



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO  
AMAZONAS – IFAM  
CAMPUS MANAUS DISTRITO INDUSTRIAL  
CURSO TECNOLOGIA EM SISTEMAS DE TELECOMUNICAÇÕES**

**RICHARDSON SOUZA DE MOURA**

**A IMPORTÂNCIA DA UTILIZAÇÃO DA REDE SDH EM SUBSTITUIÇÃO DA PDH  
NA TRANSMISSÃO ÓPTICA – ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DE  
TELECOMUNICAÇÃO OI.**

**MANAUS/AM  
2020**

**RICHARDSON SOUZA DE MOURA**

**A IMPORTÂNCIA DA UTILIZAÇÃO DA REDE SDH EM SUBSTITUIÇÃO DA PDH  
NA TRANSMISSÃO ÓPTICA – ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DE  
TELECOMUNICAÇÃO OI.**

Monografia apresentada ao curso de graduação em Tecnologia em Sistemas de Telecomunicações do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, como requisito para obtenção do Título de Tecnólogo em Sistemas de Telecomunicações.

Orientador: Prof. Msc. José Geraldo de Pontes e Souza

**MANAUS/AM  
2020**

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

---

M929i Moura, Richardson Souza de.

A importância da rede SDH em substituição da PDH na transmissão óptica – Estudo de caso em uma empresa de telecomunicações OI. / Richardson Souza de Moura. – Manaus, 2020.  
60f. : il. Color.

A importância da rede SDH em substituição da PDH na transmissão óptica – Estudo de caso em uma empresa de telecomunicações OI (Tecnologia em Sistema de Telecomunicações) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, *Campus* Manaus Distrito Industrial, 2020.

Orientador: Prof. MSc. José Geraldo de Pontes e Souza

1. SDH. 2. PDH. 3. Rede de telecomunicações. I. Souza, José Geraldo de Pontes e (Orient.)  
II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas. III. Título.

CDD 621.382

---

Elabora por Fc<sup>a</sup>. Amélia Frota, registro n.858 (CRB11)

RICHARDSON SOUZA DE MOURA

**A IMPORTÂNCIA DA UTILIZAÇÃO DA REDE SDH EM SUBSTITUIÇÃO DA PDH  
NA TRANSMISSÃO ÓPTICA – ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DE  
TELECOMUNICAÇÃO OI.**

Monografia apresentada ao curso de graduação em Tecnologia em Sistemas de Telecomunicações do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, como requisito para obtenção do Título de Tecnólogo em Sistemas de Telecomunicações.

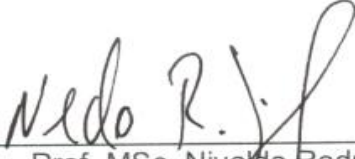
Orientador: Prof. Msc. José Geraldo de Pontes e Souza

Aprovada em 11 de fevereiro de 2020.

BANCA EXAMINADORA

  
José Geraldo de Pontes e Souza  
Coordenador de Eletrônica  
PORTARIA 386 GDC/CM/IFAM 8/11/2018

\_\_\_\_\_  
Prof. MSc. JOSÉ GERALDO DE PONTES E SOUZA.  
Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - IFAM

  
\_\_\_\_\_  
Prof. MSc. Nivaldo Rodrigues e Silva.  
Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - IFAM.

  
\_\_\_\_\_  
Prof. MSc. Ewerton Andrey Godinho Ribeiro.  
Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - IFAM.

MANAUS/ AM  
2020

*Dedico com sublime carinho à minha mãe Sra. Soterina que sonhou intensamente com isso. Dedico ainda à minha esposa e filhos que em minhas ausências souberam elevar preces a Deus pelo meu sucesso. A vocês o meu amor. Por último e com mais importância a tudo que até aqui foi citado, dedico a doce Mãe do meu Senhor: Maria Santíssima.*

*“Nos cum prole pia Benedicat Virgo Maria.”*

## **AGRADECIMENTOS**

Minha primeira gratidão sempre será a Deus, por me ter feito Cristão; após isso, tudo será sempre acréscimo nesta obra inacabada que sou eu.

Agradeço imensamente à minha família, foi pelo bem deles que empreguei tanto esforço e sacrifício.

Não poderia deixar de citar o Prof. João Batista, um homem duro mais que assim expressa como telecomunicações deve ser levado a sério. Pelos seus exemplos e sabedoria, obrigado grande mestre.

Na Pessoa do Professor Mestre Nivaldo gostaria de expressar minha gratidão aos demais. A todos vocês minha gratidão e estima.

Aos meus convivas de curso e colegas de trabalho gostaria também de expressar minha gratidão: Muito Obrigado!

*Infalível Criador, que, dos tesouros da  
Vossa sabedoria,  
Tirastes as hierarquias dos anjos,  
colocando-as com ordem admirável no  
céu;  
Vós, que distribuístes o universo com  
encantadora harmonia;  
Vós, que sois a verdadeira fonte da luz e  
o princípio supremo da sabedoria,  
Difundi sobre as trevas da minha mente o  
raio do esplendor,  
Removendo as duplas trevas nas quais  
nasci: o pecado e a ignorância.  
Vós, que tornastes fecunda a língua das  
crianças,  
Tornai erudita a minha língua e espalhai  
sobre meus lábios vossa bênção.  
Concedei-me a agudeza de entender,  
A capacidade de reter,  
A sutileza de relevar,  
A facilidade de aprender,  
A graça abundante de falar e de escrever.  
Ensinai-me a começar, regei-me no  
continuar e no perseverar até o término.  
Vós, que sois verdadeiro Deus e  
verdadeiro homem,  
Que viveis e reinais pelos séculos dos  
séculos. Amém!*

*(Tomás de Aquino, Santo e Doutor  
angélico.)*

## RESUMO

Este estudo surgiu a partir da necessidade da percepção que a empresa de telecomunicações Oi, tinha para atender a alta demanda dos assinantes que ligavam para empresa após a interrupção do serviço de telefonia fixa que acontecia quando a fibra óptica rompia, ocasionando queda de performance no indicador de desempenho da empresa e assim surgindo a necessidade de haver um estudo e projeto que resolvesse o problema indicado pelos assinantes. Este estudo aconteceu na zona norte de Manaus onde foi realizada a substituição da transmissão de modems PDH por SDH, interligados com topologia tipo anel, possibilitando maior ganho em proteção dos serviços e a estabilidade dos equipamentos no serviço de telefonia fixa na zona em estudo. A SDH é um sistema de transmissão digital de alta velocidade, unificado que propicia maior capacidade e eficiência na gerência das redes, bem como uma considerável redução de preços. O processo de multiplexação, por ser mais flexível, torna muito mais simples essa etapa, em relação ao PDH, que necessita de simetria de equipamentos em todos os pontos da rede. Um sinal SDH pode ser inserido dentro de uma taxa maior, sem passar por estágios intermediários (BERNAL FILHO, 2009). O trabalho descreveu as vantagens e desvantagens da utilização transmissão de dados via SDH para empresa. Os métodos empregados foram pesquisa bibliográfica e em campo, com substituição dos dados via PDH por SDH. Após a substituição constatou-se a melhoria na disponibilidade dos serviços, sobretudo pelo gerenciamento remoto obtido. Foi possível concluir que a configuração de anel se mostrou muito eficiente nessa região devido, sobretudo, aos problemas de infraestrutura trazidos pelo crescimento dessa região.

**Palavras-chave:** SDH, PDH, Rede de Telecomunicação.

## ABSTRACT

This study arose from the need for the perception that the telecommunications company OI had to meet the high demand of subscribers who called the company after the fixed telephone service interruption that happened when the fiber optic broke, causing performance decrease in the indicator. the company's unemployment and thus the need for a study and project to solve the problem indicated by the subscribers. This study took place in the northern zone of Manaus, where the replacement of PDH modems by SDH interconnected with ring topology was performed, allowing greater gain in service protection and equipment stability in the fixed telephone service in the study area. SDH is a unified, high-speed digital transmission system that provides greater capacity and efficiency in network management, as well as a considerable price reduction. The multiplexing process, because it is more flexible, makes this step much simpler than PDH, which requires equipment symmetry at all points of the network. An SDH signal can be inserted at a higher rate without going through intermediate stages (BERNAL FILHO, 2009). The paper described the advantages and disadvantages of using data transmission via SDH for enterprise. The methods employed were bibliographic and field research, with replacement of data via PDH by SDH. After replacement, the availability of services was improved, especially due to the remote management obtained. It was concluded that the ring configuration proved to be very efficient in this region due mainly to the infrastructure problems brought by the growth of this region.

*Keywords:* SDH, PDH, Telecommunication Network.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 01 - Partes principais de uma Rede de Telecomunicações.....</b>	<b>19</b>
<b>Figura 02 - Comutação de circuitos.....</b>	<b>21</b>
<b>Figura 03 - Comutação de Pacotes.....</b>	<b>22</b>
<b>Figura 04 - Topologia da Empresa de Telecomunicação da Oi.....</b>	<b>24</b>
<b>Figura 05 - Via PDH.....</b>	<b>27</b>
<b>Figura 06 – Rede SDH.....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 07 – Unidade Remota de Assinante URA.....</b>	<b>37</b>
<b>Figura 08 – Zona Norte de Manaus, área da realização do projeto.....</b>	<b>38</b>
<b>Figura 09 – Interface gráfica de gerenciamento remoto.....</b>	<b>39</b>
<b>Figura 10 – Interface gráfica de gerenciamento remoto: Configuração.....</b>	<b>40</b>
<b>Figura 11 – Bastidor da Central que interliga com as URAS1.....</b>	<b>42</b>
<b>Figura 12 – Gerador Padrão.....</b>	<b>43</b>
<b>Figura 13 – Configuração do instrumento para transmitir um sinal.....</b>	<b>44</b>
<b>Figura 14 – Teste de multiplexação/demultiplexação tributários elétricos.....</b>	<b>45</b>
<b>Figura 15 – Teste de multiplexação/demultiplexação tributário DVB.....</b>	<b>47</b>
<b>Figura 16 – Power meter ou Radiômetro.....</b>	<b>48</b>
<b>Figura 17 – Verificação da sensibilidade do receptor.....</b>	<b>49</b>
<b>Figura 18 – Testes de multiplexação/demultiplexação no enlace.....</b>	<b>52</b>
<b>Figura 19 – Verificação de cross-over de TU numa conexão em anel.....</b>	<b>54</b>
<b>Figura 17 – Placa Óptica STM-1.....</b>	<b>55</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela – Instrumentos e Acessórios.....</b>	<b>41</b>
--	-----------

## LISTA DE SIGLAS

SDH - Hierarquia Digital Síncrona (*Synchronous Digital Hierarchy*)

URA – Unidade Remota de Assinante

PDH – Hierarquia Digital Plesiócrons

TDM – Multiplexação por Divisão No Tempo

BRAS – Servidor de Acesso Remoto de Banda Larga (*Broadband Remote Access Server*)

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
1.1	FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....	13
1.2	JUSTIFICATIVA.....	14
1.3	MOTIVAÇÃO .....	14
1.4	OBJETIVOS.....	14
<b>1.4.1</b>	<b>Objetivo Geral</b> .....	<b>14</b>
<b>1.4.2</b>	<b>Objetivos Específicos</b> .....	<b>15</b>
1.5	METODOLOGIA.....	15
1.6	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO .....	16
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>17</b>
2.1	EVOLUÇÃO DA COMUNICAÇÃO TELEFÔNICA.....	17
2.2	REDES DE TELECOMUNICAÇÕES.....	18
<b>2.2.1</b>	<b>Tipo de Alimentação de Telefonia</b> .....	<b>21</b>
<b>2.2.2</b>	<b>Topologias de Rede</b> .....	<b>23</b>
2.3	O QUE É MONITORAMENTO REMOTO .....	25
2.4	TIPO DE TRANSMISSÃO DE DADOS PARA TELEFONIA FIXA .....	26
<b>2.4.1</b>	<b>Transmissão de Dados Via PDH</b> .....	<b>26</b>
<b>2.4.2</b>	<b>Transmissão de Dados Via SDH</b> .....	<b>28</b>
2.5	VANTAGENS E DESVANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DA TEC. SDH.....	30
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>32</b>
3.1	TIPO DE ESTUDO .....	32
3.2	HISTÓRICO DO OBJETO DE ESTUDO .....	35
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>37</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>56</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>58</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Estamos vivendo a era da revolução tecnológica que possibilita grandes desenvolvimentos de equipamentos, dispositivos e *softwares* voltados às telecomunicações, do qual tem um papel essencial, permitindo pessoas e organizações trocarem informação, conhecimento e entretenimento em quase todo o planeta, de forma rápida e interativa. Para garantir os objetivos estipulados pela empresa, o monitoramento remoto no sistema telefônico surgiu para criar uma cultura voltada para resolver os problemas decorrentes da falta de disponibilidade dos serviços de comunicação ponto a ponto do qual foi projetado inicialmente.

O mercado de telecomunicações com o passar dos anos vem se mostrando cada vez mais competitivo e as empresas de telefonia procuram conquistar os clientes devido aos detalhes nos serviços oferecidos (FERREIRA, 2017).

O SDH é um sistema de transporte de informações em alta velocidade, muito utilizado para acessos à rede de comunicação em alta velocidade. Opera nas velocidades de: 155 Mbps, 622 Mbps, 2,5 Gbps, 10 Gbps e 40Gbps síncrona. Cada canal opera com um relógio sincronizado com os relógios dos outros canais, e é sincronizado com o equipamento multiplex através de um processo de justificação de bit e encapsulamento da informação (TELECO, 2013). As redes de SDH deixam as operadoras mais ágeis e mais econômicas. Com redes de SDH, muito menos gente pode tomar conta de todo o sistema, pois tudo se faz pelo simples teclar de um comando num terminal de computador.

A SDH (Hierarquia Digital Síncrona) é um sistema de transmissão digital de alta velocidade, unificado que propicia maior capacidade e eficiência na gerência das redes, bem como uma considerável redução de preços. O processo de multiplexação, por ser mais flexível, torna muito mais simples essa etapa, em relação ao PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy), que necessita de simetria de equipamentos em todos os pontos da rede. Um sinal SDH pode ser inserido dentro de uma taxa maior, sem passar por estágios intermediários (BERNAL FILHO, 2009).

Em 2013 a OI implantou o seu primeiro armário, habitualmente chamada de URA (unidade remota de assinante), na entrada do Condomínio Allegro, na sequência mais dois para atender o bairro Campos Sales e outros condomínios. Em 2014, aconteceu a inauguração do Conjunto Habitacional Viver Melhor 4 e foram implantadas mais 3 URAS e assim aconteceu até meados de 2017 quando toda

região já estava mapeada estrategicamente; hoje esses equipamentos trabalham com capacidade máxima.

As estações remotas chamadas de URA (unidade remota de assinante) estão espalhadas por toda região. Especialmente na zona Norte de Manaus onde é a zona que mais cresce. São inúmeros complexos Habitacionais e Indústrias distribuídos ao longo da av. Torquato Tapajós. Com essa expansão é natural que também cresça a demanda dos serviços de telecomunicação. Ao longo da avenida ainda foram instalados 12(doze) equipamentos, que inicialmente utilizavam modem óptico para fazer o transporte dos serviços.

O presente estudo foi desenvolvido na zona supracitada, onde existem diversas estações remotas para atender serviços de telefonia fixa e onde o crescimento não acontece de maneira programada. Foi realizada atividade de campo, de natureza técnica em que se aplicou a substituição de modems PDH por SDH interligados com topologia tipo anel a fim de desenvolver e aplicar uma melhoria na rede transmissão dessas remotas, garantindo proteção dos serviços e a estabilidade dos equipamentos.

A palavra monitoramento significa monitorar, acompanhar algum processo, de forma presencial ou remota. Neste trabalho, o interesse é demonstrar a importância da interface de informações entre a Unidade Remota de Assinante (URA) para a empresa de telecomunicação Oi, de modo que seja possível corrigir possíveis problemas sem a necessidade de deslocamento ao ponto.

