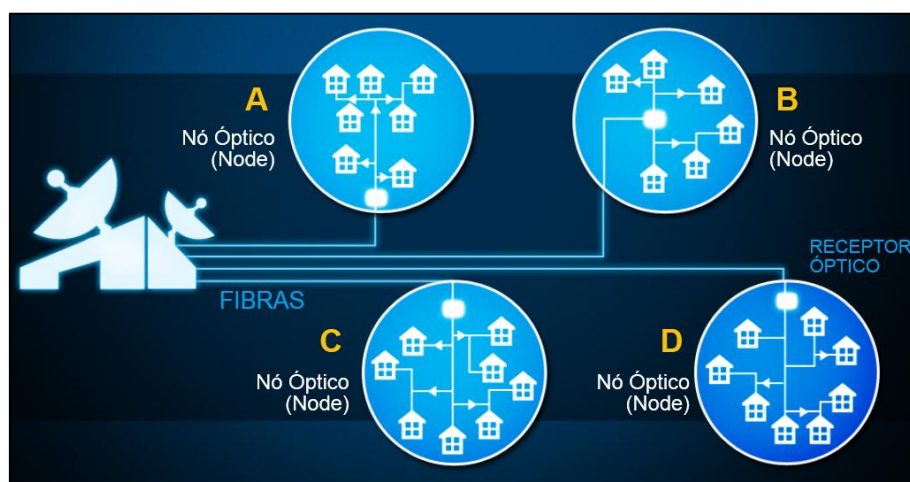
FIGURA 18: Ilustração da rede externa.



Fonte: Escola Técnica Net – treinamento Técnico (2012)

Na ilustração abaixo (Figura 19) pode-se verificar como são formados os Nodes e a distribuição de sinal por fibra óptica, onde para cada node é necessário um Receptor óptico.

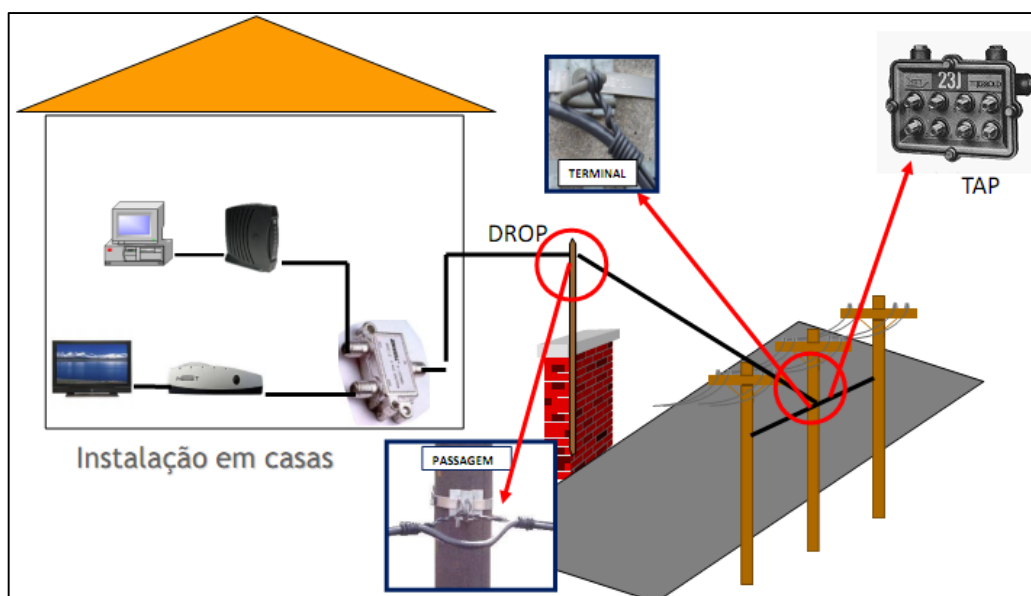
FIGURA 19: Ilustração da distribuição da rede HFC por Nodes.



Fonte: Treinamento Integranet (2013)

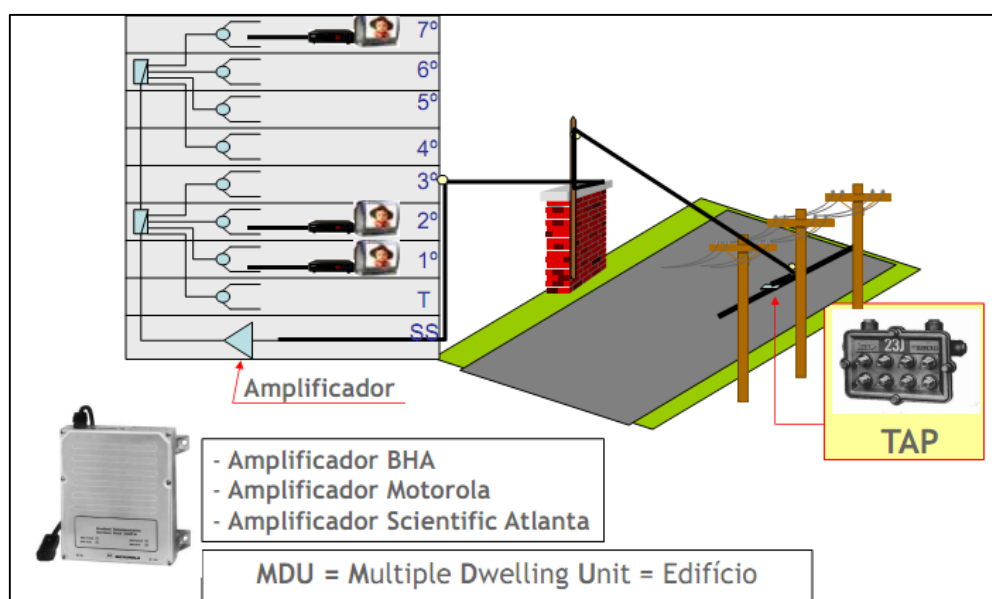
As Figura 20 e Figura 21 abaixo, mostram um detalhamento da parte final das instalações em residências e prédios.

FIGURA 20: Diagrama esquemático desde a rede no poste até a casa do cliente.



Fonte: Escola Técnica Net – treinamento Técnico (2012)

FIGURA 21: Diagrama esquemático para entrada de sinal em prédios.

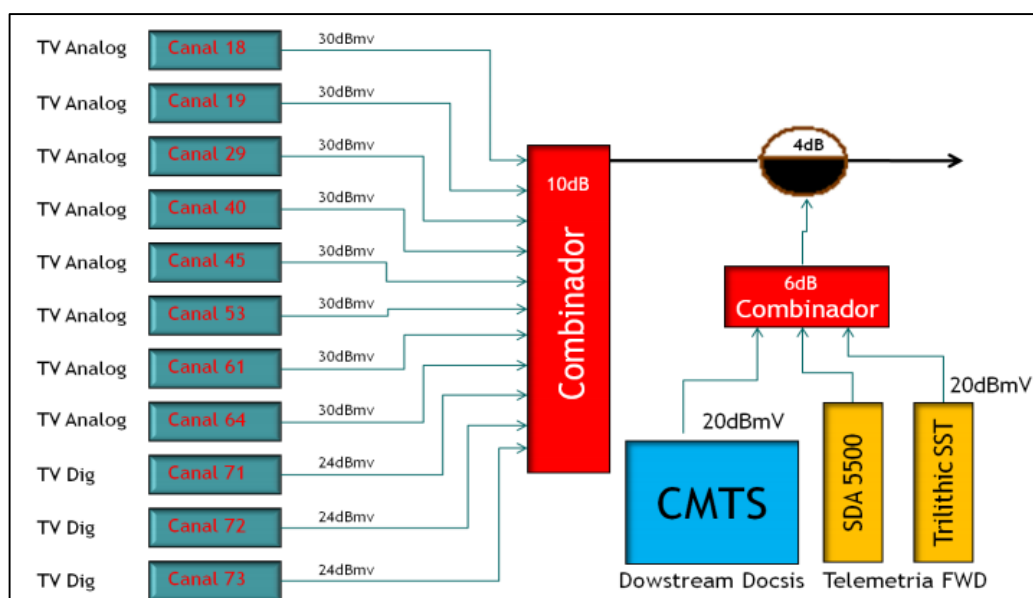


Fonte: Escola Técnica Net – treinamento Técnico (2012)

Todo o processo de transmissão tem seu início no *Headend*, local onde ocorre todo processamento do sinal que é enviado ao cliente e também o retorno deste sinal. Os sinais de TV são recebidos via antenas parabólicas, antenas comuns, cabeamento coaxial direto da transmissora local, além do sinal via fibra óptica que chega fisicamente ao *Headend*. Todos estes sinais são digitalizados, modulados e combinados com outros serviços para serem enviados a campo. Ao mesmo tempo, o sinal que retorna do cliente (telefonia, internet e serviços interativos) é recebido e direcionado aos respectivos equipamentos. No *Headend*, também são disponibilizados equipamentos necessários para o alinhamento e manutenção da rede óptica e coaxial com os quais os técnicos interagem diariamente para alinhamento de sinal, limpeza de ruído, Sweep e monitoramento.

