

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA – PATOS DE MINAS
ENGENHARIA ELETRÔNICA E DE TELECOMUNICAÇÕES

FELIPE MARQUES FREITAS

**ESTUDO DA IMPLEMENTAÇÃO DE UMA REDE DE
TELECOMUNICAÇÕES: ASPECTOS JURÍDICOS, DE VIABILIDADE
TÉCNICA E ECONÔMICA**

Patos de Minas - MG

2020

FELIPE MARQUES FREITAS

**ESTUDO DA IMPLEMENTAÇÃO DE UMA REDE DE
TELECOMUNICAÇÕES: ASPECTOS JURÍDICOS, DE VIABILIDADE
TÉCNICA E ECONÔMICA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à banca examinadora como requisito parcial de avaliação da disciplina de TCC2 da graduação em Engenharia Eletrônica e de Telecomunicações, da Faculdade de Engenharia Elétrica, da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Patos de Minas.

Orientador: Prof. Dr. Diego de Brito Piau

FELIPE MARQUES FREITAS

**ESTUDO DA IMPLEMENTAÇÃO DE UMA REDE DE
TELECOMUNICAÇÕES: ASPECTOS JURÍDICOS, DE VIABILIDADE
TÉCNICA E ECONÔMICA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à banca examinadora como requisito parcial de avaliação da disciplina de TCC2 da graduação em Engenharia Eletrônica e de Telecomunicações, da Faculdade de Engenharia Elétrica, da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Patos de Minas.

Área de concentração: Comunicações móveis.

Patos de Minas, 23 de dezembro de 2020

Banca Examinadora

Prof. Dr. Diego de Brito Piau – FEELT/UFU – Orientador

Prof. Dr. Júlio César Coelho – FEELT/UFU – Membro 1

Prof.^a Dr. Peterson Elizandro Gandolfi – FAGEN/UFU – Membro 2

Dr.^a Renata Maia Ribeiro (Examinadora, Membro Externa) – Membro 3

RESUMO

A sociedade vem passando por inúmeras mudanças em todas as áreas do conhecimento. Os impactos produzidos na sociedade através dos meios de comunicação altamente sofisticados como a TV, satélite, internet, têm provocado modificação no estilo de conduta, atitudes, costumes e tendências das populações mundiais. É importante ressaltar que essas mudanças só ocorrem por causa do avanço das tecnologias, sobretudo no ramo das telecomunicações. Isto é percebido diariamente em todos os países do mundo, principalmente os mais evoluídos, pois eles produzem tecnologia de forma acelerada e com uma eficiência singular. O aumento das tecnologias da comunicação e informação impulsiona ainda mais o processo evolutivo dos sistemas de comunicação, isso acontece porque todos os envolvidos têm que se adaptar a eles para se estabelecerem no mercado mundial ou na vida de um modo geral.

Com a constante evolução dos sistemas de comunicação, como rádio enlace, as redes de acesso por fibra óptica e o LTE, existe a necessidade de um estudo teórico e, conseqüentemente, uma análise econômica de cunho detalhado das redes de acesso ao cliente, com enfoque no atendimento ao usuário simples ou empresarial, suprimindo as necessidades da população e proporcionando uma qualidade de serviço pautada em regulamentações.

A presente pesquisa demonstra a necessidade do estudo da qualidade no atendimento dos serviços prestados alinhado à análise financeira, como fator diferencial na composição de novos negócios, pois com a crescente competitividade do mercado é necessário, além de entendimento técnico do produto ofertado, conhecer da legislação e das ferramentas para enfrentamento de processos judiciais.

Palavras chaves: Sistemas de comunicação. Rádio enlace. Fibra óptica. LTE. Qualidade de serviço. Análise financeira. Processos judiciais.

ABSTRACT

Society has undergone some changes in all areas of knowledge. The texts on the word, through the media, are highly sophisticated as a TV, satellite, internet, style modifiers, behaviors, attitudes, mores and trends of the world population. It is important resonance in that other ways of acting as the cause of the advancement of technologies, especially in the field of telecommunications. This is considered nowadays in all the countries of the world, especially the most advanced ones, with the same elements of accelerated technology and with a unique singular condition. The increase in communication and information technologies further boosts the process of communication systems, which means that all intervention processes have access to them to become a global market or in life in general.

With the constant evolution of communication systems, such as radio link, fiber optic access networks and LTE, there is a need for a theoretical study and, consequently, a detailed economic analysis of customer access networks, with a focus in serving simple or business users, meeting the needs of the population and providing a quality of service based on regulations.

This research demonstrates the need to study the quality of service provided in line with the financial analysis, as a differential factor in the composition of new businesses, because with the increasing competitiveness of the market it is necessary, in addition to technical understanding of the offered product, to know the legislation and tools for coping with lawsuits.

Key words: Communication systems. Radio *link*. Optical fiber. LTE. Service quality. Financial analysis. Court lawsuits.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Redes de acesso usando fibra óptica.	27
Figura 2 – Arquiteturas - FTTx.	27
Figura 3 – Elementos da rede de acesso.	29
Figura 4 – Arquiteturas HSPA e LTE.	32
Figura 5 – <i>Layout software PathLoss</i>	44
Figura 6 – Representação da Zona de Fresnel.	51
Figura 7 – Simulação do enlace de rádio no <i>software Pathloss</i>	52
Figura 8 – <i>Link</i> de Fibra Óptica entre os municípios de Barbacena e Visc. Do Rio Branco ...	54
Figura 9 – <i>Link</i> de Fibra Óptica entre os municípios de Visc. Do Rio Branco e Muriaé.	54
Figura 10 – Informações e coordenadas geográficas do enlace de rádio	55
Figura 11 – Características técnicas do enlace de rádio.	56
Figura 12 – Modelo de rádio utilizado na simulação	57
Figura 13 – Tipos de Entrada do Fluxo de Caixa.	62
Figura 14 – Tipos de Entrada do Fluxo de Caixa.	62
Figura 15 – Tipos de Saída do Fluxo de Caixa.	62
Figura 16 – Tipos de Saída do Fluxo de Caixa.	63
Figura 17 – Saldo do Fluxo de Caixa	63
Figura 18 – Saldo do Fluxo de Caixa.	63
Figura 19 – Análise VPL	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Investimento em Infraestrutura.....	59
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
AT&T	<i>American Telephone and Telegraph</i>
BM	Banco Mundial
BL	Banda Larga
BT	<i>British Telecom</i>
CADE	Conselho Administrativo de Defesa Econômica
CCC	Central de Controle e Comutação
CDMA	<i>Code Division Multiple Access</i>
CI	Cidades Inteligentes
CPqD	Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações
ERB	Estações Rádio Bases
E-UTRAN	<i>Evolved UMTS Terrestrial Radio Network</i>
FGTS	Fundo de Garantia do Tempo de Serviço
FMI	Fundo Monetário Internacional
FTTB	<i>Fiber To The Building</i>
FTTCab	<i>Fiber To The Cabinet</i>
FTTC	<i>Fiber To The Curb</i>
<i>FTTH</i>	<i>Fiber To The Home</i>
FTTN	<i>Fiber To The Node</i>
FTTP	<i>Fiber To The Premises</i>
FTTx	<i>Fiber to the x</i>
FUST	Fundo de Universalização dos Serviços de Telecomunicações
GESAC	Governo Eletrônico – Serviço de Atendimento ao Cidadão

GSM	<i>Groupe Special Mobile</i>
HSPA	<i>High Speed Packet Access</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBM	<i>Internacional Business Machines</i>
INTELBRAS	Indústria de Telecomunicação Eletrônica Brasileira
IP	<i>Internet Protocol</i>
ITU-R	<i>International Telecommunication Union Communications</i>
ITU-T	Setor de Normatização das Telecomunicações
LDCs	Países Menos Desenvolvidos
LGT	Lei Geral das Telecomunicações
LTE	<i>Long Term Evolution</i>
MCom	Ministério das Comunicações
MIMO	<i>Multiple-Input Multiple-Output</i>
OA&M	Operação, Administração e Manutenção
ONU	Organização das Nações Unidas
O&M	Operação e Manutenção
OFDMA	<i>Orthogonal Frequency-Division Multiple Access</i>
PBLE	Programa Banda Larga nas Escolas
PERT	Plano Estrutural de Redes de Telecomunicações
PGMU	Plano Geral de Metas de Universalização
PIB	Produto Interno Bruto
PLC	Projeto de Lei da Câmara
PNBL	Plano Nacional de Banda Larga
RQAL	Regulamento de Qualidade dos Serviços de Telecomunicações

QoS	<i>Quality Of Service</i>
RDIS	Rede Digital com Integração de Serviços
SCM	Serviço de Comunicação Multimídia
SGDC	Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas
SMP	Serviço Móvel Pessoal
STFC	Serviço Telefônico Fixo Comutado
TELEBRAS	Telecomunicações Brasileiras S.A
TM	Telefonia Móvel
TUP	Telefones de Uso Público
TDMA	<i>Time Division Multiple Access</i>
UIT	União Internacional de Telecomunicações
UMTS	<i>Universal Mobile Telecommunication System</i>
VoIP	<i>Voice over Internet Protocol</i>
3GPP	<i>(3rd Generation Partnership Project)</i>

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	13
INTRODUÇÃO	13
1.1. TEMA DO PROJETO.....	14
1.2. PROBLEMATIZAÇÃO.....	15
1.3. OBJETIVOS	15
1.3.1. OBJETIVOS GERAIS	15
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
1.4. JUSTIFICATIVAS.....	16
1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO.....	16
CAPÍTULO 2	17
REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 TELECOMUNICAÇÕES NA ECONOMIA GLOBAL.....	17
2.1.1 COMPOSIÇÃO DO SETOR NO BRASIL	20
2.1.2 FORNECEDORES DE EQUIPAMENTOS	22
2.2 RÁDIO ENLACE	24
2.3 REDE DE ACESSO POR FIBRA ÓPTICA.....	26
2.4 LTE	30
2.5 PANORAMA BRASILEIRO DE TELECOMUNICAÇÕES.....	34
2.5.1 CENÁRIO BRASILEIRO DE TELECOMUNICAÇÕES	34
2.5.2 SERVIÇO DE COMUNICAÇÃO MULTIMÍDIA.....	35
2.5.3 SERVIÇO MÓVEL PESSOAL.....	36
2.5.4 REGULAMENTO DA QUALIDADE DOS SERVIÇOS DE TELECOMUNICAÇÕES – RQUAL ..	37
2.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	38
CAPÍTULO 3	40
MATERIAIS E MÉTODOS	40
3.1 MÉTODOS DE PESQUISA.....	40
3.2 MATERIAL DE PESQUISA.....	40