Este trabalho é de fundamental importância para instituição, pois oferece base para estudos mais avançados da tecnologia SDH em seus laboratórios, equipados com um anel de 3 estágios – semelhante ao exposto no presente trabalho; e pelo lado da empresa, possibilita oferecer um serviço de melhor qualidade e com muito menos probabilidade de interrupção aos assinantes.

## 1.1 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Assim como acontece com outras empresas que prestam serviço à população de Manaus, vem se percebendo ao longo dos anos transformações com a crescente necessidade de serviços individuais. Com essa mentalidade a empresa estudada procura oferecer telefonia fixa confiável, contribuindo com uma melhor qualidade de vida, desenvolvendo programa de monitoramento remoto no sistema

telefônico fixo e assim minimizar impactos causados com ausência de serviço de qualidade.

O problema abordado neste trabalho se propõe a responder: Qual a importância da utilização da tecnologia SDH em substituição a PDH, na transmissão de dados para telefonia fixa a empresa de telecomunicação estudada?

## 1.2 JUSTIFICATIVA

A motivação primeira deste trabalho é apresentar uma pequena parcela de contribuição ao estudo de transmissão óptica via SDH para a instituição de ensino, viabilizando a reprodução real em laboratório, do que foi preparado em campo.

O estudo em questão procurou descrever as etapas para implantação do sistema de transmissão de dados via SDH (*Synchronous Digital Hierarchy* – Hierarquia Digital Síncrona) interligados com topologia tipo anel, em substituição ao utilizado anteriormente o PDH, mostrando os inúmeros benefícios e ganhos com essa troca.

## 1.3 MOTIVAÇÃO

A proposta deste trabalho surgiu a partir da percepção que a empresa de telecomunicações estudada, tinha para atender a alta demanda dos assinantes que ligavam para empresa após a interrupção do serviço de telefonia fixa que acontecia quando a fibra óptica rompia. O assinante ligava e reclamava ocasionando queda de performance no indicador de desempenho da empresa estudada e assim surgindo a necessidade de haver um estudo e projeto que resolvesse o problema indicado pelos assinantes.

## 1.4 OBJETIVOS

### 1.4.1 Objetivo Geral

Tem como objetivo geral:

Demonstrar a importância da substituição da via de transmissão de dados de modens PDH por SDH interligados com topologia tipo anel, a fim de garantir

melhoria na disponibilidade do serviço de telefonia fixa para a empresa de telecomunicação estudada.

#### **1.4.2 Objetivos Específicos**

Os objetivos específicos são:

Evidenciar o potencial de distribuição utilizando a transmissão de dados via SDH para garantir serviços de telecomunicações mais eficiente na zona norte de Manaus onde o estudo foi desenvolvido;

Esclarecer a evolução e desenvolvimento da tecnologia SDH;

Evidenciar as vantagens e desvantagens da transmissão de dados via SDH;

Fazer um comparativo entre a transmissão de dados via SDH e a PDH a fim de confirmar qual a tecnologia mais é mais apropriada para a zona em estudo.

#### **1.5 METODOLOGIA**

O trabalho teve como finalidade descrever a importância da utilização da transmissão de dados via SDH interligados com topologia tipo anel, nos serviços de telecomunicações para a empresa estudada, o que permite uma viabilidade econômica e a possibilidade da continuidade e expansão do seu uso, a partir de fontes já publicadas, referências bibliográficas, pesquisa de campo.

O estudo para implementação e substituição da transmissão de dados via PDH para SDH, foi realizada no bairro Nova Cidade, zona norte situado próximo a um dos limites da cidade de Manaus.

Teve como ferramenta a pesquisa descritiva, uma vez que segundo Gil (2012, p. 42) esse tipo de pesquisa “tem como objetivo primordial à descrição das características de determinada população ou fenômeno, ou, então o estabelecimento da relação entre variáveis. Caracteriza-se pela utilização de técnicas padronizadas de coletas de dados, tais como questionários e observação”.

Conforme Oliveira (2002, p. 119) A pesquisa bibliográfica “tem por finalidade conhecer as diferentes formas de contribuição científica que se realizaram sobre determinado assunto ou fenômeno”.

Os dados foram adquiridos por meio de pesquisa de campo, fazendo a inter-relação entre os aspectos convergentes e divergentes dos resultados da pesquisa, tendo como base a interpretação subjetiva do pesquisador.

## 1.6 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

No primeiro capítulo é apresentada introdução ao tema proposto, à justificativa, a motivação, a formulação do problema, o objetivo geral e os objetivos específicos, a metodologia e a organização do trabalho.

No segundo capítulo é proporcionado à revisão da literatura, onde procurou um levantamento bibliográfico, com a finalidade de haver um embasamento no referencial teórico referente ao tema e elementos que contribuísse para o estudo de caso, dando ao trabalho um caráter científico.

No terceiro capítulo do trabalho é realizada a apresentação da metodologia, as técnicas utilizadas para abordar o tema em estudo.

No quarto capítulo é apresentado à análise dos resultados fazendo uma conexão entre a experiência observada na prática com os conceitos coletados na pesquisa bibliográfica.

No quinto capítulo, são feitas considerações finais apontando as conclusões do trabalho e sugestões de melhoria para futuros trabalhos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 EVOLUÇÃO DA COMUNICAÇÃO TELEFÔNICA

O telefone é um dos dispositivos de telecomunicações planejados para transmitir sons por meio de sinais elétricos nas vias telefônicas. É definido como um aparelho eletroacústico que admite a transformação, no ponto transmissor, de energia acústica em energia elétrica e, no ponto receptor, terá a transformação da energia elétrica em acústica, permitindo desta forma a troca de informações (falada e ouvida) entre dois ou mais assinantes. Para que haja sucesso nessa comunicação, os aparelhos precisam estar conectados a vários equipamentos, que constituem uma central telefônica.

O telefone é capaz de enviar som a longa distância, é formada por um microfone, um auscultador e uma unidade de marcação de dígitos. O microfone transforma as ondas sonoras em sinais elétricos que são transmitidos para a rede telefônica, enquanto que o auscultador realiza a operação inversa.

No início, a comunicação era feita através de fios e cabos, sendo o telefone fixo e bastante vasto, apareceu nas residências particulares e estabelecimentos comerciais. Tempo depois, surgiu o telefone público e mesmo assim, com algumas restrições. Em 1878 foi introduzido o primeiro telefone mecanizado através de um quadro de distribuição, permitindo a conexão a qualquer outro (TELECO, 2013).

O telefone é um invento atribuído ao escocês Alexander Graham Bell em 1876, cujo invento foi inspirado no funcionamento do telégrafo e permitia a comunicação entre pontos distantes, porém esta comunicação era em códigos e não por sons, entretanto não havia a possibilidade de falar e ouvir simultaneamente, engenhosidade obtida posteriormente pelo americano Thomas Edison. Com o descobrimento desta forma de condução de notícias, através de ondas, desenvolveu mecanismo que permitiu trocas de informações quase simultâneas, e não apenas a passagem de informações de um ponto a outro (TELECO, 2013).

A primeira ligação telefônica por meio de ondas de rádio entre dois continentes foi realizada em 1914 e o primeiro telefone sem fio surgiu em 1967. E a primeira ligação telefônica utilizando-se um aparelho portátil foi feita no dia 03 de abril de 1973 pelo pesquisador da Motorola<sup>1</sup> Martin Cooper, e o aparelho utilizado nesse telefonema possuía 25 cm de comprimento e 7 cm de largura e pesava um

quilo, com uma bateria que se esgotava em 20 minutos. Contudo, o primeiro telefone celular somente foi comercializado 10 anos mais tarde, em 1983, quando a Motorola lançou no mercado mundial o modelo DynaTac 8000X, que custava cerca de 4 mil dólares. Em 1967 foi criado o Ministério das Comunicações que passava a ser responsável pela Telefonia, Radiodifusão e Correios.

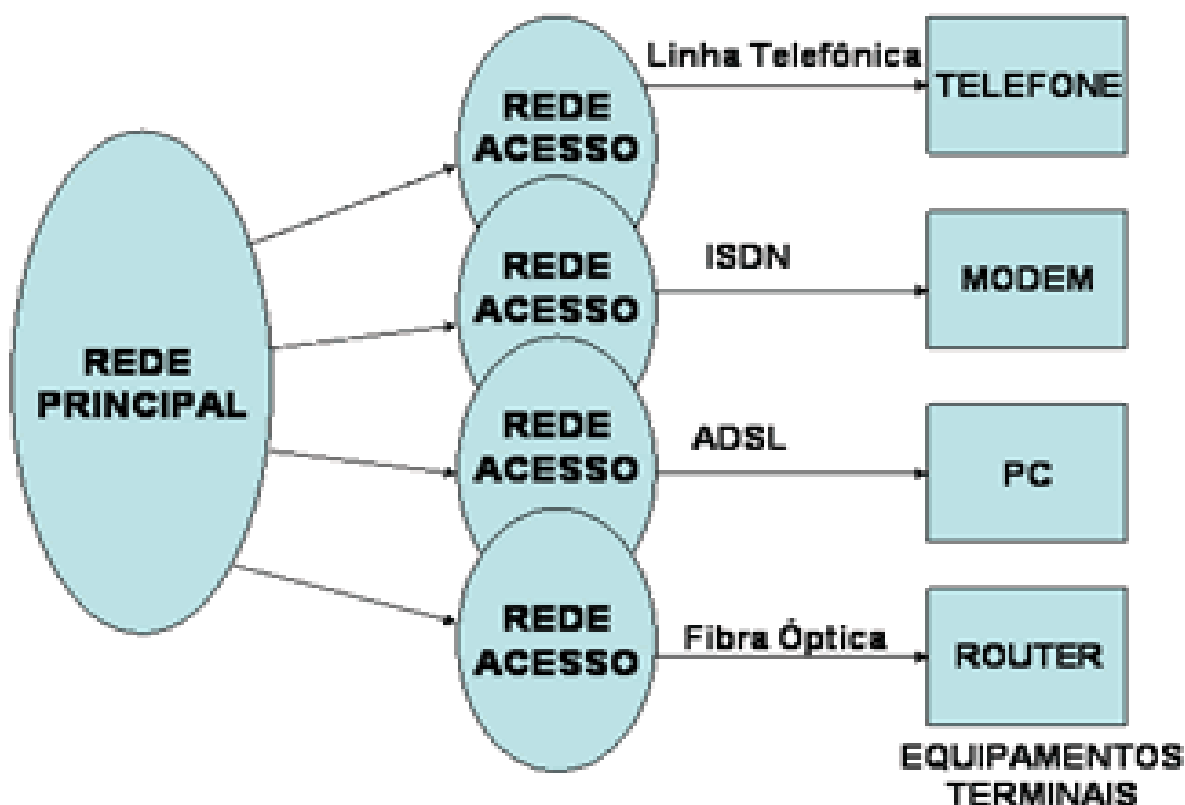
Por fim, em 1972 foi criada a Telebrás que veio a substituir 800 concessionárias de telefonia e implantar o sistema de monopólio estatal das comunicações. A partir de 1994 o Brasil iniciou um processo de desregulamentação das telecomunicações, que culminou com o desaparecimento da Telebrás, a criação da Agência Nacional de Telecomunicações – ANATEL e a privatização das operadoras estatais de telefonia. Este processo gerou uma abertura de mercado e o aparecimento de novas operadoras regionais e de longa distância de telefonia fixa e móvel, como Embratel, Intelig, Brasil Telecom, TIM, VIVO, GVT, entre outras (TELECO, 2013).

## 2.2 REDES DE TELECOMUNICAÇÕES

Rede de telecomunicações é uma coleção de nós terminais, conectados de modo a permitir a telecomunicação entre os terminais. As redes de telecomunicações estão sendo aperfeiçoado para suportar a transmissão de informações com a introdução de novas tecnologias, tanto do lado dos equipamentos da rede, quanto dos meios de transmissão e dos sistemas de operação para gerenciamento (TELECO, 2013).

Uma rede de telecomunicação pode ser apresentada sendo constituída de rede principal, redes de acesso e de equipamentos terminais conforme figura 01. A Rede principal é formada pelos equipamentos centrais, do núcleo da rede, normalmente presentes nas empresas prestadoras de serviço de Telecomunicações. As Redes de Acessos são formadas por todos os meios de transmissão que interligam a rede principal e o usuário final representado pelos equipamentos principais (TELECO, 2013).

Figura 01 - Partes Principais de uma Rede de Telecomunicações.



Fonte: Teleco, 2013

Uma rede de telecomunicação pode ser apresentada sendo constituída de rede principal, redes de acesso e de equipamentos terminais conforme figura 01. A Rede principal é formada pelos equipamentos centrais, do núcleo da rede, normalmente presentes nas empresas prestadoras de serviço de Telecomunicações. Por exemplo, em uma rede de telefonia, a rede principal é formada por todas as centrais telefônicas (por exemplo, as CPA's – Centrais de Processamento Armazenado) e os sistemas e meios de transmissão necessários para interligar esses equipamentos.

As Redes de Acessos são formadas por todos os meios de transmissão que interligam a rede principal e o usuário final representado pelos equipamentos principais. Fazem parte deste item, as linhas ISDN, ADSL, Sistemas Wireless, Linhas Telefônicas, Sistemas PLC, etc. (TELECO, 2019)

São muitas as tecnologias dentro de uma rede de telecomunicações, desta forma a rede é dividida conforme sua aplicação: Rede de Acesso, Rede de Comutação, Rede de Transmissão, Rede de Dados e Infraestrutura.

➤ Rede de Acesso faz a interligação entre os clientes e a central de comutação e ou Servidores de Dados (BRAS). É a parte da rede onde se concentra o maior número de conexões da rede, ela se estende desde a casa do cliente até as operadoras de telecomunicações. Utiliza uma grande variedade de tecnologias e protocolos de comunicação que dependem dos serviços proporcionados ao cliente conforme figura 01 (TELECO, 2013).

➤ Rede de Comutação fundamentalmente é composta por centrais telefônicas que são responsáveis pelo encaminhamento de chamadas telefônicas, realiza a conexão entre os assinantes reservando o circuito (caminho físico) apenas para esta utilização, desocupando novamente após o termino da chamada.

➤ Rede de Dados ou Rede IP o funcionamento lógico das redes de dados segue o modelo TCP/IP, por este motivo também é chamada de rede IP. É composta por elementos de rede como switches e *routers* que realizam a comutação e roteamento de informações, ou seja, é responsável pelo controle e direcionamento dos dados da rede, outro elemento de rede importante é o BRAS (Servidor de Acesso Remoto de Banda Larga, do inglês *Broadband Remote Access Server*) ele realiza autenticação de clientes, concentra o tráfego de assinantes de banda larga e posteriormente transfere para a Internet (TELECO, 2013).