Os canais de TV analógicos e digitais são modulados em suas respectivas frequências, depois combinados (combinador DS) de saída de sinal em um único cabo que, por sua vez, é combinado com os serviços de internet, telefonia, alinhamento e Sweep. Após esta etapa o sinal combinado é enviado ao transmissor óptico para envio ao node, conforme Figura 22.

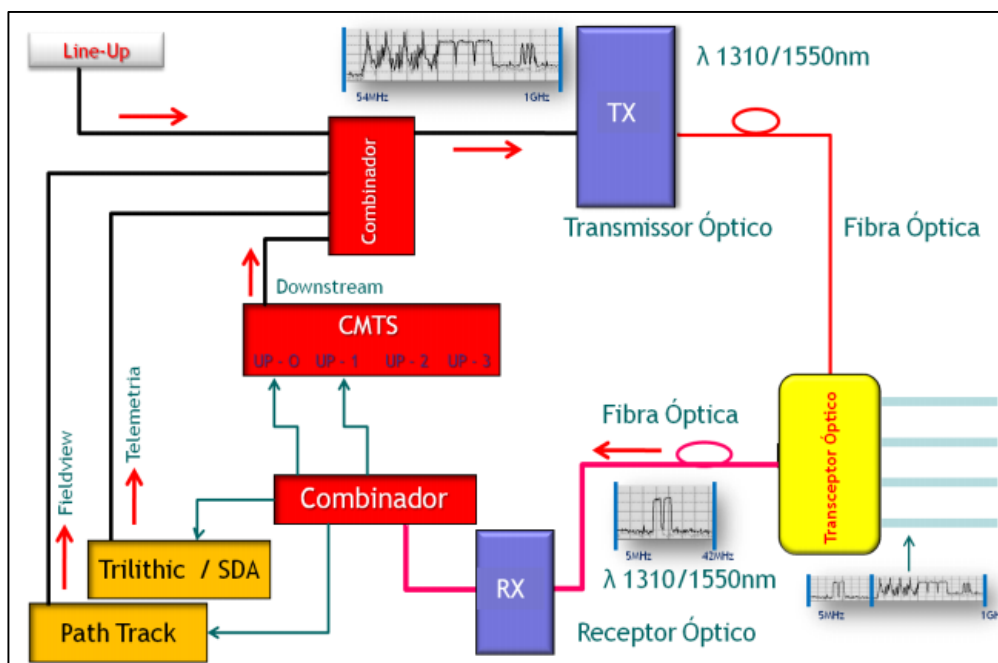
FIGURA 22: Diagrama esquemático da combinação de sinais de TV, Internet e Telefonia para o envio do sinal.



Fonte: Escola Técnica Net – treinamento Técnico (2012)

A Figura 23, mostra o esquema de combinação dos sinais de retorno do cliente para o *Headend* tratar, seja de internet, serviços interativos de TV (compra de programas on demand) e telefonia. Este sinal é recebido por um receptor óptico e transformado em RF. Após, o sinal é enviado ao combinador e direcionado a equipamentos como CMTS (Internet e telefonia), DAS ou *Trilithic* (Alinhamento e Sweep) e *Path Track* (monitoramento de ruído).

FIGURA 23: Diagrama esquemático da combinação de sinais de TV, Internet e Telefonia, para o retorno do sinal.



Fonte: Escola Técnica Net – treinamento Técnico (2012)

Após a saída do sinal do Headend, este sinal segue via fibra óptica percorrendo oanelótico na cidade e chegando aos pontos de distribuição de sinal (nodes) ou seja, a cidade fica dividida em vários nodes, que podem estar localizados em bairros ou na parte central da cidade. Em cada node existe um receptor óptico que recebe o sinal da fibra e transfere este sinal para o cabo coaxial que segue na rede através de amplificadores que mantêm este sinal a níveis constantes e monitorados até chegar aos Taps, que estão localizados na parte final da rede onde são conectados os cabos dos assinantes na frente das residências ou em prédios (chamados MDU's).

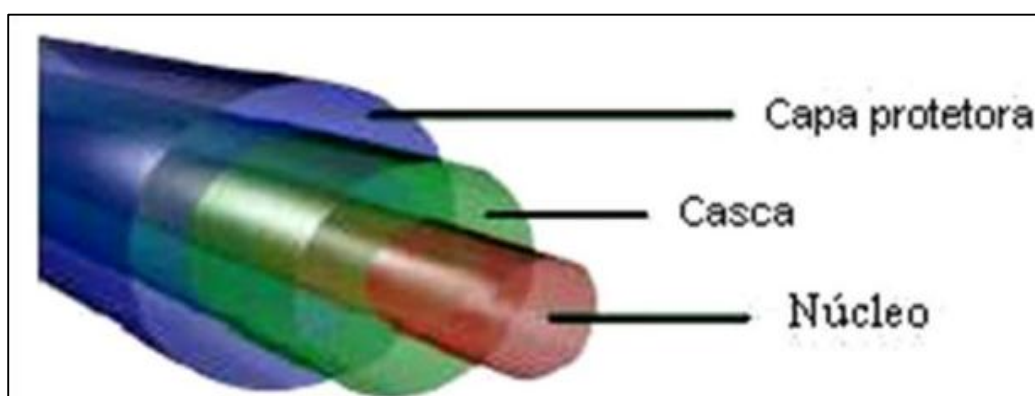
2.6 Equipamentos utilizados no sistema de transmissão

Neste item serão descritos os equipamentos relevantes ao funcionamento do sistema de rede HFC, focando o serviço de banda larga, sendo usado como referência o Treinamento Técnico – Rede Externa – Net (2012).

2.6.1 Fibra Óptica

De forma simplificada, fibras ópticas, são um meio físico que conduzem a potência luminosa injetada pelo emissor de luz até o fotodetector. A fibra é composta de uma região central por onde passa a luz, que é chamada de núcleo que pode ser composto por um fio de vidro especial ou polímero. Ao redor do núcleo está a casca, que é um material com índice de refração menor. Esta diferença entre os índices de refração da casca e do núcleo possibilita a reflexão total e a consequente manutenção do feixe luminoso no interior da fibra. Ao redor da casca ainda há uma capa feita de material plástico como forma de proteger o interior contra danos mecânicos e contra intempéries.

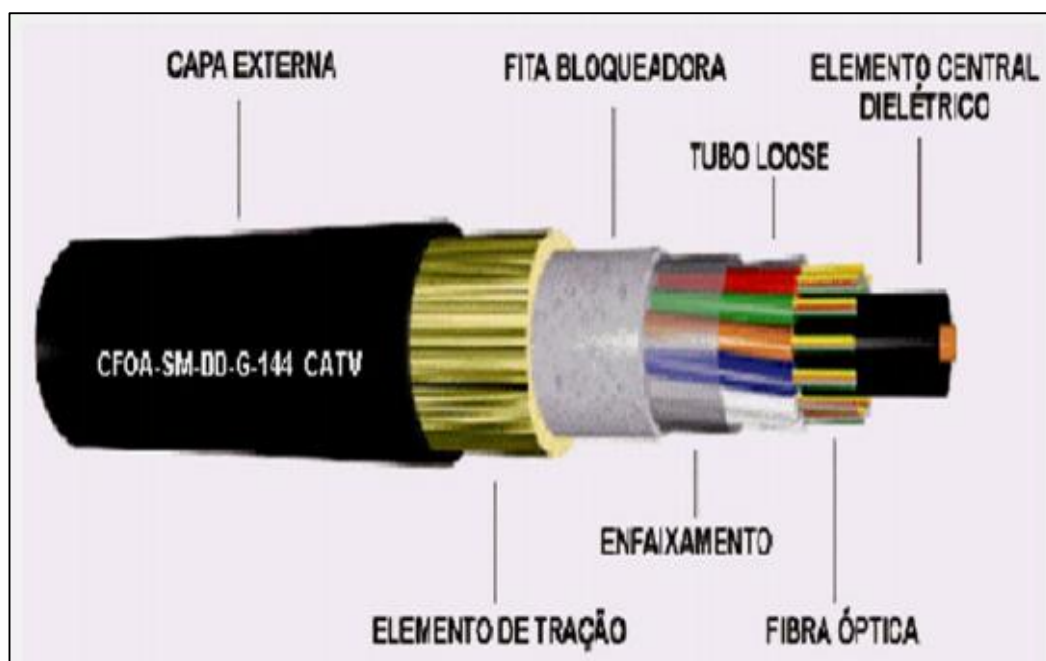
FIGURA 24: Estrutura de uma fibra óptica.



Fonte: Escola Técnica Net – treinamento Técnico (2012)

Nos cabos ópticos com estrutura loose, as fibras, após receberem ou não um revestimento secundário, são colocadas soltas no interior de um tubo de pequeno diâmetro. Os tubos são reunidos em torno do elemento central de tração, formando o núcleo do cabo. Este núcleo, depois de enfaixado, também recebe uma capa plástico-metálica, conforme Figura 25.

FIGURA 25: Estrutura de um cabo óptico.