3.3	<i>SOFTWARE PATHLOSS</i>	43
3.4	FORMULAÇÃO DO ENLACE DE MICRO-ONDAS	44
3.5	TRIBUNAL DE JUSTIÇA DE MINAS GERAIS - TJMG	46
3.6	ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA.....	46
CAPÍTULO 4		48
RESULTADOS E DISCUSSÕES		48
4.1.	ARTIGOS DO CÓDIGO CÍVIL E DO CÓDIGO DE DEFESA DO CONSUMIDOR	48
4.2.	APELAÇÃO CÍVIL.....	49
4.3.	RÁDIO ENLACE	50
4.4.	PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTO PRÁTICO.....	53
4.5.	VIABILIDADE ECONÔMICA.....	58
4.5.1	PREMISSAS ECONÔMICAS E ESTRUTURAIS.....	58
4.5.2	ALGAR FRANQUIAS.....	60
4.5.3	PREVISÃO DOS RESULTADOS FINANCEIROS	61
CAPÍTULO 5		65
CONCLUSÃO		65
REFERÊNCIAS		66

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Um importante setor da Engenharia de Telecomunicações é o atendimento a serviços através de enlaces de rádio. Os *links* de rádio são utilizados devido a sua facilidade de implantação e o custo do investimento dessa tecnologia, que depende da distância a ser atendida [4].

O enlace de rádio é um meio de transmissão cada vez mais utilizado, pois essa tecnologia está em constante evolução em razão do aumento da capacidade de transmissão e alto desempenho dos equipamentos [4].

Enlaces de micro-ondas são *links* de rádio que utilizam ondas eletromagnéticas para alcançarem um ponto desejado através de equipamentos de rádio e antenas específicas. Um rádio enlace, pode ser denominado, como um meio de transmissão que leva a informação (sinal) de um ponto, sendo uma estação ou site de operadora de telecomunicações, até um local desejado, como outra estação ou até um cliente.

As motivações básicas por trás da aplicação de cada novo sistema foram: (a) aprimorar a fidelidade da transmissão, de modo que menos distorções ou erros ocorressem na mensagem recebida, (b) ampliar a taxa de dados ou capacidade de uma conexão de comunicação, de modo que mais informação pudesse ser enviada ou (c) elevar a distância entre os repetidores ou estações de amplificação, para que a mensagem pudesse ser enviada para distâncias maiores, sem a necessidade de restaurar a amplitude do sinal ou sua fidelidade periodicamente ao longo do caminho de transmissão [6].

O meio de transmissão através do *link* de rádio cada vez é mais utilizado no mundo das telecomunicações, mas sempre em conjunto da fibra óptica, pois essa sobressai em relação ao enlace, devido à capacidade de transmissão e ao custo financeiro associado a pequenas distâncias. Comparando o uso de enlaces de rádio em relação à fibra óptica, pode-se constatar que o *link* de rádio possui vantagens na implantação de um projeto.

Essa vantagem é devida ao meio de transmissão que terá um curto prazo para a instalação; ao alcance em regiões não desenvolvidas e inacessíveis, em locais densamente povoadas como em centros urbanos das cidades metropolitanas, onde a implantação, manutenção e operação da fibra é inviável como meio de transmissão.

Ao realizar o atendimento de um cliente ou uma estação, a operadora responsável terá que analisar a forma de alcance a esse local, observando custo financeiro, prazo de implantação,

capacidade de transmissão e planejamento. A opção para custo e prazo para a implantação de um projeto utilizando enlace de rádio são bem menores que fibra óptica, exceto para um enlace muito pequeno (ordem de centena de metros).

O gerenciamento dos custos do projeto inclui os processos envolvidos em planejamento, estimativas, orçamentos, financiamentos, gerenciamento e controle dos custos, de modo que o projeto possa ser terminado dentro do orçamento aprovado [33].

Deve-se considerar ainda, os requisitos das partes interessadas. As diferentes partes interessadas medirão os custos do projeto de maneiras diferentes em tempos diferentes. Por exemplo, o custo de um item adquirido pode ser medido quando a decisão de aquisição é tomada ou comprometida, o pedido é feito, o item é entregue, ou o custo real é incorrido ou registrado para fins de contabilidade do projeto [33].

O gerenciamento dos custos do projeto preocupa-se principalmente com o custo dos recursos necessários para completar as atividades do projeto, também deve considerar o efeito das decisões de projeto no custo recorrente subsequente do uso, manutenção e suporte do produto, serviço ou resultado do projeto. Por exemplo, limitar o número de revisões do design pode reduzir o custo do projeto, mas poderia aumentar os custos operacionais resultantes do produto [33].

Em muitas organizações, o prognóstico e análise do desempenho financeiro do produto do projeto é realizado fora do projeto. Em outras, como o projeto de capital de instalações, o gerenciamento dos custos do projeto pode incluir esse trabalho. Quando esses prognósticos e análises são incluídos, pode-se abordar processos adicionais e muitas técnicas gerais de gerenciamento como retorno do investimento, fluxo de caixa descontado e análise da recuperação do investimento.

O esforço de planejamento do gerenciamento dos custos ocorre nas fases iniciais do planejamento do projeto e fornece a estrutura para, a fim que o desempenho deles seja eficiente e coordenado.

1.1. TEMA DO PROJETO

O projeto tem o intuito realizar o estudo teórico e viabilidade técnica e econômica, referente ao planejamento de uma rede enlace de micro-ondas na cidade de Muriaé, MG, a fim de elaborar uma simulação no *software Pathloss*, de uma rede de serviços de rede, com enfoque no acesso, na infraestrutura, na tecnologia, na legislação e na qualidade, baseando-se em um julgado relacionado ao município.

1.2. PROBLEMATIZAÇÃO

Nos últimos anos as telecomunicações estão evoluindo de forma avançada, não só no que diz respeito às questões relacionadas às redes, mas consequentemente à diversidade de componentes diferentes, abrangendo muitos fornecedores e movimentando o “mundo dos negócios”.

Essa relação estreita entre as telecomunicações e o “mundo dos negócios” leva a que as operadoras de telecomunicações tenham a necessidade e a responsabilidade de desenvolverem maiores esforços, de modo a ofertarem uma qualidade de serviço adequada aos seus clientes [2].

Como finalidades fundamentais na gestão de uma rede temos a organização de um método de supervisão do estado global da rede e a expansão das ações necessárias para o controle de tráfego que flui na rede em tempo real. Assim é importante criar um sistema que consiga conciliar os grandes objetivos associados às atividades de Operação, Administração e Manutenção (OA&M) numa rede de telecomunicações [3]. A partir dos parâmetros de gestão organizacional e eficiente, uma rede de telecomunicações pode funcionar de forma abrangente e satisfatória, levando em consideração as necessidades do nicho em questão e visão de lucro da empresa prestadora de serviço.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVOS GERAIS

- Elaborar o estudo teórico e a análise econômica de todos os fatores preponderantes para a implementação e o funcionamento de uma rede de enlace de micro-ondas, garantindo a eficácia e qualidade dos serviços prestados.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar um estudo teórico e análise econômica da implementação de uma rede de telecomunicações abrangendo o sistema de comunicação por enlace de micro-ondas, em complemento à análise de um julgado referente à má prestação de serviços de um fornecedor;
- Analisar os dados gerados, o comportamento do sistema e verificar a confiabilidade do

sistema de comunicação projetado;

- Realizar uma simulação do projeto contendo todas as especificações necessárias para a implantação da rede em questão.

1.4. JUSTIFICATIVAS

Considerando esta análise do enlace de micro-ondas ofertado, é preciso mostrar a qualidade do serviço oferecido de acordo com a contratação em questão, tendo em vista a garantia dos direitos do consumidor e principalmente a oferta de um serviço que atenda os padrões e qualidades que estão designados por lei, evitando assim um descumprimento da ordem estabelecida.

1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO

No Capítulo 2 é apresentado a estrutura das telecomunicações no cenário mundial, juntamente com as características técnicas dos serviços de telecomunicação nos dias de hoje e quais tecnologias são catalisadoras para a modernização de um país, com enfoque na legislação e qualidade dos serviços prestados. O Capítulo 3 expõe a forma de construção do presente trabalho, com enfoque nos *softwares* utilizados e na jurisprudência analisada. O Capítulo 4 discute os resultados encontrados, com foco nos objetivos específicos deste trabalho. Por fim, o Capítulo 5 apresenta a conclusão.

CAPÍTULO 2

REFERENCIAL TEÓRICO

A necessidade de gestão de redes não é de hoje e existem ferramentas e sistemas de gestão independentes que suportam diferentes atividades como por exemplo: engenharia de tráfego, O&M de sistemas de comutação e transmissão, configuração da rede e das estações de comutação, faturação, gestão de clientes, planejamento da rede local, regional, interurbana [1].

A imprescindibilidade de uma boa gestão de rede e de uma visão correta sobre o seu estado está associada ao aumento continuado da complexidade dela: transição para Rede Digital com Integração de Serviços (RDIS); surgimento de novos serviços de telecomunicações; chegada de operadores privados fornecendo “serviços de valor acrescentado”. Isso só será possível através da relação dos vários sistemas de gestão e pela automatização diminuindo o grau de interferência humana [1].