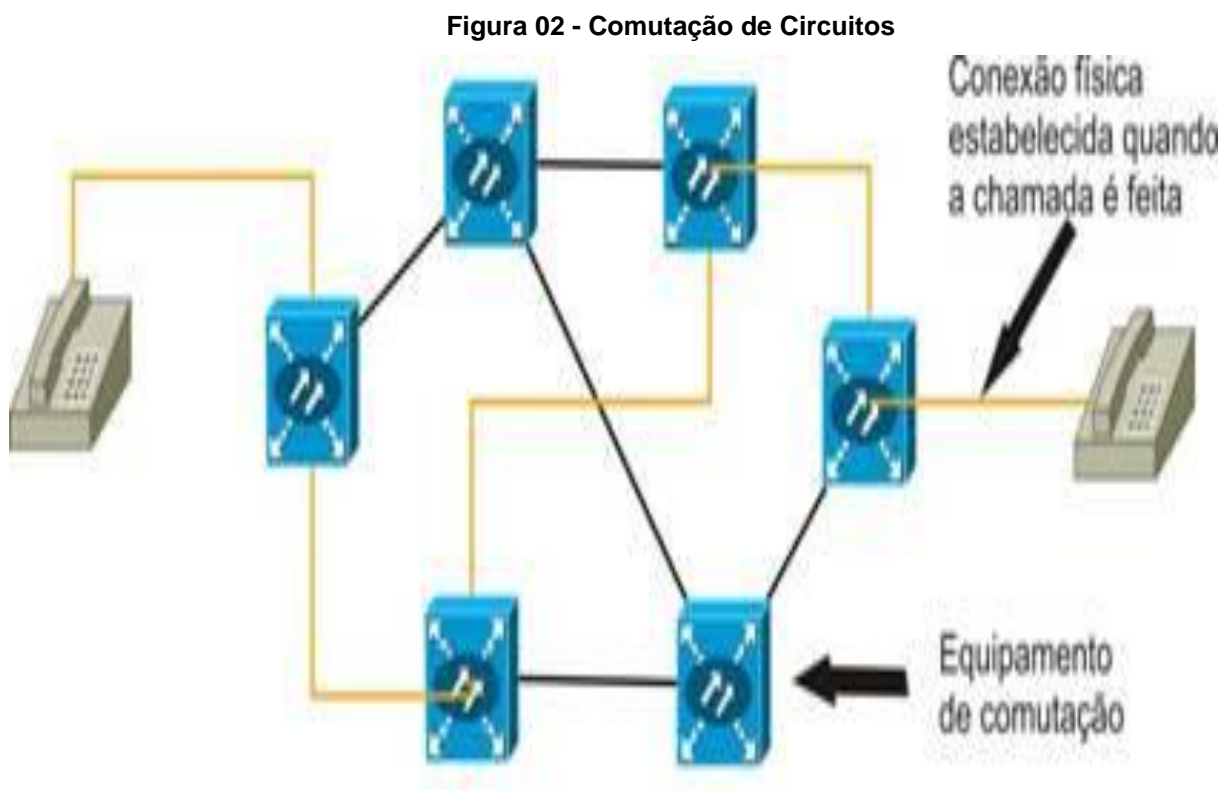
➤ Rede de Transmissão também chamada de Rede de Transporte realiza a interconexão entre os elementos da rede, transporta as informações entre a Rede de Acesso, a Rede de Dados e a Rede de Comutação. Possui equipamentos de alta capacidade de tráfego de dados e em sua grande maioria são transmitidos por ótica utilizando tecnologias como o ATM, SDH, DWDM, entre outras (TELECO, 2013).

➤ Infraestrutura é o conjunto de todo o sistema responsável pelo suporte aos equipamentos, assegurando o pleno funcionamento e integridade física das redes citadas acima. É composto por sistema de eletricidade, aterramento, sistema de refrigeração, sistema de incêndio, sistema de segurança e do próprio local de instalação do equipamento.

### 2.2.1 Tipo de Alimentação de Telefonia

No início das operações de telefonia, as conexões para ligações telefônicas eram feitas manualmente através de cabos em um painel, hoje esse processo é automatizado. Um processo de comutação é aquele que reserva e libera recursos de uma rede para sua utilização, as comutações de circuitos e de pacotes são usadas no sistema telefônico atual. A comutação de circuito é usada no tráfego de voz, sendo a base para o sistema telefônico tradicional, a comutação de pacotes é usada para o tráfego de dados, sendo a base para a Internet (STALLINGS, CASE, 2016).

Comutação por Circuitos é uma rede comutada por circuitos é um tipo de rede no qual existe um caminho físico de comunicação dedicado entre dois endpoints, durante o tempo da conexão. Este caminho é estabelecido através dos nós da rede, ocupando uma fração da largura de banda cinco em cada ligação, durante o tempo da conexão. O serviço de voz utiliza esse método, a operadora reserva um caminho específico entre os endpoints durante a ligação, neste tempo, ninguém pode usar as linhas físicas envolvidas, mesmo que estejam ociosas conforme descrito figura 02 (STALLINGS CASE, 2016).



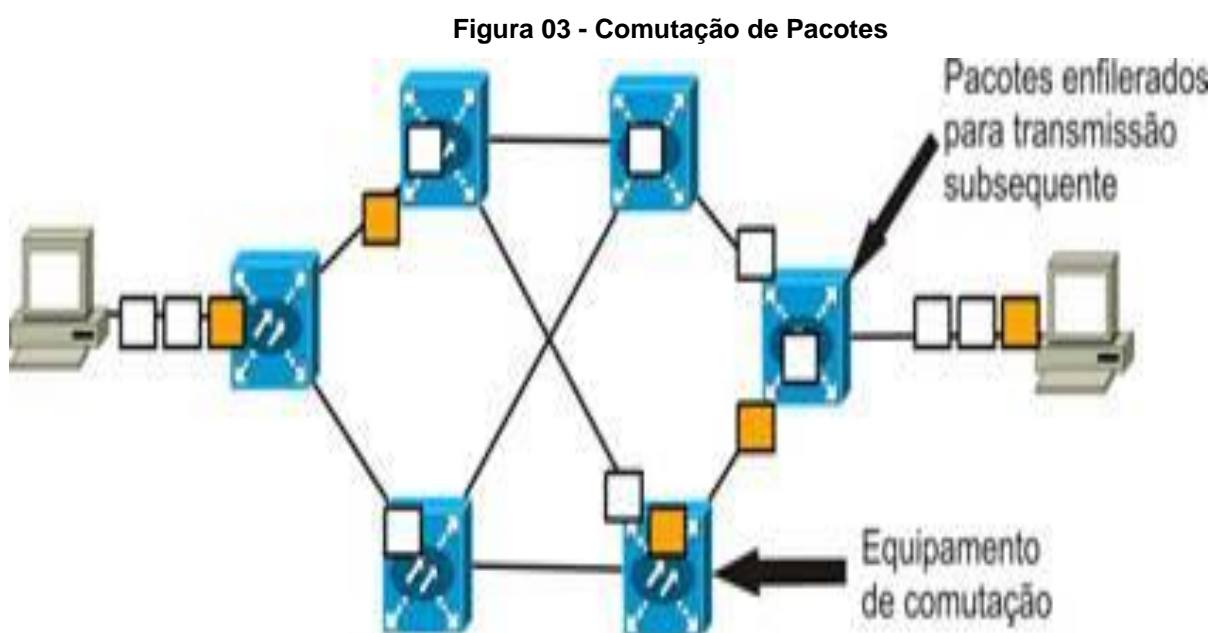
Fonte: Teleco, 2013

Na comutação de circuitos, ocorrem três fases:

Estabelecimento do circuito antes que os terminais comecem a se comunicar, há uma reserva de recurso necessário para essa comunicação, esse recurso é a largura de banda. Transferência da voz ocorre depois do estabelecimento do circuito, com a troca de informações entre os terminais. Desconexão do circuito, terminada a comunicação, a largura de banda é liberada em todos os ramos de comutação.

Antes de se estabelecer uma conexão, o equipamento de comutação define um caminho físico desde o transmissor e o receptor, esse caminho pode conter trechos de fibra óptica, radiofrequência, par trançado, entre outros. Quando estabelecida, haverá um caminho dedicado entre as extremidades até que a conexão termine. Nesse tipo de comutação, há a garantia da taxa de transmissão, a informação chegará a tempo real e na mesma ordem, desde o transmissor até o receptor (STALLINGS, CASE, 2016).

Para serviços de voz, esse sistema tem a vantagem de manter a inteligibilidade da conversa entre os usuários, porém, a grande desvantagem é que em parte do tempo, o canal fica ocioso, pois dificilmente há trocas de informação em 100% do tempo, dessa forma a largura de banda é desperdiçada. Sendo assim a operadora faz a tarifação do serviço baseada pela distância entre os terminais e o tempo da conexão.



Fonte: Teleco, 2013

Comutação por Pacotes os dados são subdivididos em pacotes contendo endereços de origem, de destino e informação de sequência, não há estabelecimento de um caminho dedicado à transmissão, os sistemas comutadores de pacotes, também chamados de roteadores, encaminham os pacotes entre os nós da rede de forma aleatória. Os pacotes chegam fora de ordem ao destinatário, que por sua vez se encarrega de reconstruir os dados e interpretar o conteúdo da mensagem conforme figura 03. Por esse motivo, a comutação por pacotes tem maior tolerância a falhas em relação à comutação por circuitos, pois os pacotes podem percorrer caminhos alternativos até o destino de forma a contornar os equipamentos de comutação inativos, a Internet é baseada em comutação por pacotes (STALLINGS, CASE, 2016).

### 2.2.2 Topologias de Rede

Os equipamentos da rede podem ser interligados de diferentes formas, o modo como a informação será distribuído na rede é que define qual topologia será a mais adequada. Há dois tipos de topologias, a física e a lógica. A topologia física é a forma como a estrutura é organizada, como os elementos de rede são interligados. A topologia lógica é caminho que é percorrido pelos dados na rede.

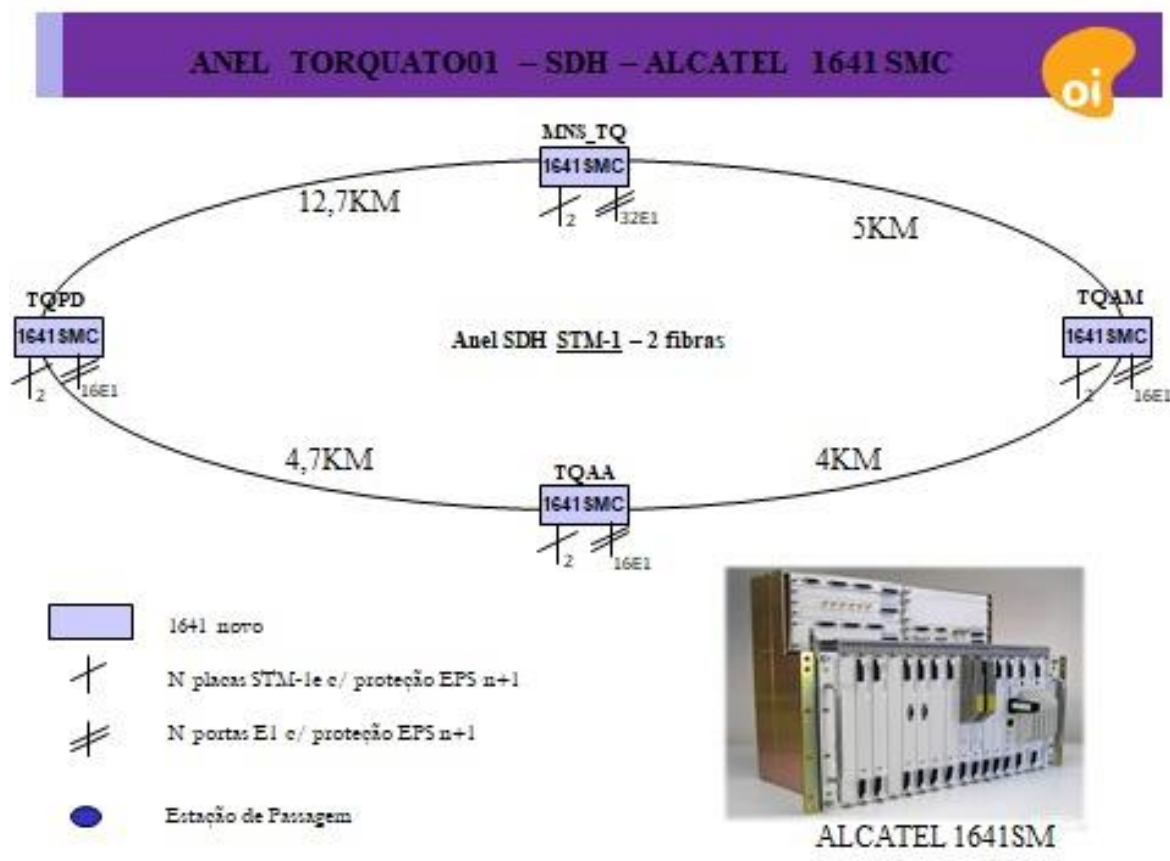
➤ Ponto-a-Ponto: É a forma mais simples de topologia em que dois elementos de rede são conectados entre eles. Normalmente é utilizada para conectar dispositivos (STALLINGS, CASE, 2016).

➤ Linha: Os elementos de rede são conectados como na topologia ponto-a-ponto de forma que um elemento se conecte no máximo a dois elementos. É muito utilizada em *Backbones* que cobrem grandes distâncias, com isso há a necessidade de equipamentos regeneradores ao longo do caminho.

➤ Barramento: Todos os elementos de rede são conectados por um único cabo, desta forma toda a informação contida neste cabo chega a todos os elementos de rede, sendo assim necessário o endereçamento da informação para que seja lida somente pelo destinatário. É muito usada nas redes *Ethernet* (STALLINGS, CASE, 2016).

➤ Anel: É interligado como na topologia em linha, porém o primeiro elemento se conecta ao último fechando um anel conforme figura 04. Quando um elemento quer se comunicar com outro que não seja seu vizinho a informação é transmitida pelos elementos até chegar ao seu destino. A comunicação na topologia em anel pode ser unidirecional ou bidirecional. Na unidirecional as informações são transmitidas em apenas um sentido do anel, já na bidirecional as informações são transmitidas pelos dois lados. É muito utilizada em redes SDH, pois caso haja falha de comunicação em um dos lados ainda há o outro para comunicação.

Figura 04 – Topologia da Empresa de Telecomunicação da OI



Fonte: Empresa de Telecomunicação OI, Ano 2019.

➤ Estrela: Todos os elementos se conectam a um elemento central como, por exemplo, em uma rede de computadores, todos os elementos são conectados por um *switch* (STALLINGS, CASE, 2016).

➤ Malha: Nesta topologia todos os elementos de rede se conectam a todos, ou seja, existe uma conexão física entre todos os elementos. É muito utilizada

em redes de dados com roteadores e *switchs* quando é necessária alta disponibilidade dos elementos e baixa tolerância a falhas.

➤ **Árvore:** É a interligação entre vários elementos já conectados em estrela, semelhantes a uma árvore onde todas as ramificações estão convergindo para uma raiz (STALLINGS, CASE, 2016).

➤ **Híbrida:** Consiste na combinação de duas ou mais topologias de forma que as redes possam expandir e integrar-se em outras redes, um exemplo disso é a rede de telecomunicações.

### 2.3 O QUE É MONITORAMENTO REMOTO

O monitoramento remoto é uma tecnologia que funciona por conexão à distância, admitindo acesso a um servidor privado por meio de um computador que não está fisicamente conectado à rede. A conexão à distância é feita com segurança de dados em ambos os lados e pode trazer diversos benefícios para manutenção. Essa tecnologia permite acessar *e-mails* e arquivos corporativos fora do local de trabalho, assim como compartilhar a tela do seu computador em aulas ou palestras à distância, de modo a fazer com que o receptor visualize exatamente o que é reproduzido no computador e por vezes, faça edições e alterações mediante permissão (CAELUM, 2017).

É um sistema que possui um dispositivo de *hardware* e um programa de *software* desenvolvido com o propósito de monitorar uma série de parâmetros e de valores importantes para o funcionamento de todo o sistema. Uma característica que aceita uma customização ainda maior dos custos de funcionamento e dos tempos é a possibilidade de acesso remoto ao sistema de monitoração. Do centro de controle remoto, o usuário pode configurar os parâmetros de controle do sistema, como os tempos de funcionamento, pontos de configuração (FERREIRA, 2017).

O monitoramento remoto funciona de maneira bastante simples, em virtude de uma infraestrutura integrada, sempre que acontece um problema o sistema é ativado. Os acionamentos de monitoramento são registrados, e os dados podem ser acessados de qualquer lugar pela empresa.