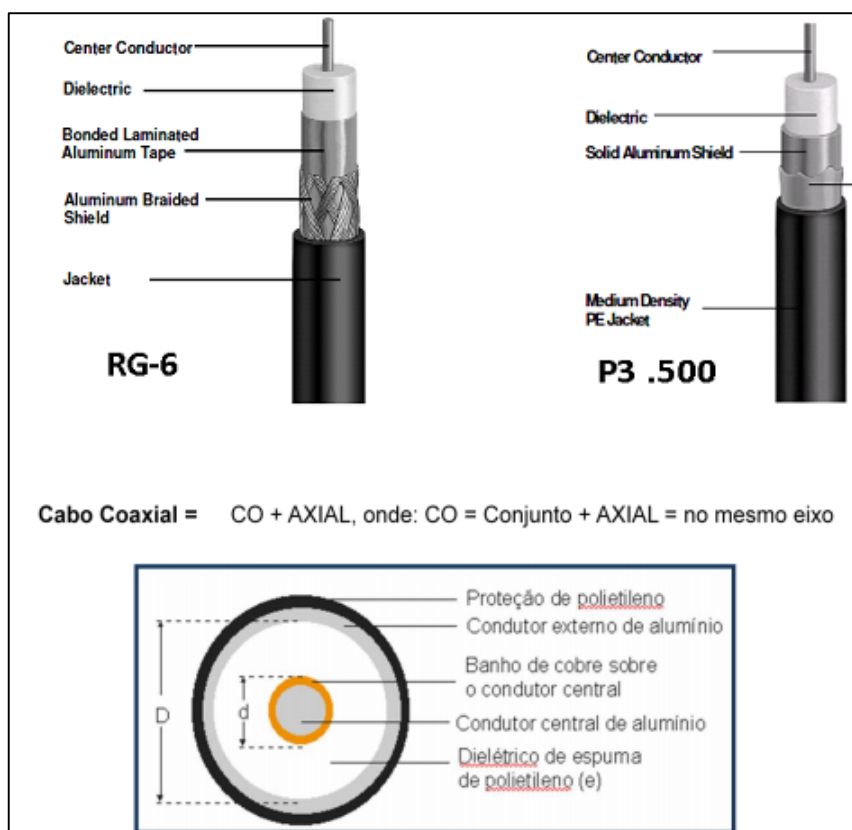
Fonte: Escola Técnica Net – treinamento Técnico (2012)

O alcance aproximado para um enlace óptico com base num nível de transmissão de 10dBm e recepção no node de 0dBm pode chegar a 40 km.

2.6.2 Cabo coaxial e passivos

Os cabos coaxiais são construídos basicamente de uma blindagem externa e um condutor central separados por um material dielétrico, conforme mostra a Figura 26.

FIGURA 26: Modelo de cabos coaxiais e seus componentes.



Fonte: Escola Técnica Net – treinamento Técnico (2012)

Uma outra característica do cabo coaxial é o efeito pelicular (efeito Skin). Esta característica faz com que as altas frequências migrem para a superfície do condutor que, por isso, recebe um banho de cobre. Assim, o fato de o cabo de rede externa ser feito de alumínio banhado a cobre e o de rede interna ser feito de aço banhado a cobre, não afeta a condutividade do cabo.

2.6.3 Passivos

São os equipamentos que têm como finalidade apenas transmitir o sinal de RF sem amplificação e não necessitam de alimentação elétrica. Podem ser, Tap's, que são usados para a distribuição de sinais para os clientes, com atenuação específica em projeto, acopladores e divisores que são utilizados na derivação e atenuação do sinal, que conseqüentemente alimentam um Amplificador ou um Tap. Também utiliza-se Splitter's, que são elementos utilizados no sistema para alimentar rotas diferentes e para fazer ramificações na rede, também permitem a passagem de corrente em

todos os sentidos e ao utiliza-lo, os sinais RF se ramificam, bem como a tensão de alimentação (60V ou 90V).

FIGURA 27: Modelo de Tap's e divisores.



Fonte: Escola Técnica Net – treinamento Técnico (2012)

2.6.4 Conectores

Conectores de rede .500, .750, têm a função de fazer a junção dos cabos a dispositivos como passivos e amplificadores, em função da não maleabilidade (curvatura máxima) dos cabos rígidos e a disposição física dos componentes da rede são utilizadas curvas de 90° e 180°. Já os conectores do tipo KS, tem a função de acoplar dois dispositivos, como uma carcaça de um ativo e um coupler, ou dois coupler's, ou dois tap's, etc. São utilizados ainda outros tipos de conectores que são, Baph, que tem a função de fazer o acoplamento em coupler's, tap's e spliter's ou carcaças de ativos a conectores RG11, RG06, ou RG59 e também o conector TRM, que tem a função de fazer o casamento de impedância da rede, 75 Ohms, e pode trabalhar com a rede energizada.

FIGURA 28: Modelo de conector e curvas 90° e 180° e do tipo KS.



Fonte: Escola Técnica Net – treinamento Técnico (2012)

Para a preparação destes conectores, são necessários alguns cuidados, para evitar problemas na rede externa. Os erros mais comuns são, cabo não cortado no tamanho correto ou não apertado corretamente, parafusos não apertados com o torque ideal, limpeza inadequada do condutor central, equipamento instalado no sentido inverso, entre outros.

2.6.5 CMTS (Sistema terminal de modems e cabos)

Trata-se de um roteador que centraliza toda a comunicação com os Cable modems de uma estrutura HFC, onde o CMTS e o Cable Modem comunicam-se através de RX E TX. Sendo TX o nível de potência que o cable modem envia o sinal para o Headend e RX é o nível da potência de sinal que o *Headend* envia para o Cable modem.

FIGURA 29: Modelos de CMTS de diferentes fabricantes.

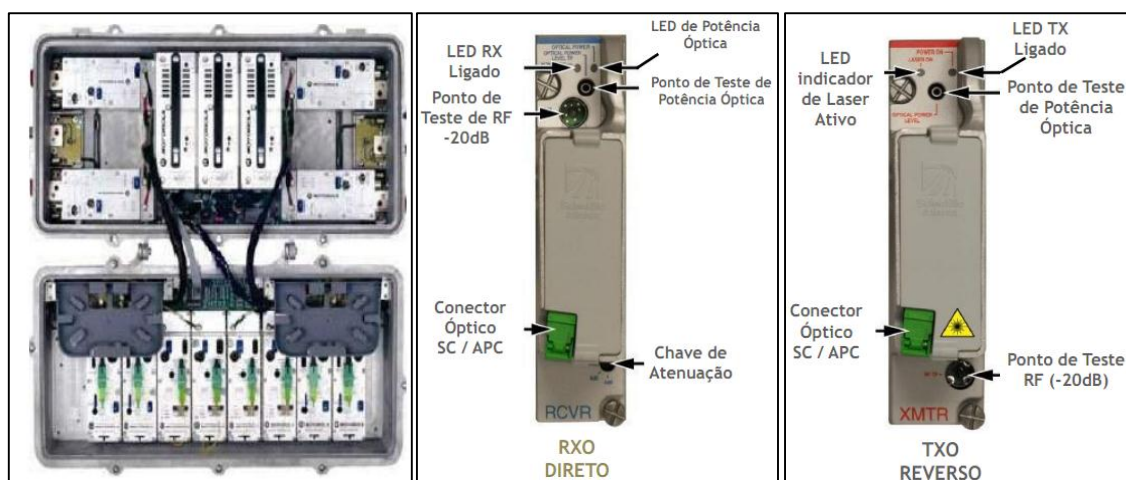


Fonte: Escola Técnica Net – treinamento Técnico (2012)

2.6.6 Transceptor

Equipamento que transforma o sinal luminoso da fibra em sinal elétrico (RF) e vice versa e sua alimentação acontece pela própria rede de cabos. Possui um receptor óptico e um transmissor óptico conforme Figura 30.

FIGURA 30: Modelo de Transceptor com detalhe do receptor e transmissor óptico.



Fonte: Escola Técnica Net – treinamento Técnico (2012)

2.6.7 Amplificador

Equipamento que trata o sinal de forma que este chegue com qualidade até a casa do cliente. Permite ao sinal atingir distâncias maiores, amplificando e equalizando este sinal. São alimentados tanto pela energia local, como pela própria rede de cabos.

FIGURA 31: Modelo de Amplificador.