2.1 TELECOMUNICAÇÕES NA ECONOMIA GLOBAL

Os serviços e as empresas de telecomunicações foram atingidos fortemente pelo processo de globalização. Por um lado, o setor de telecomunicações torna-se estratégico para o desenvolvimento econômico e social na economia globalizada, estendendo a demanda por seus serviços. A convergência entre as telecomunicações e o computador constitui a base material sobre a qual se apoia a economia globalizada. As redes globais de comunicação e a circulação imediata de informação constituem condições indispensáveis para a dinâmica econômica atual, porquanto possibilitam os fluxos financeiros internacionais, a integração entre empresas, a análise de mercado, a educação à distância, o acesso a bancos de dados, entre outras facilidades [11]. Por outro lado, o setor de telecomunicações sofre, em nível internacional, variados e simultâneos processos de transformação e de ajuste (liberalização, privatização, desregulamentação) às condições de competição da economia globalizada. O aumento da concorrência comercial e a ampliação e diversificação na demanda por serviços de telecomunicações vêm implicando em inovações tecnológicas e mudanças na organização e nas relações de trabalho. Então, a exemplo do que se verifica em diversos setores da atividade econômica, tais circunstâncias também induzem à reestruturação, em nível mundial, do setor de telecomunicações, transformando não apenas os sistemas de produção e trabalho, mas também a institucionalidade reguladora do setor. No entanto, estudos recentes [11-13] concluem que a forma como a reestruturação do setor se realiza, bem como os arranjos que

produz, são heterogêneos, variando de acordo com a conflitualidade entre os atores sociais envolvidos (Estado, capital privado, sindicatos, trabalhadores, consumidores), com a trajetória do setor em cada sociedade e com a conjuntura política e econômica nacional, por mais que esse movimento seja uma tendência internacional [14].

O processo de globalização vem redefinindo diferentes dimensões da vida social. A economia mundial hoje opera como uma unidade em tempo real, intensificando a competição comercial na prospecção e na manutenção de mercados. O capital é gerenciado por meio de fluxos financeiros entre mercados de todo o planeta. A um só tempo, o Estado-Nação convive com organismos internacionais de decisão política e econômica (notadamente o Banco Mundial (BM), o Fundo Monetário Internacional (FMI), e a Organização das Nações Unidas (ONU)) e propagam-se os blocos econômicos regionais. Informações, ideias e valores culturais circulam em tempo real em todo o Globo, gerando, paradoxalmente, a emergência de uma cultura global e de sentimentos comunitários de afirmação de identidades locais [14].

O caráter estratégico assumido pelas telecomunicações, em razão da chamada globalização, tanto gerou a necessidade do incremento dos investimentos no setor, como atraiu o interesse comercial. Tais circunstâncias vêm induzindo empresas de diferentes países da Europa, da Ásia e das Américas a reestruturarem-se. Investimentos massivos são aplicados em inovação tecnológica e em ampliação das redes. De fato, no ano de 1990, as taxas de crescimento anual do Produto Interno Bruto (PIB) e do setor de telecomunicações em todo o mundo foram, respectivamente, 2,2% e 1,8%. Mas, em 1995, enquanto o PIB mundial teve um incremento de 3,5%, a taxa de crescimento do setor de telecomunicações foi precisamente o dobro: 7% [15].

Essa expansão se reflete em novas possibilidades para o setor e para os usuários. A ligação entre telecomunicações e informática, a utilização de satélites, a substituição de centrais de comutação analógica (tecnologia eletromecânica) por centrais digitais (tecnologia microeletrônica), a utilização de fibras ópticas em lugar de cabos metálicos e a transmissão por ondas de rádio, permitem a difusão de uma série de novos serviços de transmissão de voz, dados, textos, imagens e som (multimídia). A internet é uma das expressões mais significativas das novas possibilidades do setor. Expandindo-se a taxas superiores a 100% ao ano durante toda a década de noventa, estima-se que ela tenha movimentado em transações comerciais entre 1 e 3 bilhões de dólares em 1996 [15].

Junto com as evoluções tecnológicas, as empresas vêm adotando novos conceitos organizacionais para flexibilizar o trabalho. Simultaneamente, o interesse comercial pelo setor, até então caracterizado por empresas monopolísticas (estatais ou privadas), gera pressões para

a sua privatização e liberalização. Os monopólios, sustentados até meados da década de oitenta por argumentos técnicos e econômicos, são questionados e, em muitos casos, quebrados, em face do desenvolvimento tecnológico e do interesse comercial pelo setor [16,11].

Na Europa, o modelo de Estado adotado até a década de setenta, geralmente, era o do Estado Providência, o qual atuava como provedor e modernizador da infraestrutura básica, inclusive de telecomunicações. A partir da década de oitenta, a crise fiscal dos Estados nacionais fragilizou os monopólios estatais, típicos do setor de telecomunicações.

O Governo *Thatcher*, na Inglaterra, foi o primeiro a privatizar empresas de telecomunicações no Velho Continente: a estatal *British Telecom* (BT) teve 50,2% de suas ações vendidas em 1984. A privatização completa conclui-se mais tarde, em face da forte pressão exercida pelo *Labour Party* e pelos sindicatos. Os pressupostos ideológicos, de cunho liberalizante, presentes naquele governo teriam favorecido a mudança. Além disso, atores sociais estrangeiros (empresas multinacionais norte-americanas sediadas na Inglaterra) articuladas com atores internos (grandes bancos ingleses) teriam exercido influência no sentido da reestruturação do setor [11,13]. Alemanha e França reestruturaram o setor de forma mais lenta. Na França, a nova legislação, criada na década de noventa, assegurou o caráter de empresa estatal da *France Telecom*, com privatização apenas parcial e com participação dos sindicatos na negociação de direitos trabalhistas. Na Alemanha, a reestruturação vem sendo menos radical, com forte participação e resistência dos sindicatos e dos comitês de fábrica na negociação da transformação [12,11].

Nos Estados Unidos, o setor de telecomunicações foi historicamente monopolizado pela gigante de capital privado: *American Telephone and Telegraph* (AT&T). Foi, entretanto, o primeiro país, no mundo, a liberalizar e a desregulamentar o setor, em razão de forte pressão exercida por corporações transnacionais, interessadas no rebaixamento das tarifas de longa distância. A *International Business Machines* (IBM) teria liderado o lobby pela liberalização e pela desregulamentação do mercado norte-americano [14].

Na América Latina, a reestruturação tem ocorrido em meio a fortes pressões exercidas pela demanda reprimida, pela interferência de atores sociais externos (BM, FMI, empresas de telecomunicações interessadas em expandir seus mercados) e pela insuficiência dos investimentos dos Estados no desenvolvimento do setor. A maioria das empresas eram estatais e monopólicas. A exemplo dos casos europeu e norte-americano, os sindicatos e o contexto político-ideológico nacional apresentaram papel fundamental para os desdobramentos da reestruturação.

No Chile, a inação dos sindicatos e a postura ideológica liberalizante do governo foram os fatores os fatores estimuladores da privatização já em meados da década de oitenta. No Uruguai, a forte oposição sindical mobilizou a opinião pública, revertendo a tendência governamental de privatização do setor. Na Argentina, o Estado vendeu a concessão dos serviços para empresas estrangeiras (dois consórcios: no Norte, liderado pela France Telecom, e, no Sul, liderado pela Telefónica de Espanha). A inovação tecnológica foi implementada unilateralmente, resultando em redução de pessoal e na não requalificação profissional dos trabalhadores dispensados [12,17]. No México, diferentemente, a *Telemex* passou para o controle de capital privado nacional, no ano de 1991. A liberalização dos serviços ocorreu após seis anos, com manutenção de monopólio dos serviços de longa distância. Essas características se devem, em grande parte, ao contexto político daquele país, à época, governado há décadas por partido de ideologia nacionalista, liderado pelo Presidente Salinas. Os sindicatos participaram do processo de mudança, tendo a garantia do Governo da manutenção de direitos trabalhistas e do emprego [12,18,19].

Percebe-se que, a reestruturação do setor de telecomunicações tornou-se uma imposição. Todavia, as experiências realizaram-se de formas distintas, bem como produziram diferentes marcos regulatórios para o setor, dependendo do ambiente social no qual cada caso se desdobrou. Nesse sentido, uma diferença fundamental é observada [11]: países como os Estados Unidos e a Inglaterra reestruturaram o setor a partir de pressões internas de grupos empresariais multinacionais, visando a serviços mais baratos e eficientes, e da indústria de equipamentos de telecomunicações, visando à hegemonia tecnológica norte-americana; os governos latino-americanos sofrem pressão para a privatização e para a liberalização, em face da demanda reprimida, da crise fiscal do Estado, do assédio de investidores externos e da ação do FMI e do BM [14].

2.1.1 COMPOSIÇÃO DO SETOR NO BRASIL

Em termos gerais, o setor é composto por cinco principais *players*, que são completamente inter-relacionados: fornecedores de equipamentos telefônicos (para redes de telefonia ou usuários finais), de equipamentos para transmissão de dados, para componentes de infraestrutura (antenas, cabos, fios, etc.) e outros; operadores de rede (telefonia) ou de serviços (internet, *paging e trunking*, TV, etc.); governo e órgãos reguladores; usuários, que não são passivos, ao contrário, influenciam na dinâmica do setor, se dividem em clientes corporativos ou físicos; universidades e centros de pesquisa. Nesse modelo, por não estarem diretamente

ligados à operação de “telecom” (cadeia produtiva), alguns agentes importantes que atuam no setor não estão explicitamente listados, como os prestadores de serviços para instalação da rede pública, no entanto, no modelo proposto para a cadeia produtiva do setor, outros agentes relevantes são considerados [20].

Há uma integração bastante grande entre esses agentes, que acontece em maior ou menor escala, mas todos eles se relacionam uns com os outros. Por exemplo, os órgãos reguladores governamentais, como a Anatel no Brasil, estabelecem padrões para as operadoras de rede, mas isso interfere diretamente nos produtos fabricados pelos fornecedores. Muitas vezes esses padrões são criados em conjunto com universidades e centros de pesquisa e, evidentemente, visam melhorias nos serviços para os usuários [20].

Como foi dito, o papel fundamental da Anatel é de regulamentação, outorga e fiscalização de serviços de telecomunicações no país. Dentre suas atribuições, destacam-se as seguintes:

- Implementar a política nacional de telecomunicações.
- Propor a instituição ou eliminação da prestação de modalidade de serviço no regime público.
- Propor o Plano Geral de Outorgas.
- Propor o plano geral de metas para universalização dos serviços de telecomunicações.
- Administrar o espectro de radiofrequências e o uso de órbitas.
- Compor administrativamente conflitos de interesses entre prestadoras de serviços de telecomunicações.
- Atuar na defesa e proteção dos direitos dos usuários.
- Atuar no controle, prevenção e repressão das infrações de ordem econômica, no âmbito das telecomunicações, ressalvadas as competências legais do CADE.
- Estabelecer restrições, limites ou condições a grupos empresariais para obtenção e transferência de concessões, permissões e autorizações, de forma a garantir a competição e impedir a concentração econômica no mercado.
- Estabelecer a estrutura tarifária de cada modalidade de serviços prestados em regime público.
- Expedir regras quanto à outorga e extinção de direitos de exploração de serviços no regime público, inclusive as relativas à licitação, observada a política nacional de telecomunicações.