O gerenciamento centralizado de sistemas que pode ser instalada mesmo a grandes distâncias, simplifica as operações de resolução de problemas, já que as ações podem ser realizadas em tempo real. Esta tecnologia é mais vantajosa quando é utilizada para ligar uma série de instalações de pequenas e médias dimensões em diferentes locais à mesma rede.

O monitoramento funciona da mesma forma que os outros, com a diferença de que pode ser acionado e testado de forma remota. Assim, o empreendedor pode gerenciar tudo o que acontece na sua empresa por meio do *smartphone*, estará conectado ao sistema e passará as informações em tempo real (FERREIRA, 2017).

O acesso remoto é realizado por meio de uma rede privada virtual, que consegue estabelecer uma ligação direta entre o computador e o servidor de destino, designando uma espécie de "túnel protegido" na Internet, dando ao usuário segurança para acessar seus documentos, e-mails corporativos, sem preocupação de ser interceptado por administradores de outras redes.

## 2.4 TIPO DE TRANSMISSÃO DE DADOS PARA TELEFONIA FIXA

### 2.4.1 Transmissão de Dados Via PDH

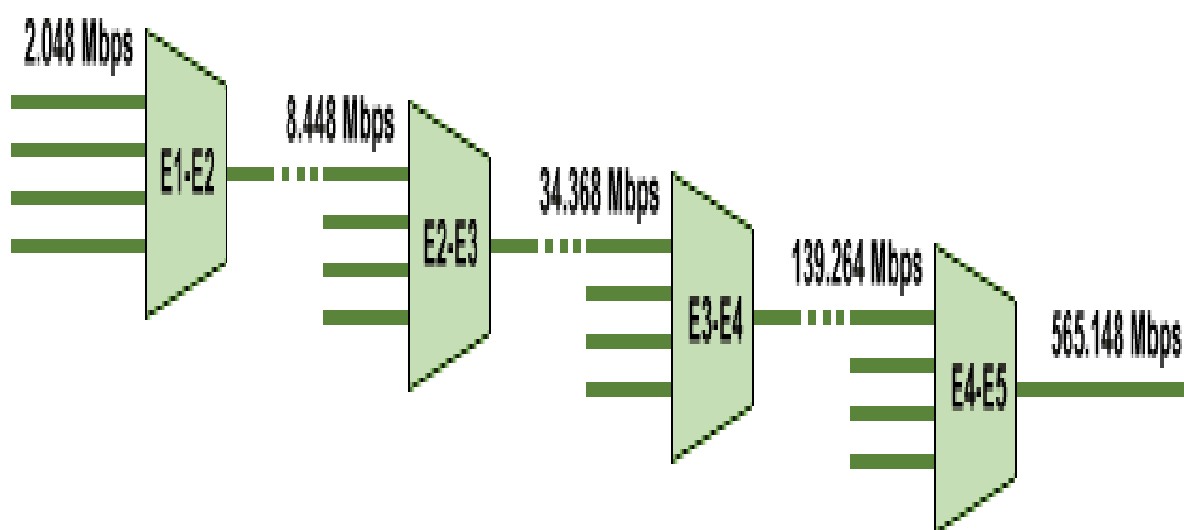
O padrão PDH de transmissão de sinais foi concebido para uma arquitetura de multiplexação assíncrona. Cada canal multiplexado opera de forma plesiócrona, com um relógio que não é sincronizado com os relógios dos outros canais apesar de ser nominalmente idêntico, dentro de limites estabelecidos por normas. O canal PDH de menor hierarquia é composto por um conjunto de canais multiplexados de 64 kbit/s (FERREIRA, 2017).

Antes dos anos 1960, objetivando o atendimento exclusivo de serviços de voz, foi desenvolvida essa tecnologia de hierarquia digital para canais de comunicação onde ocorre multiplexação sucessiva usando-se TDM (Multiplexação por Divisão No Tempo). Na TDM, bytes (conjuntos de oito bits) são transmitidos em ciclos pelo canal, medindo-se a taxa de transmissão em bits por segundo (bit/s) ou quilobits por segundo (kbit/s) gerenciamento (TELECO, 2013).

Os canais da hierarquia PDH são agrupados, formando os níveis hierárquicos. Assim, 32 canais de 64 kbit/s formam um canal com 2,048 Mbit/s, via intercalação sequencial de bytes, compondo assim um canal de hierarquia de

primeira ordem. Este canal é denominado de E1. Combinações de canais de hierarquia de primeira ordem compõem canais de hierarquia de segunda ordem, através do mecanismo denominado intercalação sequencial de bits. Quatro canais de 2 Mbit/s (E1), formam um canal de segunda ordem de 8 Mbit/s (E2). Quatro destes formam a terceira ordem em 34 Mbit/s que (E3), por sua vez, formam a quarta ordem em 140 Mbit/s (E4). Chega-se a quinta ordem em 565 Mbit/s (E5) conforme figura 05 (TELECO, 2013).

Figura 05 – Via PDH



Fonte: Teleco, 2013

Considera-se a PDH uma tecnologia em descompasso com a evolução dos sistemas de telecomunicação devido à impossibilidade de identificação de canais individuais dentro dos fluxos de bits de hierarquias superiores. Vem sendo substituída por sistemas SDH. A Hierarquia Digital Plesiócrona (PDH) surgiu tendo como origem os primeiros métodos de digitalização na transmissão de sinais, com a composição de diversas técnicas, os sistemas de transmissão PDH são oriundos da multiplexação de vários canais PCM, formando sinais com taxas maiores que 2 Mbps (FERREIRA, 2017).

Na técnica PCM a informação é transmitida por meio de um código binário, que representa um valor discreto aproximado para cada amostra do sinal que contém a informação. Esta técnica é o agrupamento de técnicas de amostragem de sinal analógico, quantização de amostras, para canais de voz analógicos e codificação para gerar um sinal digital que represente estas amostras quantizadas e logo após ocorre à multiplexação por divisão de tempo (TDM) das amostras do sinal

de um canal, ou de suas representações digitais, e assim forma-se a configuração multicanal, composta de 30 destes canais, cada canal com 64kbps, dando origem então ao feixe E1 de 2048kbps.

A hierarquia vai aumentando agrupando-se quatro feixes do nível anterior mais os bits de ajuste, sincronismo e canais de controle. O feixe E3 é o mais comumente utilizado, e permite um tráfego de até 480 canais de voz/dados (FERREIRA, 2017).

O sincronismo, para os sistemas multiplex digitais de alta ordem é utilizado usualmente o processo de justificação positiva que consiste em se fazer a inserção de informações redundantes em intervalos de tempo reservados para tal, nos quatro sinais tributários de entrada. Para o sistema multiplex de segunda ordem é utilizado um sistema de memória elástica que armazena os sinais de cada tributário de entrada (FERREIRA, 2017).

#### **2.4.2 Transmissão de Dados Via SDH**

Uma rede *Synchronous Digital Hierarchy* – Hierarquia Digital Síncrona (SDH) é o conjunto de equipamentos e meios físicos de transmissão que compõem um sistema digital síncrono de transporte de informações, de alta velocidade, sistema tem o objetivo de fornecer uma infraestrutura básica para redes de dados e voz e atualmente é utilizado em muitas empresas que prestam serviços de telecomunicações, públicos e privados, em todo o mundo (BERNAL FILHO, 2009).

A tecnologia SDH é empregada para multiplexação TDM com altas taxas de *bits*, tendo a fibra óptica como meio físico de transmissão. Os sinais tributários individuais podem ser multiplexados diretamente em um sinal SDH, de taxa superior, sem a necessidade de estágios de multiplexação intermediários. O sinal SDH é capaz de conduzir todos os sinais tributários encontrados nas redes de telecomunicações atuais. As interfaces elétricas que permitem o uso de outros meios físicos de transmissão, tais como enlaces de rádios digitais e sistemas ópticos, que utilizam feixes de luz infravermelha (BERNAL FILHO, 2009). A arquitetura SDH é composta basicamente de quatro níveis:

➤ Camada fotônica nível físico inclui especificações sobre o tipo da fibra óptica usada, detalhes sobre a potência mínima necessária, características de

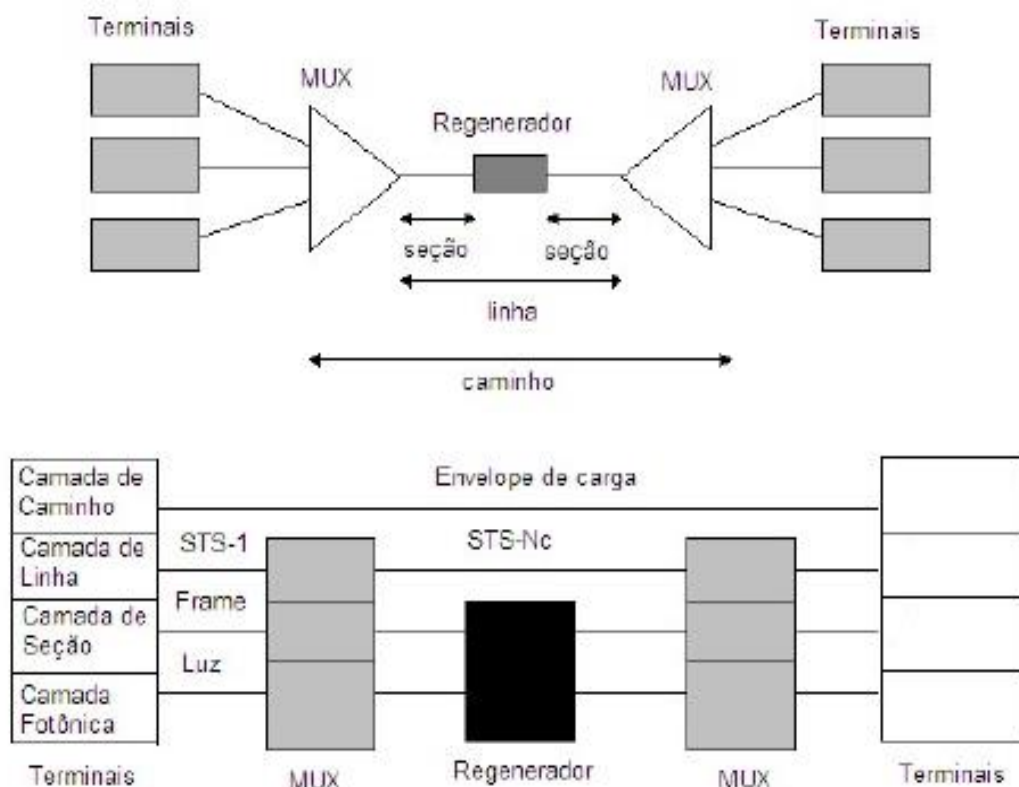
dispersão dos *lasers* transmissores e a sensibilidade necessária dos receptores. É responsável, ainda, pela conversão eletro-óptica dos sinais.

➤ Camada de seção responsável pela criação dos quadros SDH, embaralhamento e controle de erros. É processada por todos os equipamentos, inclusive os regeneradores.

➤ Camada de linha cuida da sincronização, multiplexação dos quadros e comutação. É responsável, ainda, pela delimitação de estruturas internas ao envelope de carga. Seu processamento ocorre em todos os equipamentos, exceto os regeneradores.

➤ Camada de caminho responsável pelo transporte de dados fim-a-fim e da sinalização apropriada. Processada apenas nos terminais.

**Figura 06 – Rede SDH**



**Fonte: BERNAL FILHO, 2009.**

Na Figura 06, se observa as camadas fisicamente, uma sessão representa um *link* estabelecido entre dois receptor-transmissores. Uma linha é composta de

uma ou mais sessões e o caminho é um circuito completo, fim-a-fim (EBAH PDH/SDH, 2012).

O SDH possui uma infraestrutura que permite a operação de redes inteligentes de comunicação pessoal. A conexão de um par de fios da localidade de cada usuário até esse armário instalado e da conexão do armário até a central, não sendo necessário um par de fios sair da localidade de cada usuário até a central. O SDH trouxe uma série de novos recursos que possibilitam uma comunicação mais eficiente entre os diversos sistemas de rede, pois adota padrões bem definidos que permitem a migração e a compatibilidade entre diferentes sistemas (EBAH, PDH/SDH, 2012).

## 2.5 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA SDH

As redes SDH oferecem vários benefícios, quando comparada com outras tecnologias entre eles estão:

- O cabeçalho complexo existente no frame SDH permite a gerência (administração, operação e manutenção) centralizada da rede;
- A arquitetura de multiplexação síncrona e a padronização tanto em nível de equipamentos como de interfaces, permite o crescimento para níveis mais altos de multiplexação e taxas de bits;
- A estrutura de multiplexação é flexível, permitindo o transporte de sinais PDH (e até mesmo de células ATM) e o acesso aos tributários de qualquer hierarquia num único equipamento;
- A forte padronização do SDH permite maior compatibilidade entre equipamentos de fabricantes diferentes, tanto através de interfaces elétricas como ópticas;
- Os equipamentos possuem mecanismos que permitem implementar procedimentos de proteção tanto nas interfaces de tributários como na rede, facilitando a formação de redes em anel ou malha.

➤ Entretanto, a tecnologia SDH apresenta ainda as seguintes desvantagens:

➤ O projeto, instalação e operação da rede SDH é complexo e deve ser feito com um planejamento criterioso e detalhado;

➤ Apesar da forte padronização de equipamentos e da tecnologia SDH, a padronização dos sistemas de gerência de rede ainda não é um fato, impedindo que equipamentos de fabricantes diferentes possam ser gerenciados por um sistema único.

O padrão PDH apresenta as seguintes desvantagens:

➤ Possui cabeçalho simplificado, limitando o gerenciamento e manutenção de rede.

➤ Arquitetura de multiplexação assíncrona e sem padronização mundial, dificultando a interoperabilidade de redes.

➤ Possui formatos de quadros diferentes para cada hierarquia e estrutura de multiplexação rígida, não permitindo identificar claramente os tributários no sinal multiplexado.

➤ Utiliza a multiplexação por intercalamento bit a bit.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho teve como finalidade demonstrar a importância da substituição da via de transmissão de dados de modens PDH por SDH interligados com topologia tipo anel, a fim de garantir melhoria na disponibilidade do serviço de telefonia fixa para a empresa de telecomunicação estudada, a partir de fontes já publicadas, referências bibliográficas, entrevista direcionada aos profissionais da área e pesquisa na empresa.

A metodologia constitui um conjunto de atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar os objetivos – conhecimentos válidos e verdadeiros – traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões do cientista (LAKATOS; MARCONI, 2010, p. 83).

Conforme ideia do autor a metodologia pode ser descrita como uma ferramenta com atividades ordenadas que proporcione obter objetivos traçados.

#### 3.1 TIPO DE ESTUDO

Para o desenvolvimento do trabalho apresentado usou-se os conceitos da pesquisa descritiva, uma vez que segundo Gil (2012, p. 42) esse tipo de pesquisa “tem como objetivo primordial à descrição das características de determinada população ou fenômeno, ou, então o estabelecimento da relação entre variáveis. Caracteriza-se pela utilização de técnicas padronizadas de coletas de dados, tais como questionários e observação”.

Este tipo de pesquisa é usado como base para a prática as seguintes etapas de trabalho como mostra Gil (2012):

##### 1ª Etapa – Pesquisa Bibliográfica

A seguir estão descritas as fontes que forneceram as respostas adequadas à solução do problema proposto:

a) Foram usados diversos artigos e livros, fontes de informações nacionais e internacionais, para responder ao problema levantado que faz referência a

tecnologia de SDH como meio de transmissão de dados mais eficiente e eficaz do que a via de dados a PDH, na telefonia fixa, informações complementares para este trabalho foram fornecidas, juntamente com alguns *sites* específicos, trabalhos publicados e pesquisa relacionada com o tema proposto.

b) Artigos científicos sobre a temática foram acessados no acervo do IFAM (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas), Bibliotecas das Universidades Públicas Federais e Estaduais, *site* direcionado ao assunto proposto, artigos nacionais publicados, entre trabalhos de TCC e Dissertações nos últimos 19 anos (2000 a 2019). Foram utilizados diversos artigos, disponíveis *online* em texto completo.