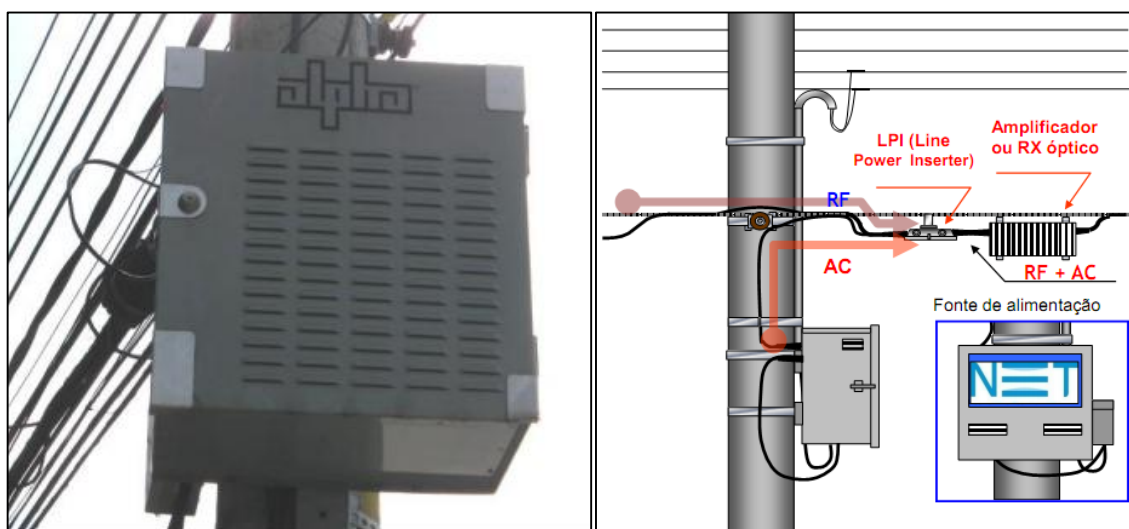


Fonte: Escola Técnica Net – treinamento Técnico (2012)

2.6.8 Fonte de Alimentação

Como todo equipamento ativo conectado à rede deve ser alimentado por energia elétrica, são necessárias várias fontes instaladas estrategicamente na rede. Incluso as fontes encontram-se baterias que atuam no caso de falta de energia elétrica. Estas baterias tem autonomia de até duas horas cada.

FIGURA 32: Esquematização dos modelos de fontes e foto de uma fonte na rede.



Fonte: Escola Técnica Net – treinamento Técnico (2012)

2.6.9 Cable-modens

O Cable modem é o equipamento que realiza a interface entre a rede de dados interna do assinante, normalmente no padrão Ethernet, com a rede coaxial. Através da comunicação entre o CMTS e os Cable modems é possível estabelecer uma ponte de comunicação entre os equipamentos de rede de dados instalados no cabeçal, responsáveis pela interligação com outras redes e a rede interna do assinante, criando, dessa forma, uma grande rede local abrangendo toda a área de cobertura da rede HFC. No padrão Docsis utilizado, assim como o canal de descida, o canal de retorno é compartilhado entre os vários assinantes. Assim, para organizar a forma de acesso ao canal, a padronização DOCSIS definiu a metodologia de acesso por divisão do tempo, ou seja, vários CM's acessam o mesmo canal em tempos diferentes, evitando, assim, conflitos na transmissão dos

dados.

Com a evolução do padrão DOCSIS 2.0 foi possível transmitir velocidades até 20 Mbps em uma única frequência de *downstream*, além de implementar novos serviços como o Fone. Também chamada de UBB (*Ultra BroadBand*), a tecnologia DOCSIS 3.0 não tem limites de utilização de frequências, a CISCO já realizou testes com velocidades de 1Gbps utilizando 24 frequências de *Downstream*. Atualmente nossos Cable Modems trabalham com quatro frequências de *downstream* simultaneamente alcançando velocidades de 100 Mbps. O DOCSIS 3.0 implementa o conceito de “*LOAD BALANCE*”, isto é, o consumo de banda é dividido uniformemente entre as frequências de *downstream*.

FIGURA 33: Modelos de Cable Modems.



Fonte: Escola Técnica Net – treinamento Técnico (2012)

3 METODOLOGIA

Para Barros (2007, p. 2), metodologia é o estudo da melhor maneira de abordar determinados problemas no estado atual de nossos conhecimentos, não busca soluções, mas faz a escolha das maneiras de achá-las, juntando o conhecimento dos métodos existentes nas diferentes disciplinas científicas ou filosóficas. Neste trabalho foi estruturado visando atingir os objetivos propostos de forma confiável e com uma metodologia que permita reunir e tratar os dados para obter estes resultados.

No começo do trabalho foi realizada uma contextualização do tema abordado, descrevendo o início da internet e sua evolução histórica no mundo e no Brasil, na sequência foi feita uma análise da empresa que será o foco do trabalho e posterior pesquisa das formas físicas e tipos de transmissão de sinal de internet. Em um segundo momento foi realizada uma pesquisa teórica da ferramenta que será utilizada na pesquisa e também à descrição da forma de transmissão do sinal Banda Larga na empresa, além da descrição dos equipamentos utilizados. Na sequência segue descrição do método para coleta de dados e também cronograma para a finalização do trabalho.

3.1 Método da pesquisa

Conforme Lakatos, Marconi (2003, p. 83), método científico é o conjunto das ações sistemáticas e racionais permitindo, com maior segurança e economia, atingir o objetivo, descrevendo o caminho a ser seguido, mostrando erros e ajudando as decisões do cientista.

Segundo Gil (2010, p. 26, 27), as pesquisas podem ser classificadas, conforme sua finalidade em pesquisa básica, que tem o objetivo de preencher uma lacuna do conhecimento e pesquisa aplicada, que abrange estudos elaborados e tem por objeto a resolução de problemas encontrados no ambiente dos pesquisadores. Quanto aos objetivos o autor classifica a pesquisa em: pesquisa exploratória, descritiva e explicativa.

Conforme Barros (2007, p. 84), “segundo as formas de estudo do objeto de pesquisa, esta pode ser classificada em pesquisa descritiva, pesquisa experimental e pesquisa-ação.

No objeto de estudo, a pesquisa será realizada de forma aplicada e exploratória, pois encontra-se no ambiente do pesquisador e tem por objetivo, mapear o sistema, realizar um levantamento bibliográfico, analisar e organizar o dados históricos dos acontecimentos, utilizar ferramenta de análise, e com isto obter um maior entendimento do tema proposto.

3.2 Seleção da abordagem de pesquisa

Para Gil (2010), as etapas da pesquisa são compostas, pela formulação do problema, a construção da hipótese, a classificação da pesquisa e as formas de abordagem. Quanto a classificação da pesquisa segundo sua finalidade, (GIL, 2010, p. 26, 27 apud ADELAIDE UNIVERSITY, 2008) define as categorias em, Pesquisa básica pura, Pesquisa básica estratégica, Pesquisa aplicada e Desenvolvimento experimental. Para Barros (2007, p. 93) segundo os seus afins a que se destina, a pesquisa se classifica em pesquisa pura ou teórica e pesquisa aplicada.

De acordo com Gil (2010), classifica as pesquisas conforme a natureza dos dados em: quantitativa e qualitativa e conforme o ambiente onde são coletados em pesquisa de campo ou de laboratório. Para a proposta deste trabalho, o tipo de pesquisa utilizada será quantitativa em campo, pois tem a intenção de realizar um levantamento nos dados históricos em busca de informações para conclusão do estudo, utilizando o ambiente de trabalho do pesquisador. Quanto a finalidade, a mesma está classificada como Pesquisa básica estratégica, pois busca entender o ambiente estudado e encontrar melhorias para problemas existentes.

3.3 Coleta e análise dos dados

Uma análise dos resultados que represente com qualidade a realidade em uma pesquisa depende de como estes dados foram obtidos, além da forma de avaliação e interpretação dos mesmos, como define Gil (2010). Segundo Barros (2007), “a coleta de dados é a fase da pesquisa em que se indaga a realidade e se obtêm dados pela aplicação de técnicas”. Para obtenção destes dados será utilizada uma ferramenta utilizada pela empresa descrita na sequência.

A empresa objeto desta pesquisa, dispõe de vários canais de atendimento com o cliente (atendimento pessoal, central de atendimento via telefone 24 horas,

atendimento via site, twitter, facebook e ouvidoria), para o atendimento dos mais variados tipos de serviço, como: agendamento de visitas técnicas, troca de pacotes, dúvidas de faturamento, entre outros. Com o objetivo de evitar que problemas massivos na rede acabem gerando visitas técnicas desnecessárias, a empresa utiliza um sistema onde os analistas de datacenter e de rede monitoram os níveis de sinais e o número de modems que estão off-line, acionando a equipe de rede local, quando necessário.

Este sistema chamado “*outage*”, registra os problemas onde foi necessária a intervenção da rede local e gera um histórico com todas as informações sobre determinada falha, como: data de início e final, número de clientes atingidos, equipamentos substituídos, material utilizado, além de informar para os canais de atendimento, sobre o problema ocorrido para ser repassado aos clientes, evitando assim agendamentos desnecessários.

Para a coleta das informações sobre as falhas ocorridas durante um determinado período, será utilizado o sistema “*Outage*”. Este sistema dispõe de relatórios, por data, que mostram todas as paradas no serviço neste período, onde numa segunda etapa iremos começar as análises de falhas nos componentes que compõem o sistema, utilizando a ferramenta FTA (Análise de Árvore de Falhas).

3.4 Limitações do método

O levantamento de falhas baseado no sistema, “*outage*” será limitado, somente ao levantamento de falhas ocorridas no serviço de banda larga, no período descrito, considerando a abrangência desde o “*Headend*” até o TAP (ponto de conexão com o cliente no final da rede), ou seja, somente na disponibilidade do sinal na rede de transmissão, desconsiderando problemas no âmbito de instalação dos clientes.

A determinação do período para o levantamento dos dados experimentais, pode não atender ao melhor período de análise em determinados equipamentos, onde os mesmos possam requerer períodos maiores para esta determinação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta etapa será descrito o conteúdo em relação a aplicação do trabalho, descrevendo a forma de coletar as informações, descrição dos dados obtidos, tratamento destes dados e a descrição e análise dos resultados tendo em vista atingir os objetivos propostos.