Vale destacar que as ações nas definições regulatórias do órgão governamental, a Anatel no Brasil, são fundamentais para a dinâmica da cadeia produtiva do setor, influenciando, inclusive, na determinação da estrutura da cadeia – e conseqüentemente das empresas que irão atuar - em função da tecnologia adotada para o país. Isso pode ser comprovado através das mudanças recentes na telefonia móvel celular, ocorridas nos últimos anos no Brasil em virtude das diferentes tecnologias adotadas (*Code Division Multiple Access (CDMA)*, *Time Division Multiple Access (TDMA)* e *Group Special Mobile (GSM)*), conforme será discutido nas próximas seções [20]

2.1.2 FORNECEDORES DE EQUIPAMENTOS

A indústria de tele equipamentos no Brasil praticamente inexistia até os anos 50. Os equipamentos de telecomunicações disponíveis no País eram importados e comercializado pelos escritórios dos principais fabricantes internacionais aqui instalados, em especial *Ericsson* e *Siemens* [20].

Com a política de substituições de importações implementada no segundo governo Vargas (1951-1954), as empresas estrangeiras passaram a sofrer pressões para iniciar a fabricação local dos equipamentos. No entanto as operações que se desenvolveram nessa época, foram basicamente, as de montagem de produtos desenvolvidos no exterior, a partir de componentes, em grande parte, ainda importados. Geralmente cabia à indústria no Brasil, as partes dos produtos com menos tecnologia agregada.

Com a aprovação do Código Brasileiro de Telecomunicações do início da década de 60, essa situação passou a mudar. Seu principal pilar era a unificação técnica da rede que, devido à heterogeneidade dos equipamentos, resultado do regime de concessões, prejudicava a interligação das diversas regiões do País [20].

Demonstrando a preocupação com a origem do capital que pudesse dominar a indústria local de tele equipamentos, o Código estabeleceu que, para a operadora pública responsável pelas ligações internacionais, seria dada preferência a empresas brasileiras e/ou as que apresentassem maior índice de nacionalização. Essa estratégia, no entanto, não foi suficiente para estimular a entrada de capital privado nacional nessa indústria, dado que o regime de concessão para os serviços municipais e estaduais ainda vigorava [20].

Pode-se dizer que o governo praticou um tipo de política industrial alicerçada principalmente no seu poder de compra e que visou, basicamente, a consolidação no país de

uma indústria produtora de equipamentos. Tal indústria revelou-se, ao fim do processo, constituída majoritariamente por empresas multinacionais, com participação menor de empresas de capital nacional, apesar da reserva de mercado aplicada ao setor, que na prática não permitia a compra de equipamentos de empresas que tivessem controle externo de seu capital [21].

As escalas quase sempre expressivas das encomendas, aliadas à relativa homogeneidade tecnológica (plantas telefônicas compatíveis ou idênticas em estados ou regiões) e à exigência de cumprimento de elevados índices de nacionalização, levaram à fixação no país de plantas industriais, o que ajudou em conjunto com a exigência do controle de capital por parte de nacionais, a desencorajar novos entrantes. Pode-se, pois, afirmar que se consolidou no Brasil uma indústria oligopolizada, com condições de pleno atendimento à demanda interna e que efetivamente nacionalizou boa parte de sua produção e desenvolveu expressivos recursos humanos [20].

Atualmente, o setor de equipamentos de telecomunicações no Brasil caracteriza-se como uma indústria com alto índice de concentração de fabricantes internacionais de equipamentos, enquanto a parcela do capital nacional no setor sempre foi pouco expressiva diante do porte da indústria internacional instalada no país. A presença de empresas locais, no modelo anterior, deveu-se em grande parte, à política de compras da TELEBRAS (Telecomunicações Brasileiras S.A), durante o período de 1972 a 1998, e à capacitação tecnológica desenvolvida pelo Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPqD), necessária para entrar num mercado de alta tecnologia. Do contrário, não seria possível a criação de uma indústria local num setor caracterizado por investimentos significativos em pesquisa e desenvolvimento, altamente concentrado em um baixo número de empresas mundiais [21].

A indústria de equipamentos de telecomunicações no Brasil sempre esteve voltada para o atendimento do mercado interno. Apesar de o Brasil ser o único país na América Latina a desenvolver uma indústria local de equipamentos, iniciativas de exportação de tecnologia nacional para países da América Latina durante o modelo anterior, nunca foi objetivo da política de desenvolvimento tecnológico do setor. Mesmo as filiais de multinacionais instaladas no país não foram utilizadas como plataforma de exportação para a América Latina. De acordo com a política industrial e tecnológica da TELEBRAS, o que se buscava para o país era o desenvolvimento de uma capacidade produtiva local para o atendimento exclusivamente da demanda interna e sob regras e decisões do mercado consumidor quanto ao tipo de tecnologia que as matrizes de filiais deveriam transferir para o Brasil [20].

A representatividade das empresas locais no setor sempre foi minoritária. Essas começaram a surgir após alguns anos de implementação de programas de desenvolvimento de produtos pela TELEBRAS, já na década de 80, com destaque para as centrais Trópico, cartão indutivo e fibras óticas. Como resultado desses programas e com a reserva de mercado garantida pela política de compras da TELEBRAS, foram surgindo algumas empresas locais, como Promon, Xtal, Daruma, Icatel, Autel/Autelcom, além de outras empresas atuantes em seguimentos muito específicos como a Digitel, Parks, AsGa e Elebra, no segmento de modems, e Indústria de Telecomunicação Eletrônica Brasileira (INTELBRAS) em terminais telefônicos. Ainda surgiram, a partir de desenvolvimento de tecnologia própria ou de parceiros estrangeiros, as empresas *Batik*, *Zetax* e *Splice* [20].

A presença da indústria local sempre esteve restrita a nichos específicos deste mercado, com exceção das centrais de comutação Trópico que “competiam” no principal segmento do setor, centrais de comutação. No segmento de comutação de menor porte tem-se as locais Monytel e INTELBRAS, pois *Batik* e *Zetax* foram compradas pela Lucent Technologies, em 1999. Em transmissão tem-se Splice e Autel e em outros nichos tem-se Daruma, Icatel, Digitel, Parks e AsGa [20].

Mundialmente, a indústria de equipamentos para o setor de telecomunicações é dominada por poucas e grandes empresas transnacionais. Elas atuam com os principais nichos de produtos tanto na telefonia fixa quanto no móvel. Atualmente, pode-se dizer que todos os grandes fabricantes mundiais de equipamentos estão presentes no mercado brasileiro: *Ericsson*, *NEC*, *Siemens*, *Nortel*, *Alcatel*, *Motorola*, *Lucent*, *Nokia*, *Fujitsu*. Uma importante empresa nacional atuando como concorrente dessas gigantes no segmento de telefonia é a Trópico S.A.

2.2 RÁDIO ENLACE

O rádio enlace permite a comunicação entre duas pontas, levando a informação de uma estação (site) até a outra ponta sendo uma estação da operadora ou um cliente a ser atendido. A capacidade transmitida em um enlace de rádio pode ter vindo por uma fibra óptica ou até mesmo por outro enlace de rádio. O sistema de rádio enlace normalmente vem sendo utilizado em conjunto com a fibra óptica, porém com desvantagens relacionadas à capacidade de transmissão.

Os enlaces de rádio apresentam vantagens em relação à fibra óptica pela rapidez de implementação, custo reduzido e principalmente por atingir áreas onde a implantação da fibra

óptica é dificultada, que são áreas rurais e locais inacessíveis, juntamente com regiões altamente povoadas.

O rádio enlace define que a forma de interligação dos pontos de transmissão e recepção pode ser feita a fim de garantir que o sinal gerado em sua origem chegue a seu destino inteligível, dentro de uma faixa de erro aceitável [22].

Nesse caso, são levados em consideração alguns fatores:

- Intensidade do sinal recebido deve ter potência suficiente para se sobrepor ao sinal do ruído recebido;
- A intensidade do sinal deve ser propagada sem distorção excessiva, sendo assim, a onda deve ser transmitida em uma faixa de frequência com atenuação e velocidade de propagação constante.

Para boa performance do rádio enlace as condições acima devem ser seguidas e permanecer constantes na maior parte do tempo. Em um projeto de rádio define-se que ele pode ser do tipo: otimizado, superdimensionado ou então subdimensionado [23].

Considera-se um enlace dimensionado quando este é elaborado sob medida, atendendo a critérios estabelecidos pelo contratante para atender uma finalidade específica, ou seja, esse projeto só será bem executado se for feita na situação em que foi planejado, sem levar em conta expansões futuras ou qualquer outra alteração do sistema que não esteja nos parâmetros especificados no projeto original [23].

No entanto, é necessária a realização de alguns cálculos que levam em consideração certos parâmetros que dependem do grau de precisão exigido pelo sistema, como é o caso dos parâmetros climáticos e topográficos de propagação que são empregados nos cálculos de desempenho, caso não encontrados para determinada região do país são utilizados os valores estatísticos dado pelo *International Telecommunication Union Communications* (ITU-R) [23].

Um sistema será considerado superdimensionado quando o dimensionamento dos parâmetros e componentes dos sistemas estiver valorizado acima do necessário, geralmente isso ocorre para que o rádio possa sofrer futuras ampliações. Os fatores impactantes para esse tipo de sistema são os problemas técnicos que surgem e o desperdício financeiro, pois temos o superdimensionamento nas alturas das torres, além da perda do nível de reflexão e possível desvanecimento pelo aumento da metragem do cabo coaxial utilizado.

Um sistema é dito subdimensionado quando a valorização deste é inferior ao mínimo aceitável, o que causa o mal funcionamento do enlace aumentando a taxa de erros de *bite* causando a degradação rápida do *link* [23].

Para se ter uma boa performance em um rádio enlace, deve-se considerar os aspectos apresentados, bem como a análise sistêmica dele, garantindo um funcionamento dentro do planejado.