Para a seleção das fontes, foram consideradas como critério de inclusão as bibliografias que abordassem a temática da utilização do SDH, como alternativa de dados de modens PDH por SDH interligados com topologia tipo anel.

Pesquisa bibliográfica consiste na consulta “a fontes secundárias, ou seja, livros e outros documentos bibliográficos” (ANDRADE, 2002 p.250). Por sua vez, ainda conforme essa autora, a pesquisa documental baseia-se em documentos primários, originais, ou seja, de primeira mão, o qual não foi utilizado, são estes dados estatísticos, documentos, históricos.

Conforme Oliveira (2002, p. 119)\_A pesquisa bibliográfica “tem por finalidade conhecer as diferentes formas de contribuição científica que se realizaram sobre determinado assunto ou fenômeno”.

## **2ª Etapa – Coleta de Dados**

A coleta de dados seguiu a seguinte ideia inicial.

a) Leitura Exploratória de todo o material selecionado durante a etapa anterior (leitura rápida que objetiva verificar se a obra consultada é de interesse para o trabalho).

b) Leitura Seletiva dos artigos e registros interessantes ao trabalho (leitura mais aprofundada das partes que realmente interessam).

c) Registro das informações extraídas através de um método próprio para ser usado posteriormente no texto, dentro da revisão da literatura e resultados (autores, ano, métodos, resultados e conclusões).

Segundo Andrade (2002, p. 152), a coleta de dados, “deve-se elaborar um plano que especifique os critérios para a seleção dos possíveis entrevistados e dos informantes que responderão aos questionários ou formulários”.

Para realização do estudo foi elaborado questionário com o propósito de obter informações a fim de responder a questão levantada, qual a importância da utilização da tecnologia SDH em substituição a PDH, na transmissão de dados para telefonia fixa a empresa de telecomunicação estudada, destacando as vantagens e desvantagem na utilização dos dados via SDH, sua complexidade e a possibilidade na continuidade e expansão do seu uso.

### **3ª Etapa - Análise e Interpretação dos Resultados**

Esta etapa incide em concluir o estudo proposto, registrando todas as etapas para a realização do trabalho seguindo as normas de conclusão de curso de Tecnologia em Sistemas de Telecomunicações. O trabalho será apresentado por escrito como foi desenvolvido o estudo, os métodos de pesquisa, a fundamentação teórica e os resultados obtidos e a conclusão. Para realização do estudo foi elaborado questionário com o propósito de obter informações quanto à qual a importância da utilização da tecnologia SDH em substituição a PDH, na transmissão de dados para telefonia fixa a empresa de telecomunicação estudada.

As informações coletadas foram adquiridas através de pesquisa bibliográfica, extraídas de páginas eletrônicas como, Teleco, *sítes* relacionados com o tema proposto, livros e revistas sobre SDH, PDH, pesquisa de campo na empresa estudada com os responsáveis, bem como trabalhos e artigos relacionados ao tema.

#### **4ª Etapa - Discussão dos Resultados**

Nessa etapa, serão discutidos os pontos relevantes abordados pelos questionários, e, além disso, aqueles em que foram abordados destacados na revisão da literatura, mostrando os pontos mais fortes da utilização da tecnologia SDH na transmissão de dados para telefonia fixa.

Os dados serão apresentados de acordo com sua análise estatística, incorporando no texto apenas as tabelas, os quadros, os gráficos e outras ilustrações estritamente necessárias à compreensão do desenrolar do raciocínio; os demais deverão vir em apêndice (LAKATOS, MARCONI, 2010, p.231).

Os dados serão coletados por meio de uma pesquisa de campo sendo apresentado a partir da análise do conteúdo, fazendo a inter-relação entre os aspectos convergentes e divergentes dos resultados da pesquisa, tendo como base a interpretação subjetiva do pesquisador.

### **3.2 HISTÓRICO DO OBJETO DE ESTUDO**

A empresa estudada é uma concessionária de serviços de telecomunicações do Brasil. É a maior operadora de telefonia fixa e a quarta maior operadora de telefonia móvel do Brasil, sendo também a terceira maior empresa do setor de telecomunicações na América do Sul.

Criada a partir da privatização do Sistema Telebrás em 1998, a empresa herdou grande parte do sistema de telefonia fixa existente no Brasil principalmente após a compra da Telecom. No total, a empresa possui concessões para a oferta de serviços de telefonia fixa em 25 estados brasileiros, além do Distrito Federal, atuando também através de autorizações nas regiões atendidas pela Vivo, Algar Telecom e Sercomtel. A empresa oferece serviços de telefonia, televisão por assinatura e internet banda larga. Em 1998 o Ministério das Comunicações decidiu dividir a Telebrás em doze companhias: três *holdings* das concessionárias regionais de telefonia fixa, um *holding* da operadora de longa distância e oito *holdings* das concessionárias da telefonia móvel Banda.

Em 2006 foi à primeira Empresa brasileira a fornecer serviços integrados de telecomunicações para a estação Antártica Comandante Ferraz, na Antártica. Em 2008 a empresa assumiu o controle acionário da Amazônia Celular. Passou a fazer

parte do Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE) da Bovespa. Em 2009 foi anunciada a aquisição da Brasil Telecom S/A e a sua subsequente integração às operações da Telemar, dando origem a uma companhia de telecomunicações com controle acionário 100% nacional, presente em todo o território brasileiro e com capacidade, gerencial, operacional e financeira para ampliar suas operações nacional e internacionalmente.

Em 2015 alcançou 133 municípios com cobertura 4G. Lançou no ano seguinte cobertura em mais 151 municípios do país, chegando a 284 cidades em 27 estados com essa tecnologia. Em 20 de junho de 2016 a empresa entrou com o pedido de Recuperação Judicial, com objetivo de preservar os serviços prestados pela empresa aos seus clientes enquanto permite a renegociação de suas dívidas, garantindo assim a sustentabilidade do negócio. No dia 22 de setembro de 2017, o Conselho Administrativo de Defesa Econômica aprovou que a empresa China Telecom aplicasse investimento para aumento de capital na empresa.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este trabalho foi de fundamental importância para empresa de telecomunicação OI, pois ofereceu base para estudos mais avançados da tecnologia SDH. Os procedimentos aqui apresentados poderão ser reproduzidos nos laboratórios de telecomunicação que contam com uma réplica deste projeto: um bastidor contendo 3 elementos 1641 SM interligados em anel, cedidos pela operadora OI.

O trabalho procurou demonstrar o funcionamento da Unidade Remota de Assinante (URA), conforme figura 07 de modo que esta permita analisar os problemas decorrentes da telefonia fixa, gerado nas estações telefônicas na empresa de telecomunicação OI, o estudo foi realizado na zona Norte de Manaus onde é a zona que mais cresce e onde foi instalado 12 URAS nos últimos anos.

**Figura 07 – Unidade Remota de Assinante (URA)**

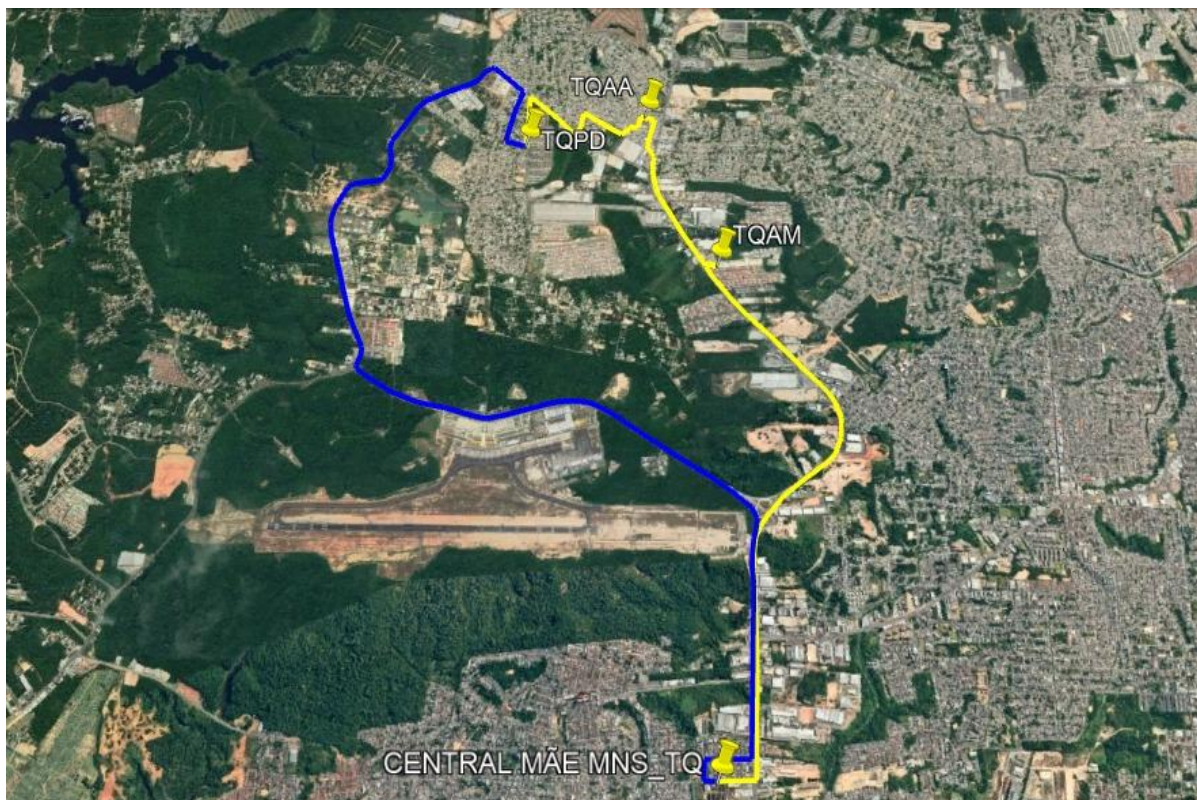


Fonte: Empresa de Telecomunicação OI, Ano 2019.

As informações coletadas foram adquiridas através de pesquisa bibliográfica, extraídas de páginas eletrônicas como Scielo, Teleco, sites relacionadas com o tema proposto, livros e revistas sobre transmissão de dados via SDH ou PDH na telefonia fixa, bem como trabalhos e artigos relacionados ao tema, além de relatórios de observação obtidos através da pesquisa de campo na empresa de telecomunicação OI, que atua em todas as zonas de Manaus, especialmente na zona norte, do qual trata este estudo, conforme demonstra a figura 07. Como um dos resultados, percebeu-se que a evolução tecnológica está acontecendo de forma muito rápida e que muitas das vezes não está sendo acompanhada por todos.

Este trabalho é um produto de uma implantação de uma rede via SDH Projetado nos Laboratórios da empresa OI sob o seguinte cenário: realizar a substituição de Tecnologia de transmissão em uma rede de acesso atendida por PDH na Zona Norte em Manaus. O trabalho procurou realçar as evidências do potencial da rede SDH frente ao PDH, não somente pelo sincronismo obtido como também pela estabilidade nos serviços, obtidos pela capacidade de gerenciamento remoto e a proteção da carga ou *payload*, como é chamado os quadros contendo os serviços configurados na hierarquia digital síncrona.

**Figura 08 – Zona Norte de Manaus, área da realização do projeto.**



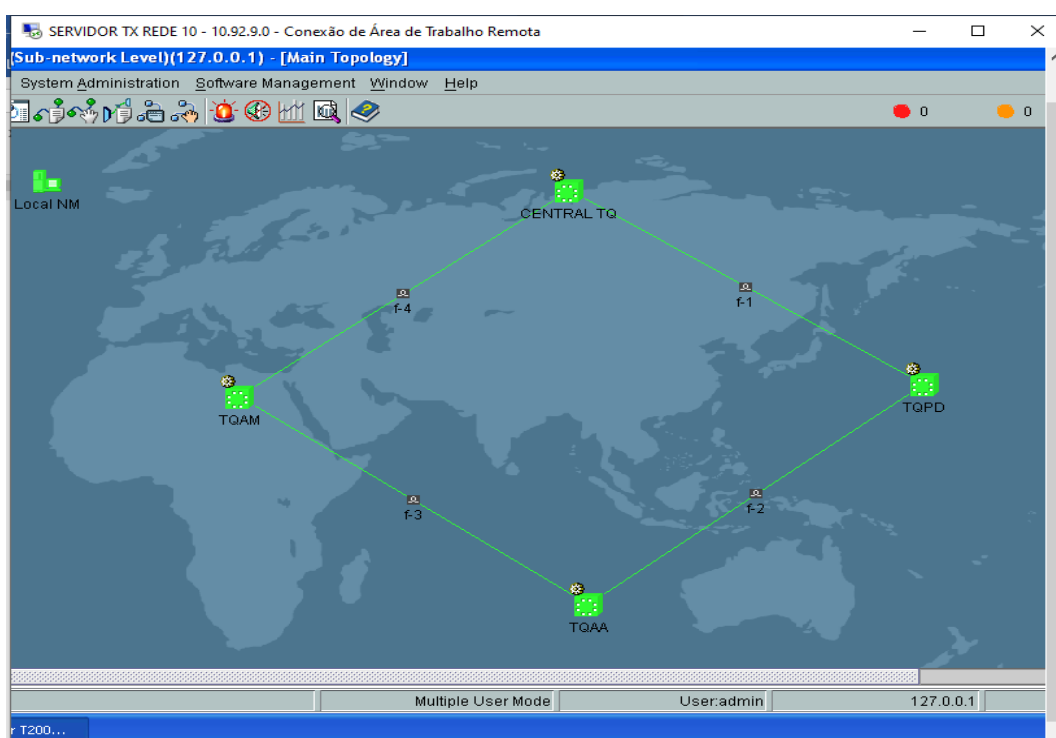
Fonte: Empresa de Telecomunicação OI, Ano 2019.

A execução da substituição do PDH por SDH em campo já foi executada desde abril de 2019 utilizando metodologia técnica descrita no manual do fabricante com resultados satisfatórios, justificando assim o projeto como um todo uma vez que o principal problema foi solucionado que é a indisponibilidade dos serviços decorrentes do rompimento de transmissão.

Na ocorrência de alguma descontinuidade (perda de alimentação), foi necessário identificar onde ela ocorreu, isso foi realizado por meio do monitoramento, com a localização real da falha, o tempo sem alimentação tornou-se mais curto. O trabalho de monitoramento remoto proporcionou um sentido amplo e consistente da atual situação dos problemas decorrente do rompimento de fornecimento de serviço de telefonia fixa, mostrando quais são os pontos a serem trabalhados, embora seja uma empresa nova no mercado local, esta em constante busca por melhoria contínua procurando oferecer aos seus assinantes, um serviço de qualidade.