Primeiramente, foi realizada a coleta dos dados relativos ao período já descrito anteriormente, através de relatórios do sistema, “*outage*”, (interface do sistema demonstrado na figura 34), sistema este, utilizado para realizar o monitoramento e gerenciamento das paradas de transmissão de sinal, seja, internet, TV ou telefonia. Estas paradas se dão por diversos problemas ocorridos e são classificadas em: paradas para manutenções preventivas ou parada para manutenções corretivas, onde as causas serão descritas na sequência.

Em um segundo momento foi elaborada a árvore de falhas contendo os itens principais de transmissão de internet, bem como a forma como são interligados.

FIGURA 34: Print da tela principal do sistema “Outage”.

The screenshot displays the 'NET Monitor' web interface. The left sidebar contains a navigation menu with categories like 'Manobras', 'Outage', 'Consultas', and 'Relatórios'. The main content area shows details for a specific outage, including its nature (Corretiva), manobra number (Sem manobra relacionada), and URA status (SIM). Below this is a table for technician actions and a log of system events.

| Notificação Atlas | Técnico | Acion. | Start | Stop | Saída | Ações |
|-------------------|--------------|--------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 0 | Marcio Simas | | 01/01/2013 09:50 | 01/01/2013 09:50 | 01/01/2013 11:10 | 01/01/2013 11:15 |

Registros

- Usuário automático - URA (CRN - NET) em 01/01/2013 as 09:44
SUSPEITA DE OUTAGE DISPARADO PELA URA. A OPERAÇÃO DEVE CONFIRMAR SE TRATA DE UMA QUEDA REAL E ALTERAR ESTE OUTAGE.
- Usuário automático - URA (CRN - NET) em 01/01/2013 as 09:44
OS SEGUINTE CONTRATOS LIGARAM NA CRN REFERENTE A ESTE OUTAGE: 690306142956, 690306027162, 690306107786, 690306029874, 69000101
- Usuário automático - URA (CRN - NET) em 01/01/2013 as 09:44
OUTAGE PUBLICADO NA URA. LIMAR DO NODE BAGE CD CONFIGURADO PARA 5, 5 CONTRATOS REGISTRADOS ATÉ O MOMENTO.
- Cristiano Tosini (NOC Residencial) em 01/01/2013 as 10:53
TÉCNICO MARCIO ACIONADO PARA VERIFICAÇÃO.
- TEL 53 91634423
- Cristiano Tosini (NOC Residencial) em 01/01/2013 as 12:11
TÉCNICO MARCIO INFORMA QUE FOI FEITA TROCA DE FUSIVEL DA LPI, ATIVOS 42.
- Cristiano Tosini (NOC Residencial) em 01/01/2013 as 12:13
TICKET FECHADO. SUMÁRIO: TÉCNICO MARCIO INFORMA QUE FOI FEITA TROCA DE FUSIVEL DA LPI, ATIVOS 42.

Fonte: Intranet: <http://newmonitor.virtua.com.br>

4.1 Estatística dos problemas apresentados

Segue na tabela 3, na forma quantitativa e percentual o levantamento dos problemas descritos no período de setembro de 2012 à agosto de 2013, extraídos do sistema, “Outage”, onde estas falhas serão analisadas a seguir.

TABELA 3: Descrição das falhas ocorridas no período de setembro/12 à agosto/13.

| Problemas Técnicos | Descrição do Evento | Número de falhas | % Falhas |
|---------------------------|------------------------------------------------------------|------------------|----------|
| Fontes de Energia da Rede | Falta de Energia superior ao tempo de duração das baterias | 24 | 13,4% |
| Link de Internet | Saturação Parcial | 23 | 12,8% |
| | Saturação Total | 3 | 1,7% |
| | Falha no link externo da internet | 8 | 4,5% |
| Fibra Óptica | Rompimento Parcial | 1 | 0,6% |
| | Rompimento Total | 1 | 0,6% |
| | Problemas com conectores | 7 | 3,9% |
| Cabo Coaxial | Falha na conexão de passivos | 22 | 12,3% |
| | Rompimento Total do cabo | 2 | 1,1% |
| Amplificadores | Falta de Energia | 13 | 7,3% |
| | Falha na conexão com passivos | 6 | 3,4% |
| | Falha nos componentes internos do amplificador | 7 | 3,9% |
| | Desalinhamento do sinal transmitido | 32 | 17,9% |
| Transceptor Óptico | Falha na conexão com a rota de fibra | 4 | 2,2% |
| | Falha nos componentes internos do Transceptor | 3 | 1,7% |
| | Falta de Energia Elétrica | 11 | 6,1% |
| CMTS | Falha na conexão de entrada ou saída de sinal | 5 | 2,8% |
| | Erro de configuração interna do sistema | 7 | 3,9% |
| | Falta de Energia Elétrica | 0 | 0,0% |
| | Falha nos componentes internos do CMTS | 0 | 0,0% |

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2 Descrição das Falhas apresentadas

Neste item serão descritas as falhas presentes na tabela 3, de forma explicativa, bem como os eventos possíveis para cada falha descrita, que foram a fonte de informações para criação da árvore de falhas apresentada na figura 39.

Falha na Fonte de Energia:

As fontes de energia que sustentam os amplificadores de sinal e Transceptores Ópticos estão ligadas a rede elétrica e mantêm um banco de baterias que servem como nobreak, com capacidade para 4 horas.

Descrição da falha: para que haja interrupção na transmissão do serviço de internet é necessário haver: A falta de energia na rede elétrica e o tempo de duração desta falta, seja superior ao período sustentado somente pelas baterias da fonte.

Os motivos relacionados a este tipo de falha estão ligados principalmente a Concessionária que fornece energia elétrica, onde as interrupções de fornecimento ocorrem em sua maioria por fatores climáticos, acidentes e manutenções na rede elétrica.

Utilização do Link de Internet (Capacidade de transporte de Dados):

Para transmissão de dados, tanto de envio como retorno a empresa possui um serviço que permite a transmissão dos dados de todos os assinantes para o servidores da internet, chamado “Link”, contratado junto a Empresa Embratel com determinada capacidade de transmissão de dados.

Descrição das Falhas: Para haver a interrupção parcial ou total do serviço prestado devem ocorrer as falhas a seguir: Saturação parcial da banda de internet utilizada (Link – Embratel), ou seja, utilização acima da capacidade em determinado período que neste caso atinge um determinado número de usuários, ou Saturação total (utilização total da banda no período), impossibilitando a transmissão de dados de internet, ou ainda problemas relacionados com a transmissão de sinais deste Link, à partir do domínio técnico da Empresa contratada, seja por problemas em equipamentos ou rompimento (parcial ou total) na rota de comunicação com servidores em outras localidades.

Os problemas relacionados a este tipo de falha ocorrem em virtude, do aumento de capacidade do link (indisponibilidade de capacidade Técnica para o aumento de

Banda) não acompanhar o aumento gradativo das velocidades oferecidas para comercialização e do crescimento no número de Downloads por parte dos usuário em determinados horários.

Rompimento de Fibra Óptica:

A fibra Óptica é responsável pela distribuição com qualidade dos três sinais disponibilizados (Internet, TV e Telefonia) e possui uma rota principal distribuída por toda rede, abastecendo todos os Nodes da cidade, além de uma rota redundante em pontos estratégicos para garantir o abastecimento de grande parte dos usuários em caso de rompimento parcial ou total da fibra principal.

Descrição das Falhas: Ocorrendo o rompimento parcial ou total da fibra causará a interrupção total dos serviços de internet, porém para haver esta interrupção total deverá haver o rompimento total ou parcial da rota redundante ou rompimento em local onde só exista uma rota de fibra.

Este tipo de falha é um dos problemas com maior dificuldade de resolução, devido à complexidade na emenda da fibra, bem como a necessidade de local adequado para fusão da fibra rompida e o tempo para resolução. Quanto as causas deste tipo de problema, as mesmas estão relacionadas a manutenções na rede, troca de postes, acidentes com veículos altos, queda de árvores e outros.

Falha no sinal de Cabo Coaxial:

O cabo coaxial localizado na rede externa exerce a função da fibra Óptica tanto na saída como no retorno de sinal no Headend, como na parte final dos nodes saindo dos Transceptores Ópticos e conduzindo o sinal até as partes finais dos nodes, chegando até os Tap's (pontos de conexão em frente as residências), o que determina o nome de rede Híbrida, constituída por Fibra e cabo coaxial. Os cabos coaxiais estão conectados a equipamentos no Headend, em amplificadores e Transceptores na rede, através de conectores específicos ligados a pequenas caixas de conexão (chamadas passivos), distribuídos por toda rede.

Descrição das Falhas: Ocorre quando o cabo coaxial é rompido totalmente, ou é danificado parcialmente atingindo a qualidade do sinal, ou por problemas nas conexões com os passivos, onde o sinal torna-se falho, ou mesmo é interrompido.

Estes tipos de eventos ocorrem em função de manutenção de rede, rompimento por veículos altos, instalação de conectores e passivos de forma

inadequada.