Atualmente as principais aplicações, de acordo com Waldman [24], para os rádios enlaces em conjunto com outros meios de acesso são:

- Redes de transporte de operadoras de telefonia regionais e de longa distância são utilizadas para os chamados *backbones* – que são redes principais, para os entroncamentos secundários, de longa distância ou para redes metropolitanas;
- Redes Corporativas – para a interligação de suas unidades com a unidade central, localizadas em metrópoles, outras cidades ou estados;
- Rede de transporte das operadoras de sistemas celulares fixos ou móveis – utilizado para a conexão entre as Estações Rádio Bases (ERB) e a Central de Comutação e Controle (CCC) – chamados de *backhauls* – e entre as CCCs e as operadoras das redes fixas, principalmente nas regiões metropolitanas;
- Rede de distribuição de sinais de televisão – as operadoras de televisão regionais distribuem seus sinais, desde as centrais de geração até os pontos de difusão ou as unidades móveis de reportagem, para transmissões ao vivo, realizando *links* temporários;
- Rede privada das operadoras de sistemas de utilidade pública – utilizada para prover a comunicação de sinais de voz ou de dados de comando entre as subestações;
- Rede de distribuição dos provedores Internet – para interligar seus assinantes de forma rápida e personalizada, ou para efetuar a conexão de seus equipamentos centrais com seus provedores.

2.3 REDE DE ACESSO POR FIBRA ÓPTICA

Desde a década de 90 se tem colocado uma grande expectativa em soluções de rede baseadas em fibra óptica na rede de acesso, como sendo capazes de resolver definitivamente o problema de fazer chegar à casa de cada cliente um acesso de banda larga que permita acesso aos serviços de voz, vídeo e dados com um nível de QoS adequado [8].

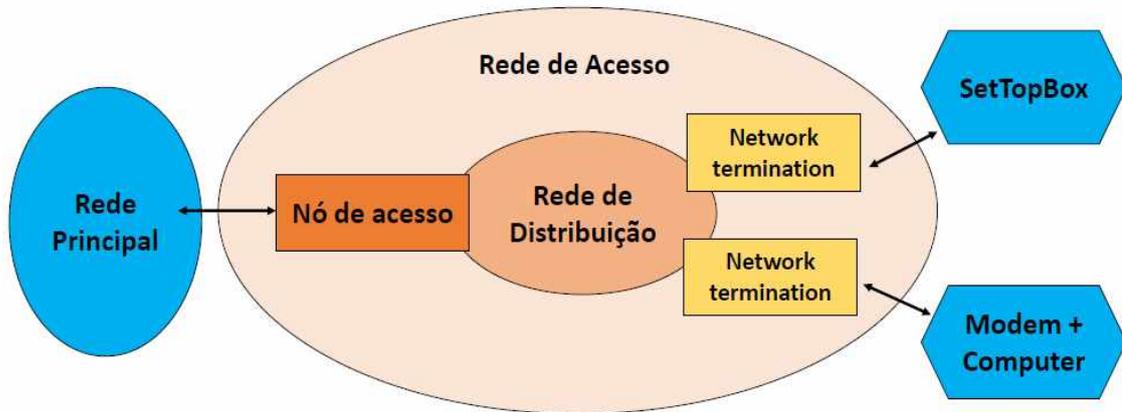
FTTx (*Fiber to the x*) é um termo geral para arquiteturas de redes de telecomunicações que utilizam fibra óptica. Dependendo do ponto de terminação da fibra óptica, estas arquiteturas têm várias designações e serão exploradas a seguir.

arquiteturas são para áreas de pequena dimensão (com um raio de aproximadamente 1500 m), com baixa densidade populacional e a clientes que pretendam internet de alta velocidade.

- ***Fiber to the curb*** (FTTC) estabelece uma arquitetura onde os cabos de fibra óptica chegam até a um armário de rua, servindo uma área bastante reduzida (com cerca de 300 m de raio) e com baixa densidade populacional. Os utilizadores ligam-se a este armário através da infraestrutura em cobre existente ou por intermédio de cabo coaxial. Esta arquitetura não se assemelha às outras pelo alcance da fibra, uma vez que permite que o armário de rua esteja já bastante próximo da residência do cliente, ao passo que nas arquiteturas FTTN ou FTTCab encontra-se bastante afastado da residência do cliente.
- ***Fiber to the building*** (FTTB) refere-se a uma arquitetura onde a fibra óptica chega até à entrada de um edifício, não diretamente à casa do utilizador final. A ligação final ao cliente é feita através de outro meio de transmissão diferente da fibra óptica, podendo ser utilizado cobre ou cabo coaxial.
- ***Fiber to the home*** (FTTH) designa uma arquitetura onde a fibra óptica chega diretamente ao cliente final, permitindo a colocação de uma fibra dedicada até ao utilizador final. Esta arquitetura necessita de um investimento consideravelmente mais elevado do que as arquiteturas citadas anteriormente, em especial a FTTN e a FTTCab, uma vez que não se serve da infraestrutura existente em nenhum ponto do seu trajeto até casa do utilizador final, podendo, no entanto, reaproveitar a rede de condutas existente.

A rede de acesso é a parte da rede de comunicação que conecta o usuário final a um ponto de terminação na planta ligado ao nó de acesso. A rede de acesso é definida de forma a fornecer ao usuário as diferentes aplicações que ele deseja e que seja economicamente viável para a operadora de telecomunicações. O investimento principal das telecomunicações é feito na rede de acesso e pode até mesmo exceder 50% do capital total investido em determinada área. Os elementos da rede de acesso são mostrados na figura 3 [25].

Figura 3 - Elementos da rede de acesso.



Fonte: O autor.

O Nó de Acesso é o ponto de conexão à rede principal. Suas funções principais são de conversão de velocidade de transmissão e conversão de protocolo [25].

A rede de distribuição possui tipos diferenciados como: wireless, fibra óptica, cabo de par trançado, cabo coaxial ou até mesmo a combinação desses. Além disso, possui diferentes topologias, como em estrela e barramento [25].

A *network termination* é o ponto de demarcação entre o domínio público e o privado e pode ser passivo, apresentando somente a função de conexão, ou ativo, apresentando as funções de conversão de sinais e conversão de protocolos [25].

Nunca na história uma rede de acesso foi tão importante a ponto de fazer com que os fornecedores procurassem novas maneiras para entregar serviços de banda larga a seus usuários finais. Serviços esses que geram novos rendimentos ajudam-lhes a reter e a atrair novos clientes além de aumentar os lucros. A fibra é vista como a melhor alternativa, em longo prazo, de acesso às tecnologias *broadband*, é uma tecnologia que permite não somente que se gere novos serviços, mas também permite que se obtenha significantes e duradouras reduções em despesas de operação, além de se deslocar as despesas de tecnologias mais velhas para tecnologias que, apesar de serem mais novas, são mais baratas [25].

O maior fator de excitação em torno da rede de acesso por fibra é o que se chama de *Triple Play*, a oportunidade de oferecer de uma só vez aos clientes finais serviços de alta velocidade de dados, de voz e de vídeo. O mercado para o Triple Play é grande e crescente, e inclui não só residências como também negócios em prédios comerciais. Tendo o Triple Play como principal objetivo, os fornecedores estão explorando a melhor maneira de mover a fibra cada vez mais para perto do usuário. Todos veem o Triple Play como um serviço forte e competitivo de se oferecer, agora e no futuro. Vislumbra-se a fibra como a maneira de levar ao

usuário não só o Triple Play, mas também outros serviços novos tais, como o ensino à distância, jogos interativos e telemedicina [25].

A penetração da fibra está fortemente correlacionada ao *throughput* da largura de banda de cada arquitetura definida e, conseqüentemente, à potencialidade do serviço para o operador. As exigências da largura de banda de cada usuário diferem, mas todas estão crescendo. O operador deve levar isso em conta quando decide qual arquitetura deve ser utilizada para cada cliente.

A penetração da fibra é também um indicador de CAPEX (despesas em investimento) e de OPEX (despesas de operação esperadas). Arquiteturas com alto grau de riqueza de fibra resultará em um CAPEX mais elevado, mas está praticamente igual ao custo com todas as novas configurações de arquitetura. A alta riqueza de fibra entregará a quantidade máxima de economias de OPEX comparável. As redes FTTH permitem que sejam feitas economias já que ocorrem reduções no custo da rede, da sede e das operações de planta externa, assim como o serviço de cliente. A confiabilidade da rede aumenta dramaticamente também, com FTTH assegurando um fluxo constante do rendimento e de satisfação do cliente [7].

Os padrões de transmissão utilizados em redes FTTH são baseados no ATM e nas tecnologias da Ethernet. Os provedores são extremamente familiarizados com ambas as tecnologias, que suportam uma ampla variedade de serviços. Hoje, a maioria das redes PTP usa a tecnologia da Ethernet e são governadas pelo IEEE 803.2ah. As redes de PTP são simplesmente uma extensão Ethernet usada em espaços metropolitanos e empresariais e estendida na rede de acesso. As taxas de transmissão são limitadas somente ao tipo do transmissor no CO/HE e na residência [7].

Então, resumindo, FTTH leva a fibra diretamente nas moradias residenciais individuais. Está completamente livre do cobre na planta exterior e fornece tipicamente um serviço que vai de 30 Mbps até 100 Mbps, mas, por causa das características inerentes da fibra óptica, pode fornecer literalmente uma largura de banda infinita [25].

2.4 LTE

Com a invenção dos microprocessadores e a concepção da comunicação celular nas décadas de 70 e 80, a primeira geração das comunicações móveis nascia. Esses sistemas eram essencialmente analógicos, utilizavam o FDMA para se comunicar e foram projetados para trafegar somente voz. Devido à necessidade de padronização para o sistema celular Europeu e à crescente demanda pelo serviço móvel, foi necessário dar início ao desenvolvimento de

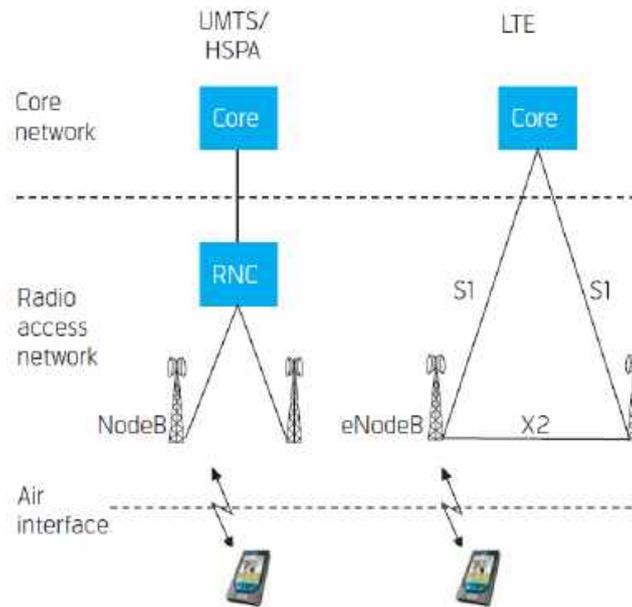
sistemas digitais. Os sistemas de 2ª geração começaram a ser efetivamente utilizados no início de 1990 e foram impulsionados pelo avanço da tecnologia dos circuitos integrados que permitiram a efetiva utilização da transmissão digital.