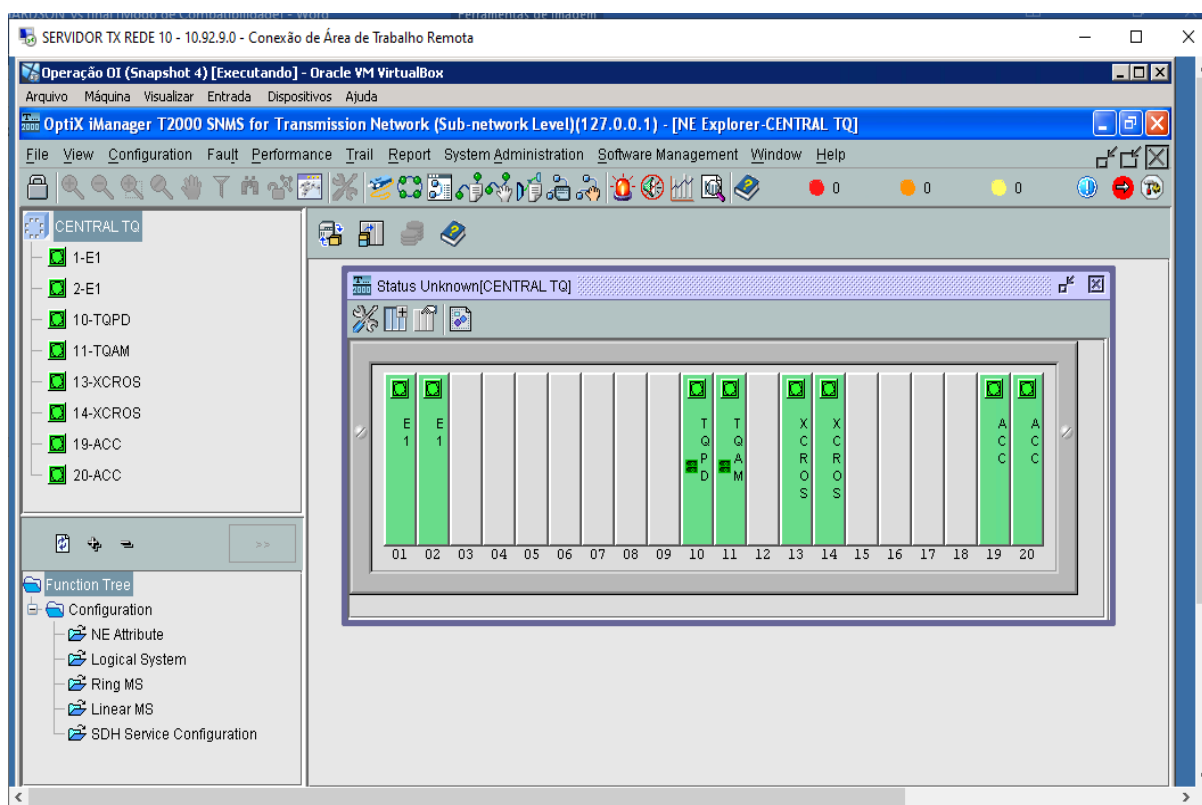
O monitoramento remoto é realizado através de *software* e possibilidade monitoramento de falhas, configuração de serviços e identificação de quaisquer anomalias previamente. A interface é gráfica e ocorre em tempo real conforme figura 09. O *software* T2000 está instalado num servidor de transmissão alocado na central da Oi de monitoramento de falhas.

**Figura 09 – Interface gráfica de gerenciamento remoto.**



Fonte: Empresa de Telecomunicação Oi, Ano 2019

**Figura 10 – Interface gráfica de gerenciamento remoto: Configuração.**



**Fonte: Empresa de Telecomunicação Oi, Ano 2019**

O monitoramento remoto é uma tecnologia que funciona por conexão à distância, admitindo acesso a um servidor privado por meio de um computador que não está fisicamente conectado à rede (GRABER, 2015), figura 10. A conexão à distância é feita com segurança de dados em ambos os lados e pode trazer diversos benefícios para manutenção.

Para substituir o equipamento de modem PDH e ativar o modem SDH foram necessárias as seguintes operações descritas a seguir:

- Verificação da multiplexação/demultiplexação e envio de AIS para os tributários elétricos.
- Verificação da multiplexação/demultiplexação e envio de AIS para os tributários DVB.
- Etapas de Verificação da Sensibilidade do receptor.
- Etapas de Verificação da eficiência da proteção óptica (ALS).
- Etapas de verificação da multiplexação/demultiplexação no enlace.
- Etapas de Verificação da Proteção em Anel.

Definir a configuração do equipamento de rede SDH da estação.

Foi realizada a comparação das especificações do equipamento da estação com a tabela 01 indicada no esquemático da unidade e definindo as funções a configurar. Após realizar a comparação foi necessário instalar as unidades nos sub-bastidores nas posições designadas conforme figura 11. Verificando a proteção da conexão de terra e a conexão óptica. Instalando o equipamento, o software de gerenciamento do equipamento.

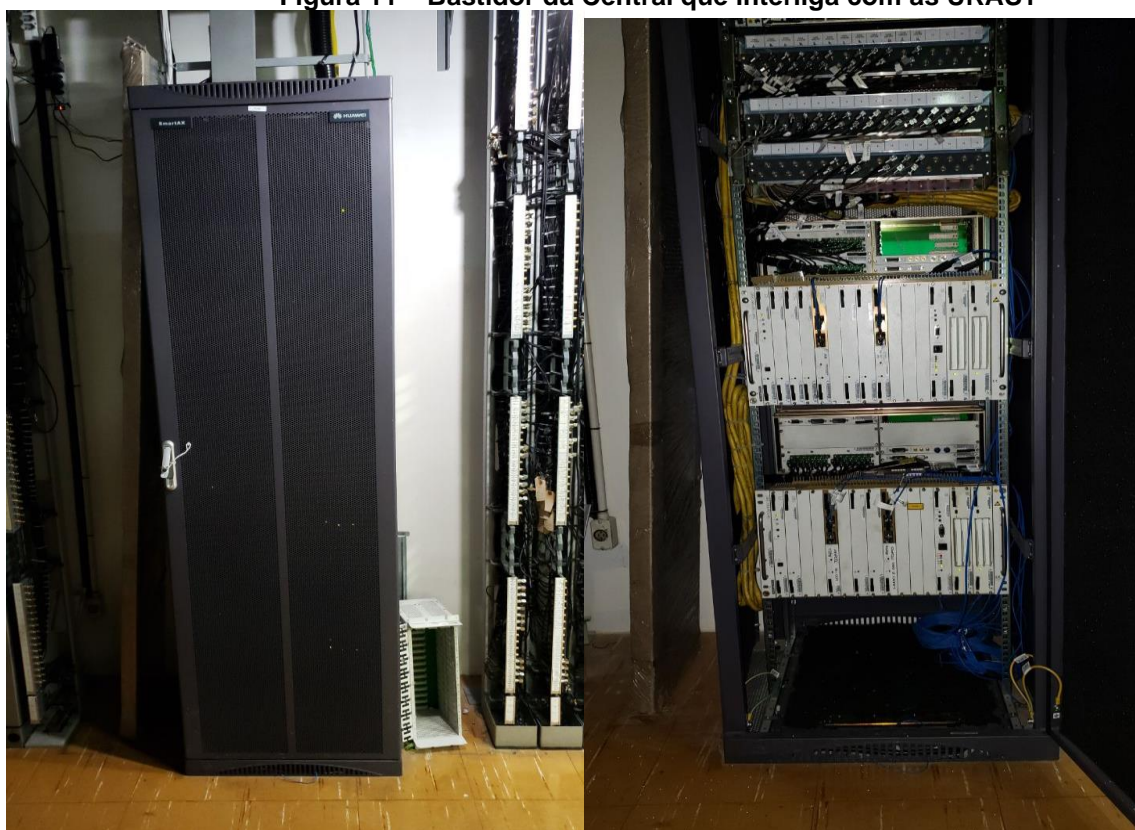
**Tabela 01 - Instrumentos e Acessórios**

Ref.	Instrumento	Qtde	Características
(A)	Gerador de padrão/detector de Erros	1	Sinais disponíveis: 64kb/s codirecional 2048kb/s código HDB3 (120/75) 34368kb/s código HDB3 STM-1 elétrico/óptico G.957 51840kb/s STM-0
(B)	Testador de Potência Óptica (power meter)	1	Segunda janela e terceira janela
(C)	Atenuador óptico variável para single-mode	1	Atenuador variável de 0-50dB, 2a. e 3a. janelas
(D)	Multímetro digital	1	-----
(E)	Terminal Craft (PC)	1	Ver o Manual de Operação. Pode ser fornecido pela Alcatel
(F)	Testador de dados	1	Taxa de Tx até 19200baud interface UIT-T V11
(G)	Contador de frequência	1	10MHz $\pm$ 1Hz
(H)	Cabos para sincronismo	1	Terminações; - Instrumento (G) - Term. sinc. (120/75)
(I)	Cabos coaxiais	2	Terminações; - Lado instrumento dependendo de (A) - Lado equip. dependendo do tipo de tributário
(L)	Rabichos de fibra single-mode 4	4	Terminações dependem dos conectores da unidade, power meter e atenuador.
(M)	Par blindado	2	Terminações: - Instrumento (F)/(A) - Conector SUB.D 15 pinos macho

(N)	Par blindado	2	Terminações: - Instrumento (F)/(A) - Conector SUB.D 9 pinos macho
(P)	Cabos para cross-connect	2	Terminações: - instrumento (A) - cross-connect de tributário
(Q)	Cabos coaxiais (para loop de agregado)	----	Terminações: - em ambos os lados como agregado elétrico.
(R)	LED	1	-----
(S)	Gerador MPEG-2 ASI	1	-----
(T)	Decodificador MPEG-2 ASI	1	-----

Fonte: Manual Técnico Alcatel - 1641SM & 1651SM-C –

Figura 11 – Bastidor da Central que interliga com as URAS1



Fonte: Empresa de Telecomunicação Oi, Ano 2019

Foi realizado teste relativo à ativação das unidades localizadas na estrutura mecânica, do qual utilizou circuito de teste e o equipamento através do Terminal *Craft*, localizada no quadro de distribuição da estação,

## Etapas de Verificação da multiplexação/demultiplexação e envio de AIS para os tributários elétricos.

Figura 12 – Gerador Padrão



Fonte: Empresa de Telecomunicação OI, Ano 2019

- Montar o circuito de teste da conforme figura 09.
- Instrumentos e acessórios conforme tabela 01.
- Gerador de padrão/detector de erros (A) conforme tabela 01
- Cabos coaxial (I) ou par blindado (M) conforme tabela 01.
- Atenuadores ópticos variáveis (C) conforme tabela 01.
- Rabichos de fibra singela (L) conforme tabela 01.
- PC (E) conforme tabela 01.

1) Montar o circuito de teste, conforme figura 09. É mostrada uma conexão típica entre o tributário e o gerador de padrão/detector de erros através de cabos (I) (para 75 ohms) ou (M) (para 120 ohms) conforme figura 12. É feito um loop no agregado utilizando os rabichos (L) e o atenuador óptico variável (C), (com atenuação de 10 dB), conforme tabela 01. As unidades inseridas são especificadas conforme figura 13.

2) Configurando o instrumento (A) para transmitir um sinal dentro das seguintes especificações, conforme figura 13.

**Figura 13 - Configuração do instrumento para transmitir um sinal**

Taxa	2048kb/s ± 50ppm	34368kb/s ± 20ppm	44736kb/s ± 20ppm	39264kb/s ± 15ppm	155520kb/s
Código	HDB3	HDB3	B3ZS	CMI	CMI
Sequência	$2^{15} - 1$ pseudoaleat.	$2^{15} - 1$ pseudoaleat.	$2^{15} - 1$ pseudoaleat.	$2^{23} - 1$ pseudoaleat.	
Nível	2.3Vp/75 3Vp/120ohms	1Vp/75	0.85Vp/75	1Vp/75	
Tipo					STM-1 elétrico

**Fonte: Manual Técnico Alcatel - 1641SM & 1651SM-C –**

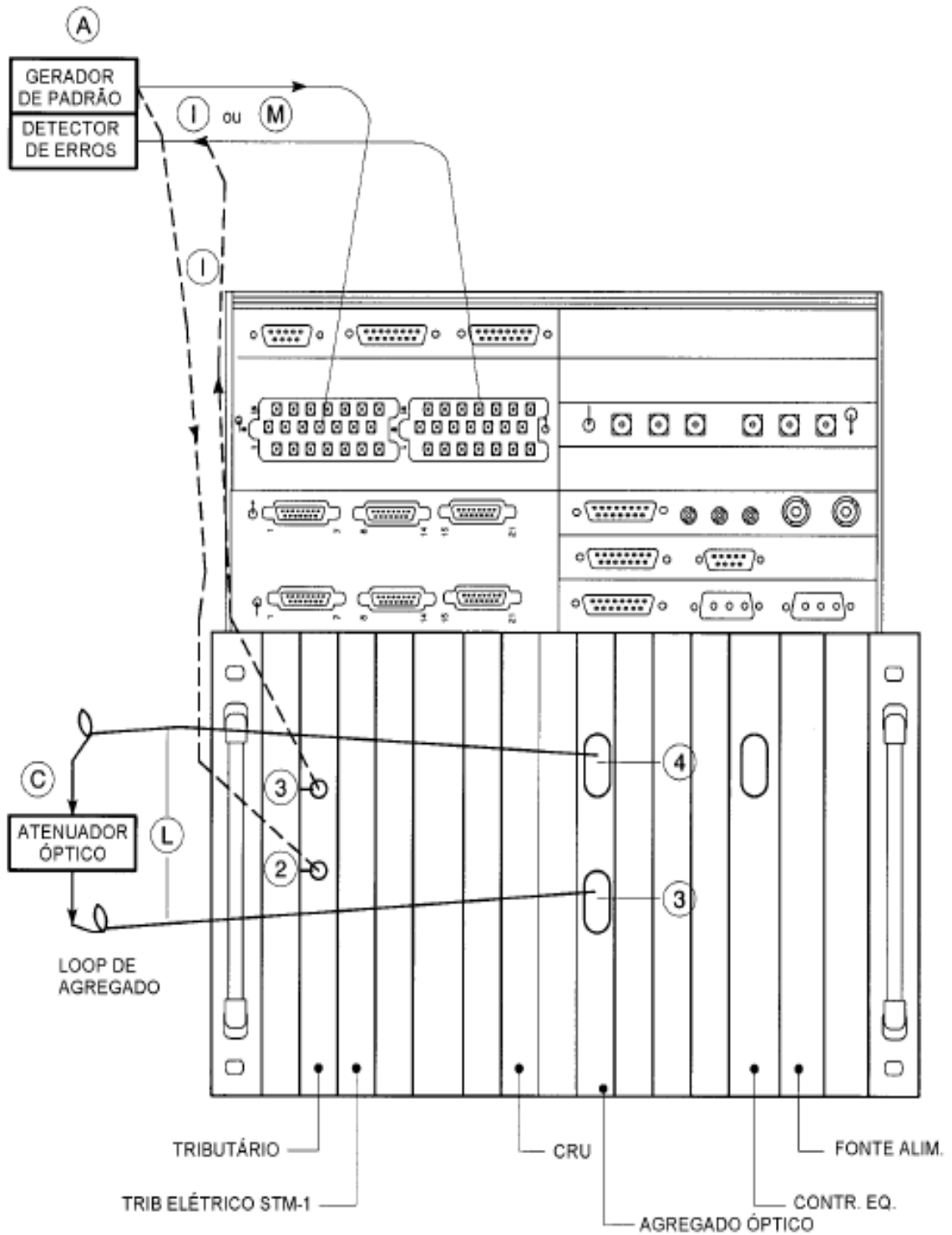
3) Verificar se o Detector de erros não teve leitura e se não há indicação de alarmes nas unidades em questão. Em caso de erros/alarmes, analisar com o PC para detectar o tipo de alarme e eventualmente substituir o Tributário, Agregado, Módulo de Chaveamento ou CRU.

4) Desconectar a saída do Gerador de padrão da entrada do tributário e verificar se o sinal AIS (todos) está presente (enviado do lado de Tx do tributário envolvido na detecção de erro). Se esta condição não for detectada, substituir a unidade de tributário envolvida.

5) Conectar novamente a saída do Gerador de padrão à entrada do tributário e desconectar o loop múltiplo (L), conforme tabela 01. Verificar no Detector de erros a presença de AIS (todos) recebidos do lado de Rx.

6) Resetar o enlace em nível múltiplo de 155 Mb/s e repetir as verificações em todos os outros tributários.

Figura 14 - Teste de multiplexação/demultiplexação e para tributários elétricos.