Falha em Amplificadores de Sinal:

Os amplificadores são equipamentos que mantêm o sinal da rede à níveis determinados e constantes para que os serviços oferecidos tenham seu funcionamento conforme as especificações e cumpram com os valores contratados junto aos clientes e mantendo os modems sincronizados.

Descrição das Falhas: Ocorrem por falta de energia ou desalinhamento do sinal TX e RX causado geralmente por queda repentina de energia ou por falha nos componentes internos do equipamento ou ainda por falha nas conexões com passivos, além de problemas relacionados a temporais que ocasionam movimentação na rede e descargas elétricas causadas por raios.

Falha no Transceptor Óptico:

Estes equipamentos são utilizados na transição de sinal entre a Fibra Óptica e o cabo coaxial, tanto na saída e entrada de sinal no Headend e também em cada node da rede.

Descrição das Falhas: As falhas ocorrem por falta de energia elétrica ou falha nos componentes internos do equipamento ou ainda por falha nas conexões com a fibra ou com o cabo coaxial.

Estas falhas estão relacionadas com manutenções de rede, temporais, instalação ou manutenção inadequada nos conectores.

CMTS:

Equipamento situado no Headend que centraliza toda a comunicação de envio e recebimento de sinal entre os modems situados nos assinantes e os servidores de internet em geral.

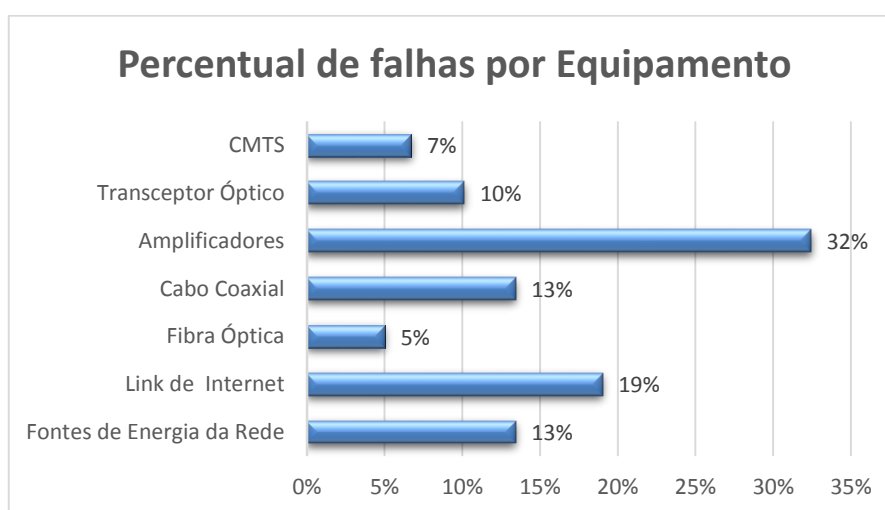
Descrição das Falhas: Podem ocorrer por falhas nas conexões de entrada ou saída do equipamento ou falta de energia ou desconfiguração dos sistemas utilizados pelo equipamento.

Estes eventos são gerados, por manobras de atualização do sistema, instalação ou manutenção dos conectores realizados de forma inadequada, ou falha nos componentes internos do equipamento.

4.3 Análise dos Resultados

Conforme observado na Figura 35, o gráfico apresenta os equipamentos descritos na árvore de falhas como eventos intermediários, segundo Scapin (2007). Verifica-se que os principais ofensores das falhas apresentadas foram os equipamentos Amplificadores e o Link de internet que juntos representam mais da metade dos problemas apresentados.

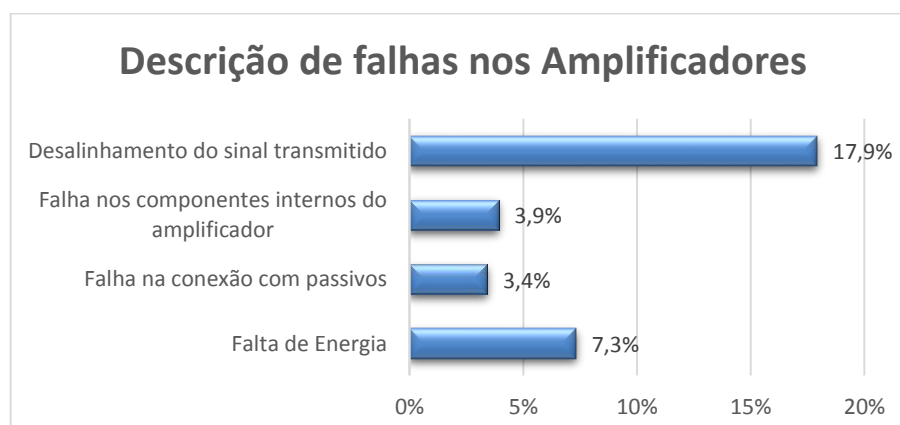
FIGURA 35: Gráfico com o percentual de Falhas por Equipamento



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 36, apresenta o gráfico com os eventos relacionados ao equipamento Amplificador, que foi o maior ofensor das falhas ocorridas, tendo como principal evento o desalinhamento do sinal, que ocorre principalmente por queda de energia na rede.

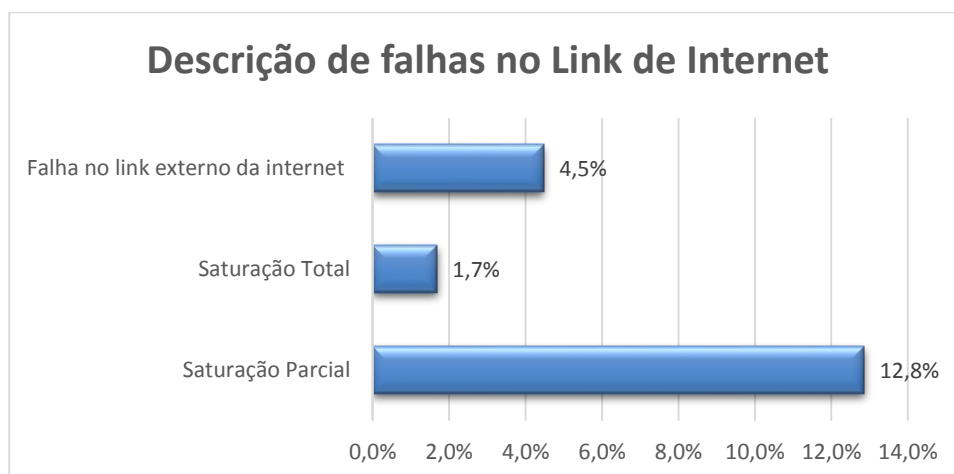
FIGURA 36: Gráfico com a descrição de Falhas nos Amplificadores



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 37, apresenta o gráfico com os eventos de falhas ocorridos no Link de internet, onde a maior incidência de falhas ocorreu por saturação parcial, ou seja em determinados horários o consumo foi superior a capacidade de transmissão de dados.