O início dos estudos sobre os sistemas de terceira geração foi marcado por uma indecisão mantida por duas correntes: uma defendia a criação de um único padrão mundial, enquanto a outra defendia a evolução das redes e sistemas atuais de forma a atender aos requisitos definidos a partir da visão 3G. Apesar de ambas as alternativas possibilitarem a economia de escala de fabricação para os componentes do sistema, a segunda teve maior força, pois também permitia que os maciços investimentos já realizados pelas operadoras na implantação das redes e pelos fabricantes em processo de fabricação e etapas de desenvolvimento de produtos em todo o mundo fossem de certa forma protegidos.

Os meios de comunicação noticiam a chegada da quarta geração (4G) de telefonia móvel no Brasil. Porém o que temos implementado de fato é o *release 8* da tecnologia *Long Term Evolution* (LTE). Embora seja extremamente eficiente e permita maiores taxas de transmissão de dados, comparados com as taxas de transmissão de dados da terceira geração (3G) de telefonia móvel, o LTE *release 8*, não atinge os valores de 1Gbits/s, adotado como evolução necessária para o padrão 4G.

Com a concepção de cada vez mais aplicações móveis, tais como jogos *Online*, *Mobile Tv* e *Web 2.0*, surge a necessidade da tecnologia LTE, também conhecida como *Evolved UMTS Terrestrial Radio Network (E-UTRAN)*. A taxa de débito de cada cliente final, a capacidade de cada sector, a mobilidade de cada utilizador aumenta substancialmente e a latência fica reduzida. Com a emergência do protocolo IP como protocolo de eleição para transportar todos os tipos de tráfego, está previsto que o LTE suporte tráfego IP com QoS de ponto-a-ponto, sendo que também o tráfego de voz será suportado predominantemente com voz sobre IP (*VoIP: Voice Over IP*) permitindo assim uma melhor relação com outros serviços multimídia. Almeja-se que esta tecnologia alcance os débitos partilhados na ordem dos 100Mbit/s no sentido ascendente e 50Mbit/s no sentido descendente, valores máximos para condições óptimas que dificilmente conseguem ser atingidas nas redes comerciais atuais [9].

Figura 4- Arquiteturas HSPA e LTE.



Fonte: Duarte et al. (2011).

Na Figura 3 está representada uma arquitetura de rede LTE que, comparativamente com a rede UMTS/HSPA (*High Speed Packet Access*) que a originou, foi simplificada: RNC deixam de ser necessários e surgem ligações entre *eNodeB* vizinhos que permitem a função de *handover*. Esta função permite que dois *eNodeB* possam decidir quando comutar um cliente entre eles, no caso de um cliente se encontrar em deslocamento e sair do alcance da célula que o serve poder ser servido por outra. A rede nuclear, apenas recebe uma mensagem a informar que o cliente mudou de *eNodeB*, de modo a poder reencaminhar o tráfego deste para o novo destino, sendo que os pacotes que já tiverem sido enviados para o *eNodeB* anterior são reencaminhados pela interface que os une (não existindo assim um *overload* do *Packet Core*). As ligações entre os *eNodeB* e a rede nuclear, onde se encontra o *Packet Core*, são realizadas através de interfaces baseadas no protocolo IP [10].

Essa tecnologia, normalizada pela versão 8 do 3GPP, veio trazer melhorias, entre as quais:

- Grande eficiência spectral;
- Latência muito baixa;
- Suportar várias larguras de banda;
- Arquitectura composta por protocolos simples;
- Compatibilidade e capacidade de funcionar conjuntamente com versões anteriores de 3GPP;

- FDD (Frequency-Division Duplexing) e TDD (Time-Division Duplexing) com uma única tecnologia de acesso por rádio;
- Eficiência de transmissão direta e multiplexada (através de OFDM);
- Suporte de operações SON.
- Velocidades de transmissão superiores alinhadas a uma qualidade de serviço desenvolvida;
- Otimização do sistema relacionada a comutação de pacotes (suporte de tráfego IP);
- Investimento inicial reduzido, uma vez que a implementação da tecnologia é incremental, implicando também uma redução nos custos operacionais;
- Arquitetura de rede de menor complexidade.

É discutido no domínio da prática como seria possível aumentar a taxa de dados em 10 vezes como demanda requisito do padrão 4G. Usar modulações de maior ordem causaria alta sensibilidade ao ruído e necessitaria de alta relação sinal ruído para ser possível. Assim as células seriam bem pequenas e a qualidade do serviço seria muito diferente, dependendo da instalação, além de se aumentar o custo da rede [26].

Aumentar a largura de banda do sistema é possível, mas não há espaço no espectro comercial para sistemas de 100 MHz contíguos por exemplo. O uso de altas frequências prejudica a eficiência em relação à potência de transmissão necessária, e baixas frequências estão ocupadas por sistemas como TV analógica e digital [27]. É discutido o uso combinado de espectro entre TV digital e LTE [28].

O sistema então poderia usar agregação de portadoras para bandas de todas as larguras, contíguas ou não, numa mesma banda ou não. Isso significa que um sistema funcionando a 2,6 GHz de 20 MHz poderia ser utilizado concomitante a outro de 10 MHz na banda de 700 MHz, aumentando a banda total para 30 MHz. Até cinco bandas diferentes poderão ser agregadas segundo o documento oficial do 3GPP para o LTE *Advanced*, ou *release 10* [29].

Essa tecnologia é muito interessante tendo em vista as alocações complexas de espectro no Brasil por exemplo. Considerando que a TV analógica será desligada aos poucos [30], o LTE poderia substituir esses espaços quando livres e aumentar sua capacidade. Assim pode-se imaginar um sistema com cinco portadoras diferentes agregadas com 20 MHz de banda, resultando em um sistema de 100 MHz de banda usada contígua [31].

Paralelamente o uso de sistemas de múltiplas antenas seria necessário para chegar ao 1Gbits/s. Dobrando o número para 4x4 antenas ou até elevando a 8x8. Aumentar o número de antenas é uma solução limitada, visto o tamanho dos dispositivos ser reduzido. Manter a “descorrelação” é mais difícil quando as antenas estão próximas [32].

Outra tecnologia com impacto na qualidade da rede e que usam múltiplas antenas é a formação de feixe. Com essa tecnologia a rede de antenas é capaz de focalizar seu feixe sobre uma certa área, aumentando assim a relação sinal ruído naquele setor, apenas com ajustes de fase nas entradas de cada antena [26].

2.5 PANORAMA BRASILEIRO DE TELECOMUNICAÇÕES

Os serviços de telecomunicações no Brasil só podem ser realizados respeitando-se as leis, por meio de permissão, concessão ou autorização [34]. A responsável pela regulamentação, implementação e a execução do setor é a Anatel, pautada pela Lei Geral de Telecomunicações (LGT), Lei nº 9.472, de 1997, que determina todas as suas competências, sendo conduzida por políticas definidas pelo Ministério das Comunicações [35].

A Lei Geral de Telecomunicações tinha a intenção de promover a competição livre, ampla e justa através da privatização dos monopólios estatais, a Telecomunicações Brasileiras S/A (Telebrás), concretizada pelo Decreto 2.546, de 14 de abril de 1998. A privatização trouxe investimentos, novas tecnologias e competição entre as prestadoras. A Telefonia Móvel (TM) acabou se popularizando e a outorga de concessão do Serviço Telefônico Fixo Comutado (STFC), realizado em regime público, universalizou a telefonia fixa devido ao Plano Geral de Metas de Universalização (PGMU). Diante das demandas que o Estado não conseguia atender, surgiram novos serviços e oportunidade, entre elas a de Banda Larga (BL), modificando as exigências do mercado atual [34].

2.5.1 CENÁRIO BRASILEIRO DE TELECOMUNICAÇÕES

Em dezembro de 2018, com o surgimento das Políticas Públicas de Telecomunicações, Decreto nº 9.612, mirou-se nas novas demandas que o mercado necessitava, com enfoque no desenvolvimento tecnológico, na inclusão digital e na implantação das cidades inteligentes (CI). Em relação à banda larga e à telefonia móvel, objetivava a expansão do acesso, com velocidade e qualidade satisfatórias, incluindo as áreas urbanas desatendidas, rurais e remotas [37] [38].

A aprovação do Projeto de Lei da Câmara 79/2016 fez a Lei nº 13.879, de 3 de outubro de 2019, entrar em vigor para alterar a Lei Geral de Telecomunicações, pois o antigo arcabouço legal ainda era alinhado ao Serviço Telefônico Fixo Comutado [39] [40]. Com esta modificação, as concessionárias têm a opção de converter a outorga de concessão, com validade

até 2025, para aprovação. Ao optar pela conversão, não haverá necessidade de devolver os bens reversíveis à União, porém existindo a obrigação de se investir em banda larga, devido ao valor agregado desses bens e das suas obrigações passadas com a telefonia fixa [41]. Elimina-se o ônus (político, financeiro e jurídico) do Serviço Telefônico Fixo Comutado e amplia-se o acesso à banda larga, atraindo novos investimentos pela remoção dos obstáculos regulamentares e legais antiquados [42] [43].

Em relação aos fundos do setor, principalmente ao Fundo de Universalização dos Serviços de Telecomunicações (Fust), criado com uma contribuição mensal das prestadoras, foca-se na aplicação dos recursos para a ampliação da infraestrutura de banda larga de alta velocidade em áreas não atendidas, porque a lei vigente só autoriza a utilização do Fust para o STFC [44] [45]. Com o intuito de identificar as deficiências e demandas estruturais nas redes de transporte e de acesso no país, a Anatel montou o Plano Estrutural de Redes de Telecomunicações (PERT) [46] [47].