Fonte: Manual Técnico Alcatel - 1641SM & 1651SM-C –

## **Etapas de Verificação da multiplexação/demultiplexação e envio de AIS para os tributários DVB:**

- Montar o circuito de teste conforme figura 14.
- Instrumentos e acessórios conforme Tabela 01.
- Gerador MPEG-2 ASI (S) conforme Tabela 01.
- Decodificador MPEG-2 ASI (T) conforme Tabela 01
- Atenuadores ópticos variáveis (C) conforme Tabela 01.
- Rabichos de fibra singela (L) ou cabo (Q) conforme Tabela 01.
- PC (E) conforme Tabela 01.

### 1) Montar o circuito de teste.

São necessários dois tributários DVB para o teste, um como Tx e outro como Rx. Para isto, configurar os tributários conforme descrito na seção de configuração de hardware. É feito um loop no agregado utilizando os rabichos (L) e o atenuador óptico variável (C) conforme Tabela 01, (com atenuação de 10 dB). As unidades inseridas são especificadas na figura 13.

### 2) Configurar o instrumento para transmitir um sinal de vídeo

Taxa 270 Mb/s

Taxa gerenciada 1.44 a 39.9 Mb/s

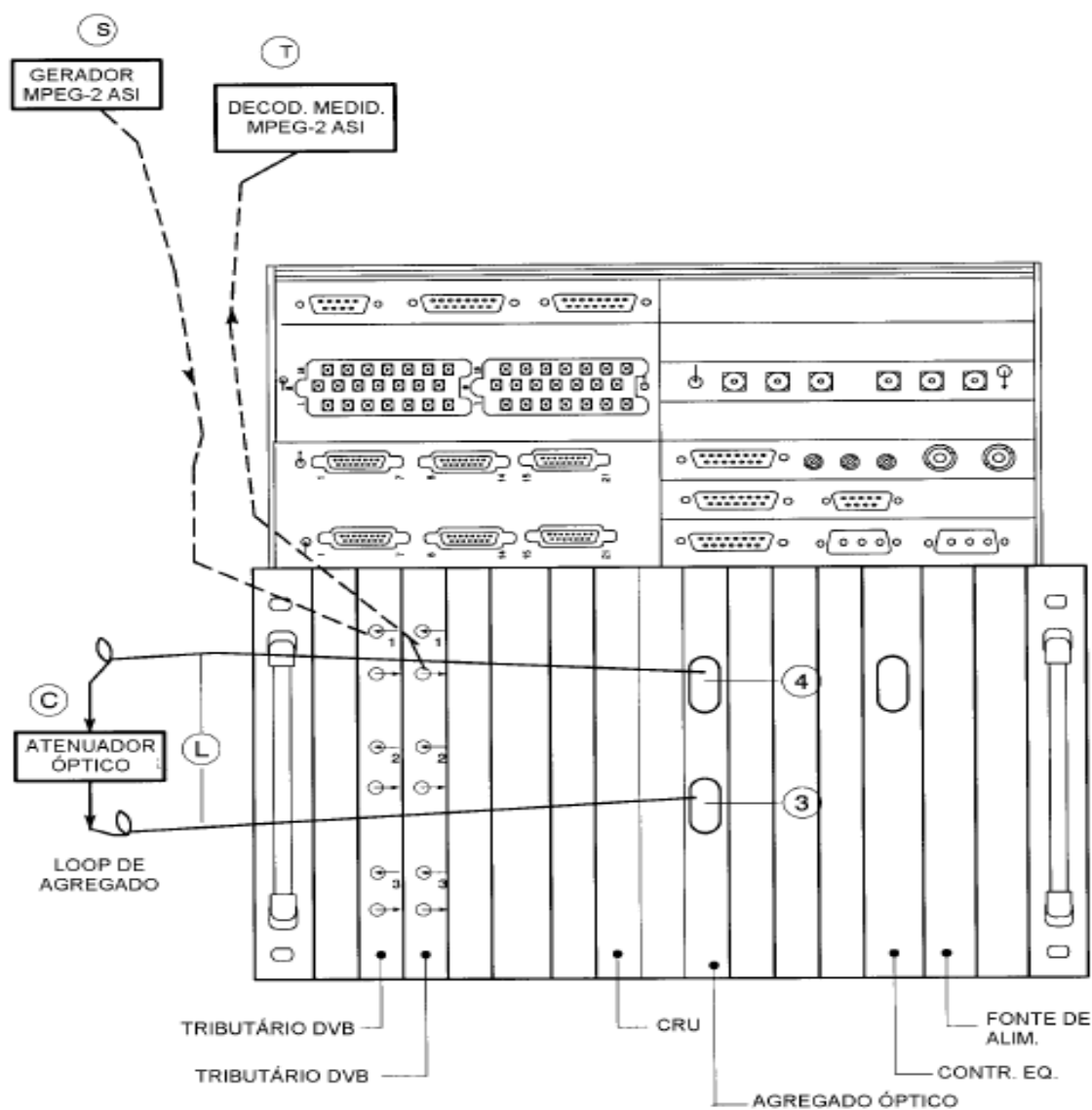
Código 8B/10B

Nível 800m Vp/75

3) Verificar se o decodificador não teve leitura de erros e se não há indicação de alarmes nas unidades em questão. Em caso de erros/alarmes, analisar com o PC para detectar o tipo de alarme e eventualmente substituir o Tributário, Agregado, Módulo de Chaveamento ou CRU.

4) Com o Gerador sair da faixa gerenciada e verificar se o sinal ASI está presente no Detector. Se esta condição não for detectada, substituir o DVB que funciona como Rx e executar novamente o teste. Se a condição AIS não aparecer mais, substituir o DVB que funciona como Tx.

Figura 15 - Teste de multiplexação/demultiplexação e AIS para tributário DVB



Fonte: Manual Técnico Alcatel - 1641SM & 1651SM-C –

### Etapas de Verificação da Sensibilidade do receptor:

- Circuito de teste conforme figura 15.
- Instrumentos e Acessórios conforme Tabela 01.
- Gerador de padrão/detector de erros conforme Tabela 01 (A).
- Power meter conforme Tabela 01 conforme figura 16 (B).
- Atenuador óptico variável conforme Tabela 01 (C).
- Rabichos de fibra singela conforme Tabela 01 (L).
- Cabos coaxiais conforme Tabela 01 (I) ou par blindado (M) (não necessários quando usar o tributário óptico) - PC (E).

Figura 16 – Power meter ou Radiômetro



Fonte: Empresa de Telecomunicação Oi, Ano 2019

1) Configurar através do PC conforme Tabela 01 (E) a proteção óptica (ALS) para executar operação manual.

2) Montar o circuito de teste. É mostrada uma conexão típica entre o tributário e Gerador de padrão/Detector de erros através de cabos (I) ou (M) conforme Tabela 01. Com relação ao tributário óptico STM-1 os cabos acima são substituídos por dois rabichos de fibra óptica (L). É feito um loop nos agregados através destes e do atenuador óptico (C).

3) Colocar o instrumento de acordo com o tipo de tributário usado e com as características especificadas.

4) O atenuador óptico deve estar em 10 dB.

5) Verificar se não há erros detectados.

6) Aumentar gradualmente a atenuação até uma taxa de erros de  $1 \times 10^{-10}$  no detector.

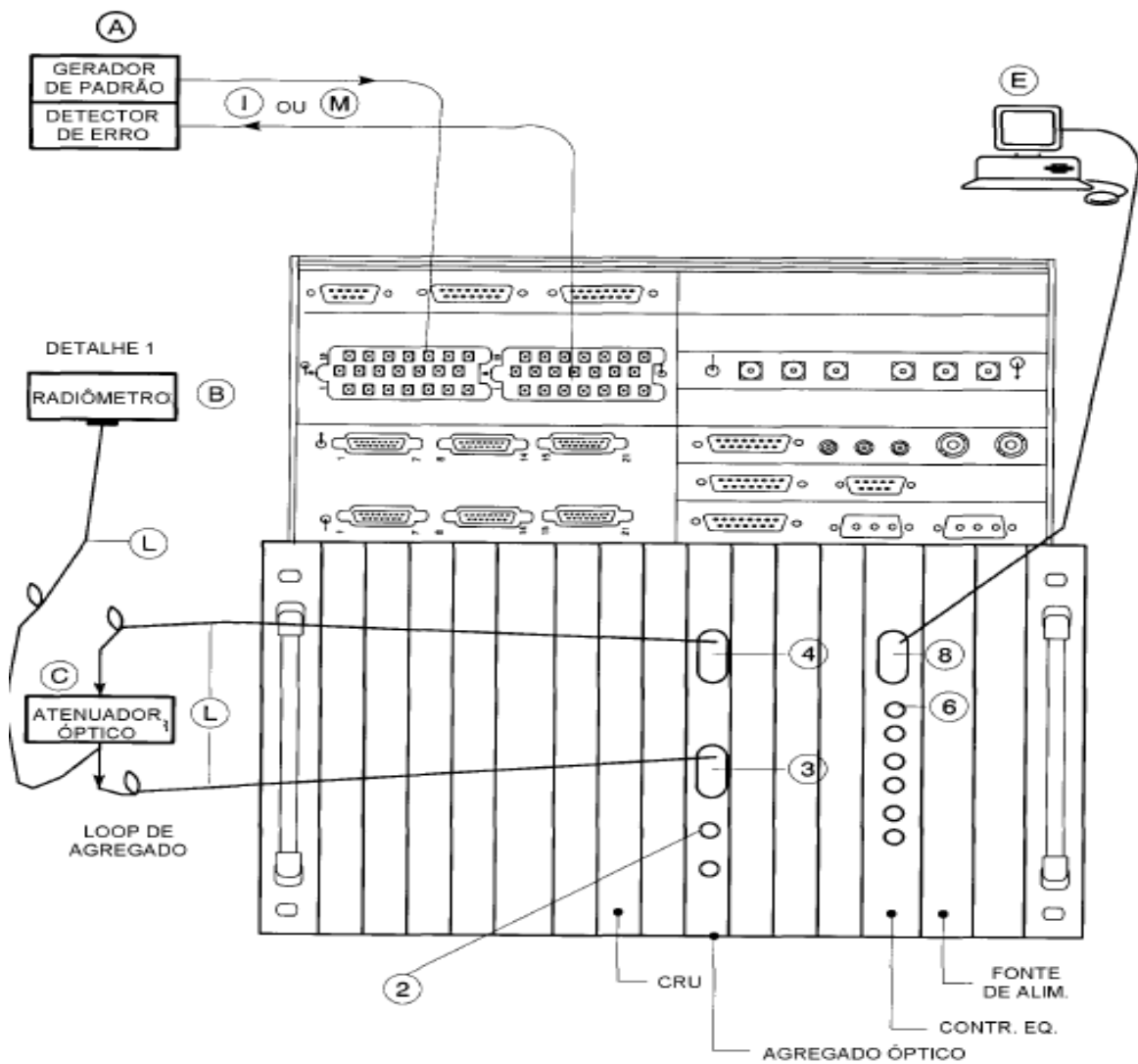
7) Desconectar o rabicho do conector óptico da unidade de Rx (3) e conectá-lo no power meter conforme 16.

8) Pressionar o push-button (3) na unidade por mais de 12 s. O operador tem 90 s para executar o teste.

9) Verificar se o nível de potência óptica de Rx no power meter está dentro do nível de sensibilidade. Caso contrário, substituir a unidade.

10) Repetir o teste para cada unidade.

**Figura 17- Verificação da sensibilidade do receptor**



### **Etapas de Verificação da eficiência da proteção óptica (ALS)**

- Montar o circuito de teste da conforme figura 17.
- Instrumentos e acessórios conforme Tabela 01.
- Gerador de padrão/Detector de erros (A) conforme Tabela 01.
- Power meter (B) conforme Tabela 01.
- Atenuador óptico variável (C) conforme Tabela 01.
- Rabichos de fibra singela (L) conforme Tabela 01.
- Cabos coaxial (I) ou par blindado (N), não necessário para o tributário óptico conforme Tabela 01.
- PC (E) conforme Tabela 01.

1) Montar o circuito de teste conforme figura 17.

2) Colocar o atenuador óptico em 10 dB aproximadamente.

3) Referir-se ao manual dos aplicativos do PC (E) conforme Tabela 01 e verificar se as proteções manuais e automáticas da unidade Agregado estão inseridas, se não, proceder à sua programação.

4) Desconectar o rabicho óptico (L) conforme Tabela 01 (conectado ao conector óptico de Tx (4)) do atenuador óptico e conectá-lo ao power meter para medir a potência óptica transmitida. Esta condição causa o acendimento do LED vermelho (6) na unidade Controlador de Equipamento e a recepção do critério AIS no Detector de erros.

5) Verificar se a potência do LASER é nula. Além disso, verificar se existe a tentativa de um reset de potência depois de aproximadamente 180 s. Esta condição deve durar aproximadamente 2 s. Se estas condições não ocorrerem, substituir a unidade Agregado.

6) Resetar o circuito de teste conectando novamente o atenuador.

7) Referir-se ao manual dos aplicativos do PC e mudar as opções de configuração para selecionar a proteção manual.

8) Repetir o item 5, desconectar o atenuador e conectar o power meter.

9) Verificar se a potência óptica de Tx é nula. Pressionar o push-button (5) no painel frontal do Agregado e verificar se um reset de potência é tentado após 2 s aproximadamente. Caso contrário, substituir a unidade.

10) Pressionar o push-button (2) na unidade por mais de 12 s novamente e verificar se é tentado um reset de potência por aproximadamente 90 s (função Manual For Test). Caso contrário, substituir a unidade.

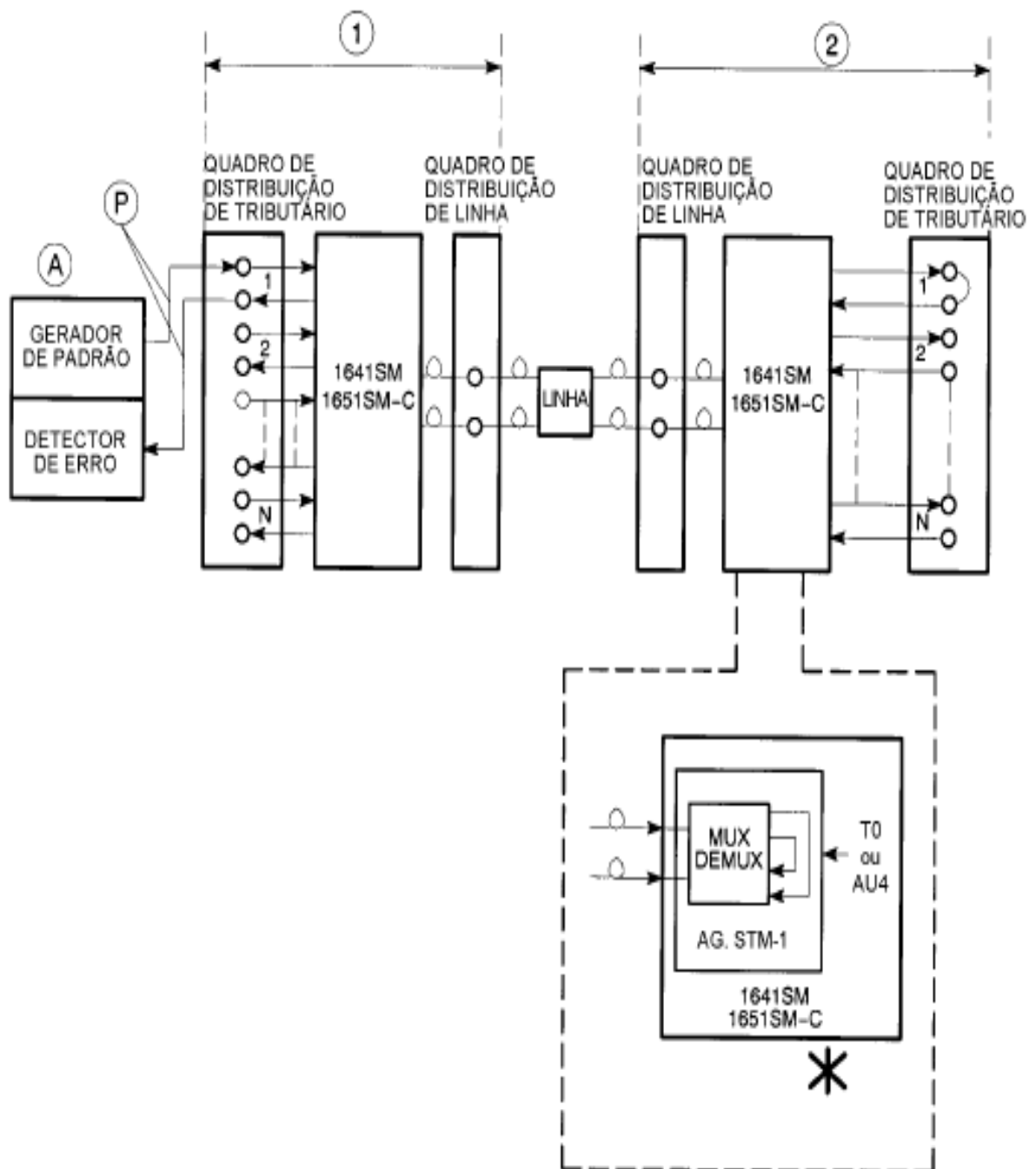
11) Repetir o teste para cada unidade.