FIGURA 37: Gráfico com a descrição de falhas no Link de Internet

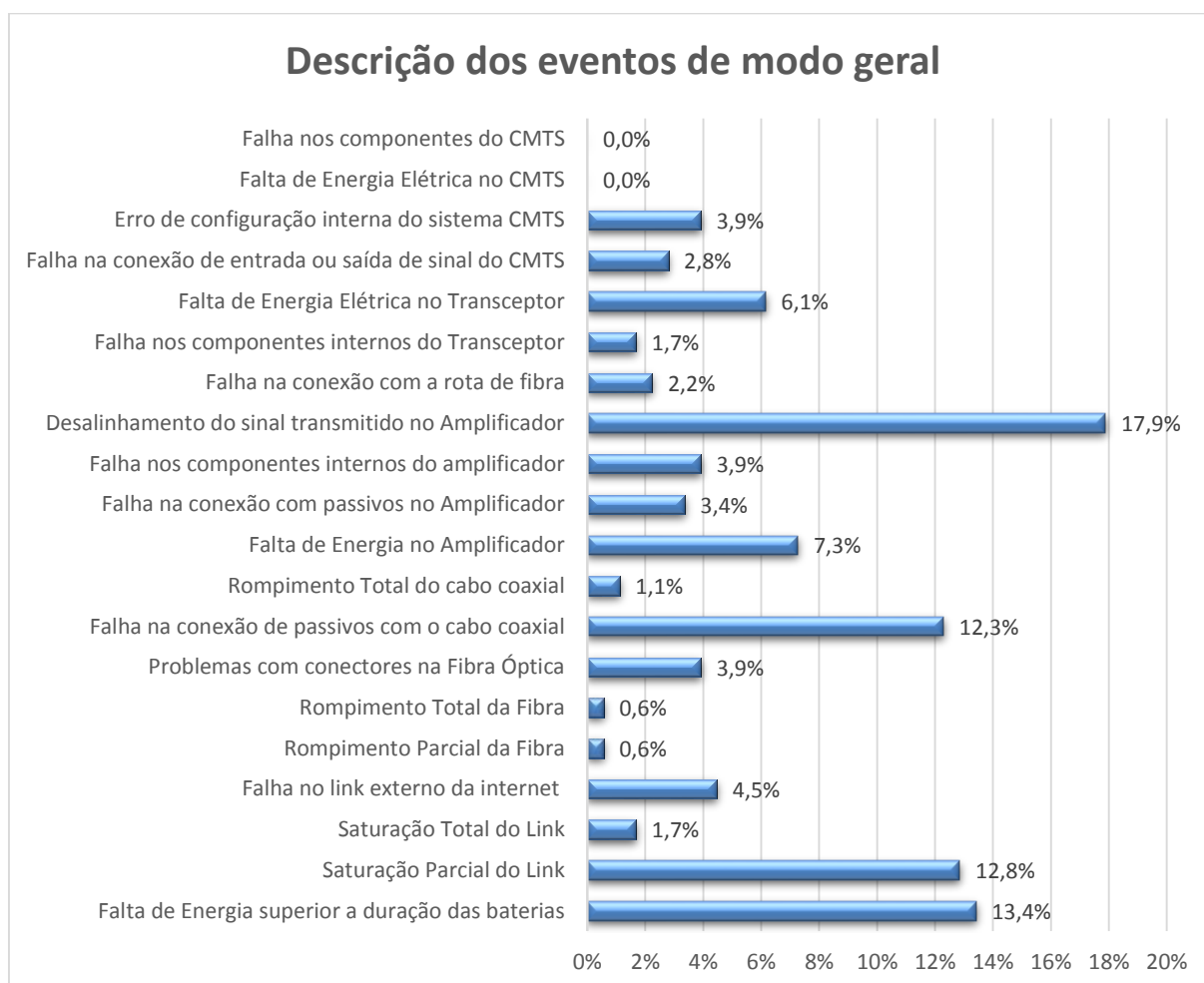


Fonte: Elaborado pelo autor.

No gráfico a seguir (Figura 38), são demonstrados todos os eventos ocorridos, independente do equipamento utilizado, com o objetivo de demonstrar quais falhas tiveram maior repetição, onde os eventos com maior incidência foram o desalinhamento do sinal dos amplificadores, falta de energia superior a duração das baterias, saturação parcial do Link e falha na conexão de passivos com o cabo coaxial.

Para as falhas verificadas, na conclusão deste trabalho foram descritas sugestões de ações para redução destes eventos.

FIGURA 38: Gráfico com a descrição das falhas de forma geral por evento.

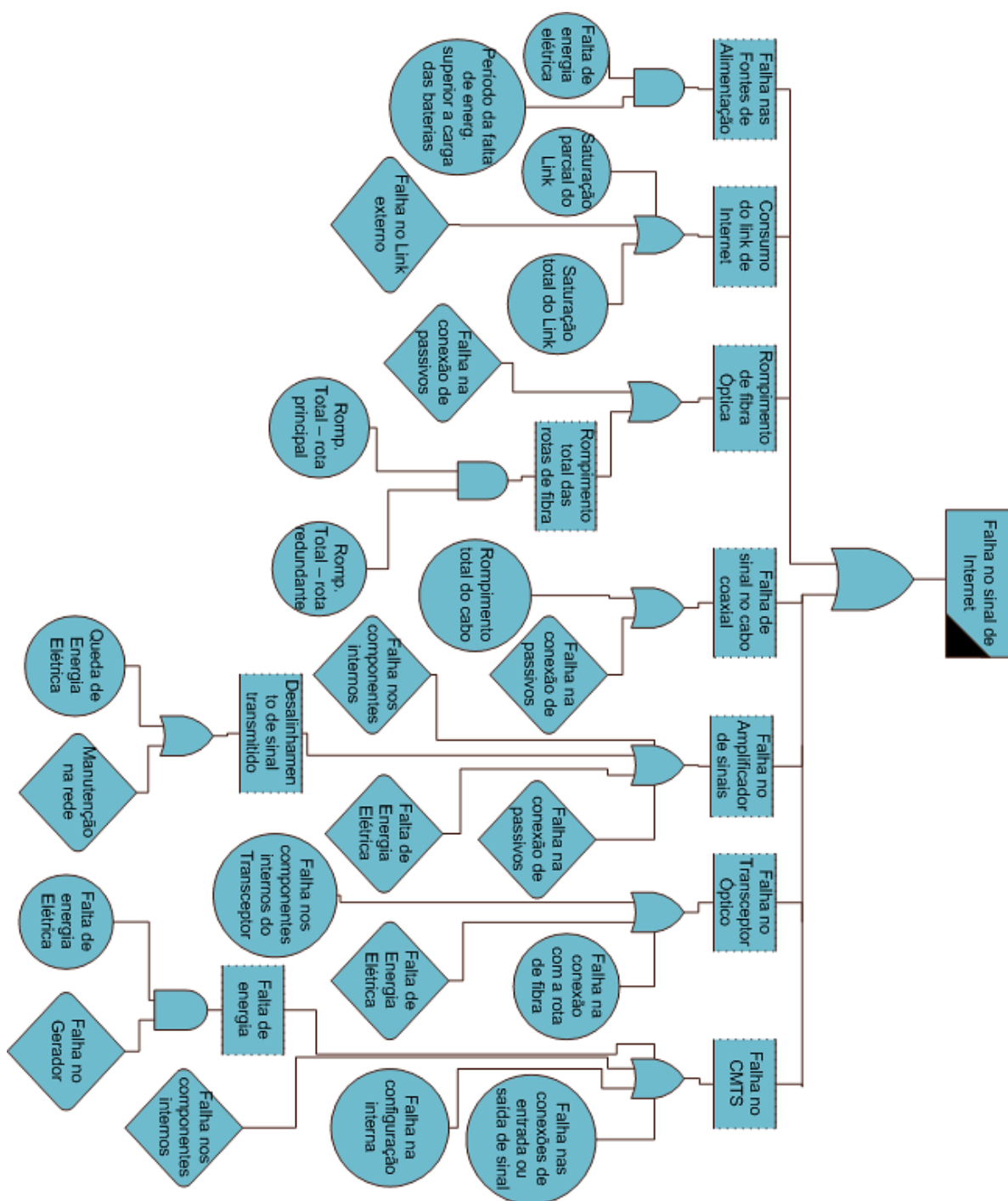


Fonte: Elaborado pelo autor.

Como resultado do estudo, verificou-se que a árvore de falhas apresentada para o sistema têm o seguinte formato, conforme a figura 39, onde o evento topo foi a falha no sinal de internet.

A árvore de falhas foi elaborada conforme o levantamento realizado e descrito na tabela 3, sendo descritos como eventos secundários os elementos que compõem a Figura 35 e como eventos terminais os eventos que compõem a Figura 38, de forma que a árvore foi a base para a compreensão das interligações dos eventos e as condições para que ocorram as possíveis paradas na transmissão de sinal de internet.

FIGURA 39: Árvore de Falhas do sistema de transmissão de Internet.



Fonte: Elaborado pelo autor.

5 CONCLUSÓES

A motivação principal no início deste trabalho era investigar os problemas que afetam a transmissão de internet Banda Larga na empresa foco do estudo, onde este tipo de serviço prestado deve ser constante nas vinte e quatro horas do dia, o que requer monitoramento constante dos indicadores, manutenção preditiva e corretiva com bom planejamento e com ágil execução, onde vale lembrar que tais eventos de parada devem ser evitados ao máximo, seja pela necessidade de manter o cliente satisfeito, bem como pelos indicadores regulatórios controlados pela ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações).

Durante a execução do trabalho e aprofundando a busca por dados para a determinação da árvore de falhas verificou-se a importância de investigar as causas que geram tais paradas na distribuição do sinal de internet e também a complexidade de criar soluções para que estes eventos não ocorram ou sejam reduzidos.

Em relação a apresentação das formas de transmissão de sinal de Banda Larga, foram descritas as formas existentes de transmissão, abrangendo as formas de transmissão atuais e também algumas que estão tornando-se pouco utilizadas, porém o foco maior ficou na forma de transmissão utilizada no trabalho, descrevendo todo processo, incluindo diagramas da sequência deste processo.

Quanto a coleta dos dados históricos de falhas ocorridas no período determinado, foram verificadas as falhas no período de um ano, onde ficaram evidenciados os locais mais suscetíveis a estas falhas.

No tocante ao mapeamento dos componentes do sistema de transmissão, foram descritos os principais equipamentos, suas funções e a sequência que se encontram na rede, para posterior demonstração da Árvore de Falhas e suas interligações.

Para elaboração da Árvore de Falhas, contendo todo processo de transmissão, foram analisados todos os eventos ocorridos no período em questão em conjunto com o processo de transmissão de sinal de internet e sua sequência de equipamentos, cabeamento, conexões e outros, e com isto foi possível definir quais portas lógicas a utilizar, definir o evento topo, os eventos intermediários e os eventos terminais.

Como resultado foi definida a árvore de falhas onde temos sete eventos intermediários, todos com porta lógica "OU" em relação ao evento topo, ou seja, o

sistema necessita de total monitoramento, pois falhando um ítem intermediário, teremos a ocorrência do evento topo. Em relação as falhas mais recorrentes foram encontradas as falhas de falta de energia elétrica, desalinhamento dos amplificadores, falha no Link e falha nas conexões.