No término de 2019, a ANATEL publicou o Regulamento de Qualidade dos Serviços de Telecomunicações (RQAL), Resolução nº 717, de 23 de dezembro de 2019. O novo padrão é mais adequado à realidade das atuais tecnologias, com o enfoque em um processo mais rigoroso na questão da qualidade experimentada pelos usuários, utilizando indicadores técnicos e de avaliação do relacionamento entre clientes e empresas. O não cumprimento das metas de qualidade acarreta sanções impostas às prestadoras de serviço. Para facilitar na escolha dos serviços, os dados das operadoras estão disponíveis no site da agência. Com a não vigência completa do RQAL, os regulamentos anteriores ainda são aplicados [48] [49].

2.5.2 SERVIÇO DE COMUNICAÇÃO MULTIMÍDIA

A regulação do serviço de BL fixa é disposto pela Anatel através do Regulamento do SCM, Resolução nº 614, de 28 de maio de 2013 [8]. O Ministério das Comunicações em conjunto com a Anatel busca novos planos para difundir a BL fixa, já que é um serviço realizado em regime privado.

O plano de Políticas Públicas de Telecomunicações substituiu o Plano Nacional de Banda Larga (PNBL) e o programa Brasil Inteligente. Em 2010 com enfoque especialmente nas regiões menos desenvolvidas, buscava difundir o acesso à BL, porém, em meados de 2016, surgiu o programa Brasil Inteligente, com um novo PNBL, no entanto ambos não obtiveram sucesso, apesar da contribuição em muitas residências do país [50]. Em 2010 junto com o MCom foi restaurado a Telebrás, para administrar o PNBL, mas segue com o papel de fornecer

conexão para todo o território brasileiro através de sua rede óptica e pelo Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC), lançado em 2017 [51] [52].

A inclusão digital também é incentivada pelo programa Governo Eletrônico – Serviço de Atendimento ao Cidadão (GESAC), responsável por oferecer, gratuitamente, serviços de BL pelo SGDC ou via terrestre às comunidades de vulnerabilidade social e às instituições públicas em áreas remotas [53].

Em 2008, o Programa Banda Larga nas Escolas (PBLE) determinou que as concessionárias do STFC conectassem todas as escolas públicas urbanas à Internet através de BL com velocidade mínima de 2 Mbps, gratuitamente, até 2025, para que possam ter autorização para a exploração do SCM [54].

2.5.3 SERVIÇO MÓVEL PESSOAL

A regulação do serviço de TM é definido pelo Regulamento do Serviço Móvel Pessoal (SMP), através da Resolução nº 477, de 7 de agosto de 2007 [56]. O SCM, assim como o SMP, também se beneficiará com as iniciativas descritas na seção 2.5, devido a melhoria e expansão da cobertura para acesso às redes de celular [45]. Mesmo que o SMP seja realizado em regime privado, a Anatel determina obrigações de cobertura, pois são exigidos compromissos nos leilões de faixas de frequência, independente da tecnologia ser 2G, 3G ou 4G, necessitando de uma meta mínima de 80% de cobertura da área urbana da sede municipal[52].

A PMGU universalizou a telefonia fixa, porém a demanda hoje é pela BL [57]. Com o Decreto nº 9.619, de 20 de dezembro de 2018, aprovou-se o quarto PGMU. A principal novidade é a diminuição das metas referentes aos Telefones de Uso Público (TUP), popularmente conhecidos como orelhões, assim, “o saldo resultante será utilizado para promover a implantação de ERBs, com tecnologia 4G ou superior, com suporte para conexão em BL em localidades ainda sem atendimento 4G” [53].

A Lei nº 13.116, de 20 de abril de 2015, chamada de Lei das Antenas, trouxe progresso às normas gerais para implantação e compartilhamento da infraestrutura de telecomunicações, visto que aumentando-se o número de ERBs, ou antenas, obtém-se um melhor sinal das redes de TM, considerando que a tecnologia 4G e, principalmente, a futura 5G, necessitam de muitas antenas para terem qualidade na cobertura [54] [55]. Apesar disso, existem problemas burocráticos e legislativos para desenvolvimento das medidas [55].

2.5.4 REGULAMENTO DA QUALIDADE DOS SERVIÇOS DE TELECOMUNICAÇÕES – RQUAL

A Resolução nº 717, de 23 de dezembro de 2019 – ANATEL, traz conceitos importantes sobre suporte e qualidade do sinal dos serviços prestados, referentes a entidade de suporte e a aferição da qualidade (ESAQ).

Art. 16. Será constituída, no prazo de até 45 (quarenta e cinco) dias corridos, a partir da publicação deste Regulamento no Diário Oficial da União a Entidade de Suporte à Aferição da Qualidade (ESAQ) [61].

§ 1º Se houver entidade constituída, esta poderá ser mantida, caso o GTQUAL entenda que se mostra aderente ao disposto no presente Regulamento [61].

§ 2º As prestadoras abrangidas por este Regulamento deverão, conjuntamente, arcar com os custos para a execução das obrigações relativas à aferição da qualidade a elas atribuídas inclusive os custos relativos à instalação e funcionamento da ESAQ, conforme designado no GTQUAL, observando o que dispõe o § 2º do art. 3º [61].

§ 3º A cada 2 (anos) anos a Anatel avaliará a adequação das atividades da ESAQ aos objetivos deste Regulamento, podendo, justificadamente, estabelecer a constituição de nova Entidade[61].

Art. 17. A ESAQ deve atender aos seguintes requisitos:

I - Ser pessoa jurídica dotada de independência administrativa, autonomia financeira, patrimonial e impessoalidade decisória [61];

II - Ser constituída segundo as leis brasileiras [61];

III - ter prazo de duração indeterminado [61];

IV - Deter capacidade técnica para executar o dimensionamento, contratação, especificação, planejamento, administração e atualização dos equipamentos, sistemas e soluções necessários ao desempenho de suas atribuições [61].

Art. 18. O ato constitutivo da ESAQ deve conter, no mínimo:

I - Garantias de impessoalidade, isonomia e integridade na execução de suas atividades [61];

II - As condições para a manutenção da ESAQ, incluindo orçamento, forma de custeio, governança e forma de resolução de conflitos [61];

III - a previsão de rateio dos custos entre os membros [61];

IV - Os procedimentos e características do relacionamento entre a ESAQ e a Anatel, incluindo o fornecimento de informações à Agência, relativamente às suas atividades, sempre que solicitada [61];

V - Dispositivos que permitam à Anatel realizar, a qualquer tempo, auditorias e intervenção sobre suas atividades no sentido de garantir a continuidade, a isonomia e a adequação em relação às denticões regulamentares e do Manual Operacional [61];

VI - A previsão de amplo acesso da Anatel às soluções de tecnologia da informação, com perfil previamente disponibilizado [61].

Art. 19. A ESAQ terá, dentre outras, as seguintes atribuições:

I - Executar o processo de aferição da Qualidade na forma definida neste Regulamento, no Manual Operacional e no documento que estabelecerá os valores de referência [61];

II - receber os dados e executar todos os procedimentos necessários à consolidação do Índice de Qualidade do Serviço (IQS), do Índice de Reclamações do Usuário (IR), do Índice de Qualidade Percebida (IQP), na forma definida no Regulamento das Condições de Aferição do Grau de Satisfação e da Qualidade Percebida junto aos Usuários de Serviços de Telecomunicações e respectivo Manual de Aplicação, bem como neste Regulamento, no Manual Operacional e no documento que estabelecerá os valores de referência [61];

III - consolidar os resultados para a atribuição do selo de qualidade, considerando os métodos a serem determinados no documento que estabelecerá os valores de referência [61];

IV - Disponibilizar à Anatel e publicar os dados e resultados obtidos para os indicadores, índices e selo de qualidade, na forma estabelecida neste Regulamento, no Manual Operacional e no documento que estabelecerá os valores de referência [61];

V - Indicar representantes para participação no GTQUAL [61].

§ 1º A ESAQ deve suportar outras necessidades que se verificarem relevantes pelo GTQUAL, voltadas ao processo de aferição e publicação das informações deste Regulamento [61].

§ 2º Na hipótese prevista no parágrafo único do art. 5º, deverá ser designado no Manual Operacional quais obrigações relativas à aferição remanesçam atribuídas à ESAQ [61].

Art. 20. A ESAQ deve executar todas as atividades necessárias ao cumprimento dos seus objetivos, devendo prover soluções sistêmicas para suportar tais atividades, disponibilizando integralmente todos os dados às Prestadoras e à Anatel [61].

Parágrafo único. A ESAQ deve disponibilizar às prestadoras apenas os dados referentes aos seus próprios serviços, sendo vedado o acesso aos dados de outras prestadoras de forma individualizada que permita identificação [61].

Art. 21. As prestadoras deverão organizar, manter e atualizar toda a documentação sobre a operacionalização e rastreamento da coleta de informações, incluindo o detalhamento de todos os sistemas de fonte de informações, etapas de processamento, cruzamento de dados, depuração, inclusões, exclusões, filtros, agregações e ponderações até a formação do resultado [61].

Art. 22. A ESAQ deve prover guarda dos dados utilizados para cálculo dos indicadores e índices de qualidade, com segurança e redundância de dados pelo prazo mínimo de 3 (três) anos, salvo se forem objeto de litígio administrativo, quando deverão ser mantidos até a decisão final [61].

2.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A rede de telecomunicação que tende a ser implementada tem como enfoque a tecnologia de rede de enlace de micro-ondas. Dessa forma, os sistemas de comunicação estudados no capítulo serão utilizados para embasamento teórico e técnico, a fim do projeto final trazer os requisitos necessários para satisfação da população consumidora dos serviços.

Levando isso em consideração, o Capítulo 3 irá citar uma metodologia utilizada para garantir a simulação da implementação do sistema de rádio enlace previamente estudado,

através de uma ferramenta, o *software Pathloss*, visando a disponibilização de uma rede de enlace de micro-ondas para os serviços oferecidos no município de Muriaé, em Minas Gerais.

CAPÍTULO 3

MATERIAIS E METÓDOS

Este trabalho de conclusão tem como objetivo estudar o desenvolvimento de uma rede de enlace de micro-ondas para a cidade de Muriaé - MG. Portanto, o projeto será dividido em 3 partes: fundamentação teórica, características do *software Pathloss*, juntamente com a formulação necessária para a criação do *link* e sua análise de viabilidade financeira, e por fim o embasamento jurídico analisado através de um julgado da comarca de Muriaé, MG.