### **Etapas de verificação da multiplexação/demultiplexação no enlace**

- Montar o circuito de teste conforme figura 18.
- Utilizar instrumentos e acessórios conforme tabela 01.
- Averiguar gerador de padrão/detector de erros.
- Examinar o Cabo de *cross-connect* (P), conforme tabela 01, a verificação deve ser feita em todos os feixes de tributários que não trafegam pelo equipamento envolvido, todos os tributários na configuração multiplex e tributários *drop/insert*.
- Mais tarde no teste pode ser verificado o agregado na configuração *cross-connection*. Neste caso o equipamento nas estações (2) será configurado por *software* para fazer o *cross-connect* do TU ou AU4 dentro do Agregado do mesmo lado. O *loop* do Tributário não é importante.
  - É feito um loop nos tributários no quadro de distribuição da estação (2)
  - Conectar a saída do Gerador de padrão à entrada do 1º tributário e a entrada do detector de erros à saída do último usando os cabos (P).
  - Verificar se o nível dos sinais tributários conectados é coerente, caso contrário fazer o ajuste.
  - Ajustar a taxa e o nível do instrumento (A) com o tributário envolvido.

- Verificar se não há indicação de alarmes ópticos presentes no equipamento e se não há erros no instrumento (A) conforme tabela 01.
- Se forem detectados alarmes/erros e se todas as verificações locais foram feitas, a falha é devido a causas externas.
- Repetir as verificações nos outros tributários, se necessário.

Figura 18 - Testes de multiplexação/demultiplexação no enlace



## **Etapas de Verificação da Proteção em Anel**

- Montar o circuito de teste da conforme figura 18.
- Instrumentos e acessórios conforme tabela 01.
- Gerador de padrão/Detector de erros **(A)** conforme tabela 01.
- Cabo de cross-connect **(P)** conforme tabela 01.
- O exemplo mostrado na Figura 157 é aplicável a todos os tipos de tributários (exceto tributário FOX CO) e a todos os tipos de conexões em anel conforme tabela 01.

1) Montar o circuito de teste, conforme figura 19.

2) Começando da estação 1, conectar o Gerador de Padrão/detector de erros (A) ao tributário 1 conforme tabela 01. Configurar por software o equipamento nas três estações para conectar este tributário para a estação 2 e a estação 3 deve ser considerada reserva (o tributário transita através da estação 3). Fazer o loop do tributário 1 na estação 2.

3) Colocar o instrumento (A) de acordo com o tributário envolvido.

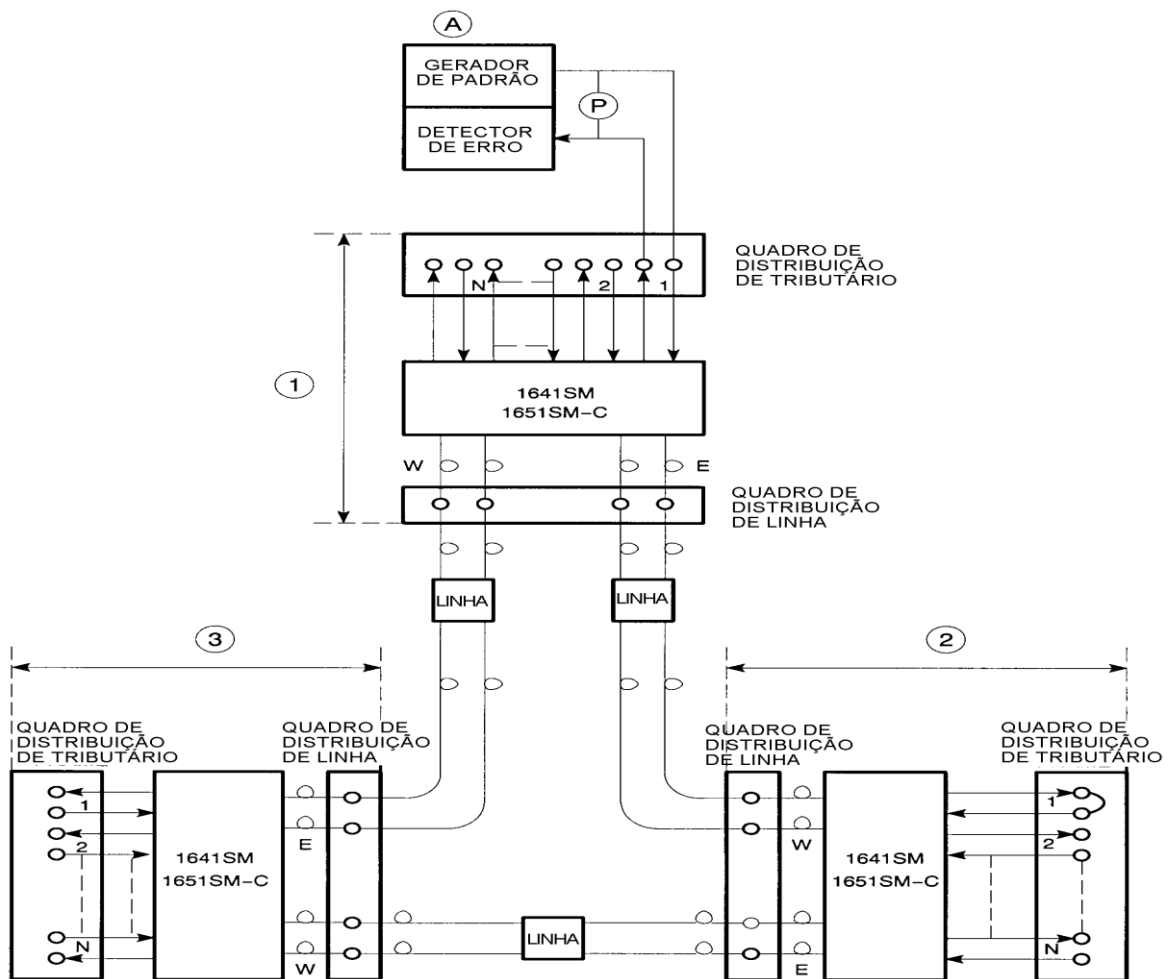
4) Verificar se não há indicação de alarmes ópticos no equipamento nem erros no instrumento (A), conforme tabela 01.

5) Desconectar, do quadro de distribuição relevante, o rabicho óptico entre as estações 1 e 2.

6) Após um período de transiente, assegurar que não há erros no instrumento (A), conforme tabela 01.

7) Repetir os testes em todos os outros tributários.

Figura 19 - Verificação de cross-over de TU numa conexão em anel



Fonte: Manual Técnico Alcatel - 1641SM & 1651SM-C -

Com a substituição do modem de PDH por SDH, trouxe alguns benefícios à empresa OI, entre eles destacamos:

- Houve maior integração nas interfaces de tributários, permitindo um maior número de interfaces ópticas e elétricas por placa, diminuindo o espaço físico ocupado pelos equipamentos.
- Integração de interfaces típicas de redes de dados, tais como LAN (*Ethernet*), ATM, FR e IP, diretamente nos equipamentos SDH, com facilidades de configuração implementadas em um mesmo sistema de gerência.

➤ Equipamentos de usuário de tamanho reduzido (de mesa), com multiplicidade de interfaces e capacidade para fazer parte de segmentos de rede STM-1, conforme figura 20, sem troca do equipamento.

**Figura 20 – Placa Óptica STM-1**



**Fonte: Empresa de Telecomunicação Oi, Ano 2019.**

➤ Equipamentos que podem fazer parte de mais de um segmento de rede permitindo realizar conexões entre esses segmentos diretamente na matriz através de configuração pelo sistema de gerência.

➤ Com a substituição do PDH por SDH tornou possível o controle e a manutenção da integridade de rede nó a nó, capacidade de gerência da rede síncrona possibilita a identificação imediata e falha no tronco ou nó, ou usando arquiteturas em anel possibilitando que o tráfego na rede seja instantaneamente roteado até que o equipamento defeituoso seja reparado em caso de falhas, ficando transparente ao usuário da rede e não comprometendo os serviços, permitindo aos operadores garantir altos níveis de desempenho.

## 5 CONCLUSÃO

O propósito deste estudo foi responder a seguinte pergunta: Qual a importância da utilização da tecnologia SDH em substituição a PDH, na transmissão de dados para telefonia fixa a empresa de telecomunicação estudada?

O delineamento de todo o estudo foi focado em resolvê-lo, para isso foi desenvolvido os objetivos e levantado à justificativa, para ajudar a resolver tal problema, embasada nos conceitos e ensinamentos constante na revisão bibliográfica. Para atingir tais objetivos foram feitas pesquisas bibliográficas em artigos, trabalhos monográficos e teses que abordassem o tema e que pudessem ser utilizados como suporte teórico para o desenvolvimento deste trabalho.

O desenvolvimento deste trabalho foi muito importante no sentido de comprovar através de um levantamento bibliográfico sério e depois *in loco*, que a substituição de dados do PDH pelo SDH, permite bom funcionamento de todas as etapas do processo o que aumenta a vida útil do equipamento, garantindo assinantes satisfeitos, pois reduz o risco de interrupções do serviço de telefonia fixa além de reduzir custos para a empresa estudada que assim como qualquer outra independente do segmento é essencial para sua a permanência no mercado.

Vale ressaltar que a transmissão de dados via SDH esta no mercado a quase 30 (trinta) anos e que a modalidade de telefonia ganhou uma sobrevida, uma vez que a tecnologia xDSL se utiliza também do par metálico para trafegar, ou seja, a mesma infraestrutura que leva o serviço de voz leva também os serviços de dados. Mediante o desenvolvimento do trabalho, conclui-se que transmissão de dados via SDH é uma excelente opção para a comunicação de dados e pode ajudar a resolver o problema da conexão ao acesso à telefonia fixa.

O uso da tecnologia de dados via SDH tem suas vantagens e que cada projeto deve ser analisado em suas particularidades levando em consideração os custos com a implantação e a necessidades da zona que será implantada. Por isso, vale ressaltar o lado positivo deste cenário, montar uma rede SDH ficou barato e os benefícios dessa tecnologia ainda são a melhor resposta aos custos de manutenção de uma rede de telefonia fixa.

Objetivou-se entre outros, demonstrar o funcionamento da Unidade Remota de Assinante (URA), de modo que esta permita analisar os problemas decorrentes

do telefone fixo, gerado nas estações telefônicas em uma empresa de telecomunicação Oi.

A execução da substituição do PDH por SDH em campo já foi executada desde abril de 2019 utilizando metodologia técnica descrita no manual do fabricante com resultados satisfatórios, justificando assim o projeto como um todo uma vez que o principal problema foi solucionado que é a indisponibilidade dos serviços decorrentes do rompimento de transmissão.

Como recomendação para futuros projetos de melhoria poderia propor que houvesse um estudo mais profundo no desenvolvimento de *software* empregado nos equipamentos de rede e nos sistemas de gerência.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, Maria Margarida de. **Introdução à metodologia do trabalho científico**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

BERNAL FILHO, Huber. **Redes SDH. Teleco**, jul. 2009. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialrsdh/default.asp>>. Acesso em: 1 dezembro. 2019.

CAELUM. Apostilas Caelum. **O que é Java- Java e Orientação a Objetos**. 2017. Disponível em: <<https://www.caelum.com.br/apostila-java-orientacao-objetos/o-que-e-java>>. Acesso em: 10 outubro 2019.

EBAH.APOSTILA PDH/SDH. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAmKoAJ/apostila-pdh-sdh>>. Acesso em: 19 novembro 2019.

FERREIRA, N. A. A **Descoberta da Indução Eletromagnética**. **Brasil Escola**, 2017. Disponível em: <<http://brasilecola.uol.com.br/fisica/a-descoberta-inducao-eletromagnetica.htm>>. Acesso em: 17 setembro 2019.

GRABER ALARMES. Disponível em: <http://www.graberalarmes.com.br/blog/descubra-o-que-e-monitoramento-remoto/>>. Acesso em 04 de maio. 2019

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Ed. Atlas, 2012.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. Ed. São Paulo: Atlas, 2010.

LIMA, Isaias Correia. ARAÚJO, Mário Júnior. CARVALHO, Sérgio Silva de. 2008. **Fibra Óptica: Vantagens da sua Utilização como Meio de Transmissão em Sistemas de Segurança Eletrônica**. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/system/filesartigos/revistasemanaacademicafibraoptica.pdf>. Acesso em: 17 setembro 2019.

Manual Técnico Alcatel - **Modelo 1641SM & 1651SM-C 1641SM** Manual Técnico Alcatel - **Rel. 2.8.1 Multiplex Add-Drop Síncrono 155 Mb/s (STM-1) - 1641SM-C** Re. 2.0.1. ADM Compacto 622 Gb/s (STM-4) - 955.100.556 M Ed.01 3AL 36666 AAAA Ed.01. 2007.

OLIVEIRA, Patrícia Beneti. TELECO: Seção: **Tutoriais Redes Ópticas, Fibra Óptica II: Considerações finais**, 29 nov. 2010. Disponível em: <[http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialsolfo2/pagina\\_6.asp](http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialsolfo2/pagina_6.asp)>. Acesso em: 17 set. 2019.

OLIVEIRA, Silvio Luiz de. **Tratado de metodologia científica**. São Paulo: Pioneira, 2002.

PINHEIRO, José Maurício Santos. **Guia Completo de Cabeamento de Redes**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

RIBEIRO, José Antônio Justino. **Comunicações Ópticas**. 2. ed. São Paulo: Érica, 2003.

RIBEIRO, José Antônio Justino. **Comunicações Ópticas**. São Paulo: Érica, 2012.

RUSSILLO, Dário. **Estudo de Viabilidade Econômica para Implantação de Redes de Acesso Banda Larga em Cenários Amazônicos: um Estudo de Caso baseado no custo do bit aplicado ao programa NAVEGAPARÁ**. Dissertação de mestrado apresentada como exigência parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica. BELÉM/PA 2009.

STALLINGS, William. CASE, THOMAS. **Redes e Sistemas de Comunicação de Dados**. 7ª Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, Editora Campus, 2016.

TELECO, Portal. **Operadoras de Celular 2013**. Disponível em: <http://www.teleco.com.br/opcelular.asp>>. Acesso em: 17 de maio de 2019.

VERGARA, Sílvia Constant. **Projetos e Relatório de Pesquisa em Administração**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2002.