Como sugestão para melhoria em relação a redução no número de falhas na questão de falta de energia, sugere-se a instalação do sistema “*Nagios Fonte*”, sistema este, formado por um equipamento conectado a rede junto a fonte e interligado a um sistema monitorado por computador que permite o monitoramento remoto do funcionamento de todas as fontes da rede, o que permite instalar geradores portáteis quando constatado que o problema irá ultrapassar o número de horas do banco de baterias, evitando a falta de sinal para clientes que estão no mesmo node, porém com energia elétrica disponível.

Em relação ao desalinhamento de sinal nos amplificadores, é necessário um estudo mais aprofundado, considerando que neste caso existem inúmeras variáveis a serem analisadas, como queda de energia na rede, problemas nas conexões, falhas nos componentes internos, influencia de calor e frio intensos, compatibilidade do sinal em conjunto com a transmissão dos sinais de TV e telefonia.

No que se refere as falhas relacionadas ao Link da Embratel, sugere-se aumentar a banda de transmissão assim que houver disponibilidade técnica, além de posicionar a empresa fornecedora sempre que houver interrupção externa e realizar planos de ação em conjunto com o fornecedor para minimizar estas interrupções.

Quanto as falhas oriundas de problemas com as conexões, sugere-se uma maior incidência de manutenções periódicas, registrando data e local, descrição do problema e o técnico responsável, para que se tenha um histórico destas manutenções, também analisar os locais onde ocorre incidência de conexões oxidadas e com problemas nos materiais utilizados, com objetivo de comparar a qualidade dos materiais e notificar os fornecedores se necessário, além de verificar as falhas por procedimento inadequado, com o intuito reciclar os técnicos reincidentes no problema.

5.1 Sugestões para pesquisas futuras

Como sugestão de pesquisas futuras, o autor entende que uma boa abordagem seria a continuidade da análise realizada neste trabalho, que abrangiu o

mapeamento das falhas no sinal de banda larga por toda rede de transmissão até a frente da residência dos possíveis assinantes.

Para esta sequencia, uma análise que teria relevância, seria o processo final da transmissão, começando onde foi finalizado o trabalho atual, ou seja, realizar um estudo nas falhas ocorridas na distribuição do sinal na residência do cliente, incluindo equipamentos, materiais utilizados, processo de instalação, informações ao novo usuário e outros eventos existentes neste processo.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, Karen Cristina Kraemer. **"História e usos da Internet"**. Disponível em: <<http://www.bocc.ubi.pt/pag/abreu-karen-historia-e-usos-da-internet.pdf>> 2009. Acesso em: 15 ago. 2013, 12:30:00.

ABTA. **Associação Brasileira de Televisão por Assinatura** – Portal de Dados do Setor. Disponível em: <http://www.abta.org.br/dados_do_setor.asp>. Acesso em 15 set. 2013, 09:21:25

ANATEL. **Agência Nacional de Telecomunicações – Portal Anatel Dados**. Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br/Portal/exibirPortalInternet.do>>. Acesso em: 19 jul. 2013, 10:23:00.

BARROS, Aidil Jesus da Silveira; LEHFELD, Neide Aparecida de Souza. **Fundamentos de metodologia científica**. 3. ed. São Paulo: Pearson Prentice Leheld. 2007.

BENAKOUCHE, TAMARA. "Redes técnicas/redes sociais: pré-história da Internet no Brasil." *Revista USP* 35 (1997).

BRASIL ESCOLA. **História da Internet**. <<http://www.brasilecola.com/informatica/internet.htm>>. Acesso em: 19 jul, 09:51:00

FOGLIATTO, Flávio Sanson. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. Rio de Janeiro. Elsevier, 2009.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

HALABY, S. **Internet Routing Architectures**. 2. ed. Indianapolis-USA: Cisco Press, 2001.

INTRANET NET. **Net – Institucional – Nossa história**. Disponível em: <<http://netonline/institucional/quemsomos/NossaHistoria.ashx?NAVID=128&MenuPrincNO=128>>. Acesso em: 19 jul. 2013, 02:30:15

INTRANET NET. **Net – Institucional - Organograma**. Disponível em: <<http://netonline/institucional/organograma/Organograma>>, Acesso em: 20 ago. 2013, 02:13:20

INTRANET NET. **Treinamento Técnico – Rede Externa - Escola Técnica Net ETN**. Disponível em: <<http://netonline/treinamentos/treinamentosabertos/TreinamentoCOPRede.ashx>> Acesso em: 25 ago. 2013, 15:45:30

KARDEC, Alan. **Gestão Estratégica e Confiabilidade**. Rio de Janeiro. Qualitymark, 2002.

KUROSE, James F. **Redes de Computadores e a Internet: Uma abordagem top-down**, 3 ed. São Paulo: Addison Wesley Editó, 2006.

LAFRAIA, João Ricardo Barusso. **Manual de confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade**. 1. Ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia do Trabalho Científico**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

MINISTÉRIO DAS COMUNICAÇÕES– **Portal de dados do setor de telecomunicações**. Disponível em: <<http://www.mc.gov.br/DSCOM/view/Resultado.php>>. Acesso em: 15 set. 2013, 09:44:34.

MORAIS, Vicente Mazzola. **Metodologia para implantação de Serviços Digitais em uma Rede HFC existente**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. Curitiba/PR, 2006.

NET. **Net Combo** - Portal de Internet – Disponível em: <<http://netcombo.com.br/internet>>. Acesso em 05 mar. 09:50:20

PERSEGONA, Marcelo, and Isabel ALVES. "História da internet: origens do e-gov no Brasil." (2008).

SCAPIN, Carlos Alberto. **Análise Sistêmica de Falhas**. Nova Lima. INDG Tecnologia. 2007.

TECMUNDO. **20 anos de Internet no Brasil: Aonde chegamos?** <<http://www.tecmundo.com.br/internet/8949-20-anos-de-internet-no-brasil-aonde-chegamos-.htm>>. Acesso em: 19 jul., 01:10:00.

TECMUNDO. **A História da Internet: pré-década de 60 até anos 80**. <<http://www.tecmundo.com.br/infografico/9847-a-historia-da-internet-pre-decada-de-60-ate-anos-80-infografico-.htm#comentarios>>. Acesso em: 28 jul. 2013, 03:07:00

GLOSSÁRIO

BACKBONE – Rede de transporte, designa o esquema de ligações centrais de um sistema mais amplo, tipicamente de elevado desempenho.

BITNET – Because it's time network.

CATV – Community Antenna Television – Antena compartilhada entre vários usuários, atualmente se refere às redes de televisão a cabo.

CM – Cable Modem – Dispositivo que permite o acesso à banda larga através das redes de cabos da operadora a cabo.

CMTS – Cable Modem Termination System. Roteador que controla e administra o tráfego e o consumo dos cables modems e está localizado no Headend.

CNR – Carrier to Noise Ratio – Relação Portadora-Ruído indica o quanto a portadora de RF é maior que o ruído.

DATACENTER – Estrutura responsável por distribuir sinal virtual (dados) e fone (voz).

DOCSIS – Data Over Cable Service Interface Specification – é um padrão utilizado em telecomunicações por cabo, especialmente para prover acesso à internet.

HD – High Definition – alta definição.

HEADEND: Fonte de recepção, processamento e distribuição do sinal na rede de TV a cabo.

HFC – Hybrid Fiber Coax – Redes híbridas de cabos de fibras ópticas e cabos coaxiais para transmissão de sinais de televisão por assinatura, internet banda larga e telefonia.

HP – Home passad – Casas passadas que estão disponíveis para atendimento.

LAN – Rede de área local.

LOAD BALANCE: tecnologia onde o consumo de banda é dividido uniformemente entre as frequências de downstream.

MDU – Multiple Dwelling unit. Local onde ficam centralizadas as conexões de assinantes em prédios.

NODE – Subdivisão da rede de TV a cabo.

OUTAGE - (parada, interrupção). – Sistema utilizado para gestão das paradas voluntárias ou involuntárias no sistema de transmissão da empresa.

OUTAGE – Informações sobre problemas na rede externa (ausência de sinal).

RF – Radiofrequência.

RX – Receptor de sinal.

SPLICING – O Splicing é uma fase de construção da rede posterior ao lançamento de cabos e cordoalhas. Ela consiste em cortar o cabo para fazer os conectores, e montar os equipamentos nos vãos dos postes.

SWEEP – Teste de varredura no sistema de TV a cabo. Utilizado para verificar a resposta em frequência do sistema e atenuações entre dois pontos.

TAP - Passivo de rede que distribui o sinal para os pontos dos assinantes. Também chamado de derivador.

TCPIP – Transmission control protocol – internet protocol.

TRIPLEPLAY- Denominação da Empresa Net Serviços para os serviços de TV, Internet e Banda larga, juntos.

TX – Transmissor de sinal.

UBB – Ultra Broadband.

UPSTREAM – Canal de retorno do sistema de televisão a cabo, entre o assinante e o Headend.

VIRTUA – Denominação da Empresa Net Serviços para o serviço de Banda larga.

WWW – world wide web.

NAGIOS FONTE – Sistema de monitoramento remoto das fontes de alimentação da rede.