3.1 MÉTODOS DE PESQUISA

Neste trabalho foram desenvolvidos três tipos de pesquisas:

- Revisão bibliográfica: etapa onde foi tratado todo o embasamento teórico a partir de materiais já existentes acerca do sistema de comunicação citado acima, permitindo entender o funcionamento da aplicação do estudo;
- Pesquisa documental: etapa onde foi complementado o embasamento teórico, através de pesquisas em fontes primárias.
- Simulações: etapa onde foi realizado uma simulação do funcionamento de uma rede de enlace de micro-ondas, através do *software Pathloss*, a fim de detalhar todos os aspectos técnicos de uma rede em funcionamento.

A partir do momento que se entendeu todas as partes dos sistemas, foi possível realizar simulações específicas, permitindo analisar os resultados simulados, comparando com a análise teórico matemática do projeto. Com os resultados obtidos, foram abordados os pontos positivos da implementação do sistema, com enfoque na análise de investimento realizada para garantir a operação da rede em estudo.

3.2 MATERIAL DE PESQUISA

A literatura examinada indica que a estratégia competitiva da empresa contratante varia entre formas de atuação no mercado que visam predominantemente a competição através da redução de custos, objetivando oferecer preços baixos, e formas que visam predominantemente a competição por meio da qualidade dos serviços / satisfação do cliente. O ambiente social é expresso, neste trabalho, através de quatro elementos, quais sejam: o tipo de serviço final da rede (dimensão técnica), as condições de mercado da empresa central (dimensão econômica),

o padrão de uso da força de trabalho (dimensão societal) e os vínculos sociais dos atores (dimensão institucional / política). As variáveis envolvidas são descritivas, uma vez que esta pesquisa visa à análise de fenômenos internos à rede da empresa. Investigando-se um caso, não é possível a comparação entre diferentes contextos sociais ou estratégias competitivas, porém a partir dos dados fornecidos será possível fazer uma análise da atual necessidade de implementação de uma rede de backup para garantir a disponibilidade dos serviços prestados. No entanto, faz-se necessária a descrição de como aquele influi nesta, a fim de caracterizar-se as variáveis que compõem o ambiente social do caso, permitindo a comparação e o debate com estudos de outros setores da atividade econômica e/ou regiões.

Atualmente, o papel das telecomunicações é de extrema importância no cenário mundial, pois sua utilização, especialmente com sua “junção” com a informática, após a digitalização ser incorporada totalmente à “telecom”, passou a ser cada vez mais uma vantagem competitiva. Comunicação instantânea, mobilidade, transferência de dados em alta velocidade, serviços multimídia e possibilidade de realizar teleconferências passaram a ser, dentre outros, recursos imprescindíveis para corporações de todos os portes. O avanço da internet só veio acentuar ainda mais a relevância das comunicações para a sociedade moderna [20].

No Brasil, como em grande parte dos países em desenvolvimento e com acentuada diferença social e econômica entre os cidadãos, a realidade dos consumidores é bastante distinta, o que exige um amplo leque de alternativas de serviços, desde os mais simples, de fácil utilização e custos módicos, para as famílias de baixa renda e para as microempresas, até os mais sofisticados, em altas velocidades e faixas largas, para os segmentos mais desenvolvidos da sociedade e para as empresas de maior porte [20].

De acordo com Paste, os consumidores finais dos serviços de telecomunicações podem ser caracterizados como famílias urbanas, famílias rurais e empresas. As famílias urbanas são classificadas de acordo com sua renda e com o tipo de serviço que poderão consumir. Foram estabelecidas quatro classes, cujos serviços variam bastante, indo desde a necessidade de serviços coletivos de voz (públicos) da classe menos favorecida, até utilização de serviços avançados para transferência de dados pela classe mais abastada, passando, evidentemente, pelos serviços tradicionais de telefonia fixa e móvel, e utilização das facilidades da TV por assinatura das classes intermediárias. As famílias rurais, da mesma forma que as famílias urbanas, terão acesso a pelo menos uma modalidade de serviço de telecomunicações, priorizando os serviços públicos de telecomunicações, dependendo do local em que estejam localizadas [20].

Para Paste, os consumidores empresariais também são classificados de acordo com seu porte. As pequenas e microempresas deverão ser atendidas, fundamentalmente, com os serviços de voz, com predominância para a telefonia fixa, e os de mensagens de voz, sendo parte atendida com o serviço de telefonia de uso público [20].

Adicionalmente, estão previstos serviços de comunicação de dados, especialmente de baixa velocidade. As médias empresas deverão ser atendidas, em sua totalidade, com telefonia fixa, com uma parcela menor utilizando serviços de telefonia móvel celular e de mensagens de voz. Quanto à comunicação de dados, estas empresas estarão atendidas, em grande parte, com facilidades de baixa e média velocidades, além de atendimento menor de multimídia e serviços de vídeo [20].

As grandes empresas deverão ser atendidas com telefonia fixa, enquanto grande parte utilizará também o serviço de telefonia móvel. Todas terão acesso a serviços de comunicação de vídeo, texto e dados, em baixa, média e alta velocidades, e, de forma limitada, a multimídia e serviços de vídeo. As megaempresas deverão estar atendidas com telefonia fixa, telefonia móvel, serviços de comunicação de vídeo, texto e dados, com acessos de baixa, média e alta velocidades, redes corporativas, multimídia e serviços de vídeo. Os órgãos governamentais e as demais entidades deverão ter atendimento similar ao das empresas de mesmo porte.

Alguns estudos foram desenvolvidos com o intuito de analisar o tamanho e o potencial do mercado brasileiro. Os números, em sua grande maioria, foram superavaliados, ou seja, a demanda por serviços de comunicações foi grande nos primeiros anos após a privatização do sistema Telebrás, mas atualmente o que se vê é uma enorme diferença entre a oferta e a demanda. Esbarrou-se no limitador do mercado consumidor brasileiro: a renda e o poder aquisitivo do cidadão das classes mais baixas, que estão em maioria no país [20].

Dessa forma, as empresas operadoras de telefonia pública (fixa e móvel) precisam ter um amplo leque de opções de serviços para os consumidores, oferecendo variados serviços em termos de tecnologia, banda/capacidade, inovação e custo, entre outros. Ao mesmo tempo, elas necessitam competir pela venda dos seus serviços num mercado agora bastante competitivo.

3.3 SOFTWARE PATHLOSS

O *Pathloss* é um *software* de análise de ligações de rádio desenvolvido principalmente para projetistas de rede de telecomunicações. Ele é útil para a análise do terreno e qualidade das ondas após a instalação [58].

A análise de cobertura do *Pathloss* utiliza uma série de perfis radiais com cálculos em incrementos uniformes ao longo do perfil. Isso produz uma concentração elevada de dados na área central, que diminui nos topos. Ele utiliza o conceito de células para ambos os estudos de área local e para proporcionar uma densidade de dados uniforme. O usuário especifica o tamanho de célula e uma tolerância. A tolerância determina a localização do ponto de cálculo dentro da célula. A tolerância de 0 significa que o ponto de cálculo é exatamente o centro da célula. A tolerância de 1 significa que o cálculo será em algum lugar na célula [58].

Perfis radiais são ainda necessários para a análise, no entanto, os cálculos são feitos apenas em determinados pontos. O parâmetro tolerância afeta o número de perfis necessários para gerar o estudo e o tempo de cálculo [58].

Os estudos locais são sempre um círculo centrado na estação de base. Os estudos da área podem ser retangulares, elípticos ou polígonos definidos pelo usuário. As seguintes adições aos algoritmos de difração permitem que os estudos sejam levados a uma aeronave como a estação remota. As alturas da antena podem ser especificadas em relação ao nível do solo ou do nível do mar. A altura de uma antena maior que 1 km é corrigido para explicar o gradiente de refração exponencial [58].

A utilização do *software* em questão se dá pela necessidade da criação de um *link* de enlace de micro-ondas para atender a cidade de Muriáe – MG, a fim de se exemplificar a necessidade de oferta de um serviço de qualidade, em contraste com a problematização acerca do trabalho que toma como parâmetro um julgado a respeito da má qualidade dos serviços prestados. Segue abaixo na figura 5 exemplo do layout oferecido pelo *software* para tratamento do problema em questão.

Figura 5 – *Layout software PathLoss.*

The screenshot shows the PathLoss 4.0 software interface with a menu bar (Files, Module, Configure, Equipment, SDB, Application, Report, Help) and a main configuration area. The area is divided into two columns for Site 1 and Site 2. The left column contains fields for Site Name, Call Sign, Station Code, State, Owner Code, Latitude, Longitude, True azimuth (*), Calculated Distance (km), Profile Distance (km), Datum (WGS 1984), Elevation (m), Tower Height (m), TR Antenna Height (m), Code, TX loss (dB), and RX loss (dB). The right column contains fields for Operator code, Radio model, Code, Emission designator, Traffic code, TX power (dBm), Frequency (MHz) (1500.00), Polarization (Horizontal), Free space loss (dB), EIRP (dBm), RX signal (dBm), and Radio configuration. The 'Site 1' label is highlighted in blue.

Fonte: O autor.

3.4 FORMULAÇÃO DO ENLACE DE MICRO-ONDAS

O dimensionamento de um projeto de enlace de rádio necessita de alguns pré-requisitos, como a distância e a frequência, fundamentais no desempenho do enlace e no dimensionamento de uma antena. A relação entre a distância e comprimento do enlace estão ligados diretamente no cálculo da atenuação do espaço livre, na perda devido à chuva e na capacidade de transmissão do rádio [59].

A frequência de operação do enlace de rádio está relacionada aos seguintes fatores: distância, atenuação do sinal por causa da chuva e interferência de outros enlaces já existentes. No caso de enlaces curtos geralmente são utilizadas frequências acima de 10 GHz, uma vez que essa faixa de frequência está sujeita a maiores atenuações. Em regiões metropolitanas são recomendadas frequências de 15 GHz e 18 GHz [59].

Para classificação de um enlace, utiliza-se a frequência e a distância, pois quanto maior a frequência acima de 10 GHz, menor será a distância que um enlace poderá ser implantado, devido a atenuações por chuvas [59].

Para o dimensionamento de um enlace de rádio o objetivo é garantir que o sinal digital original que transporta a informação possa ser regenerado na outra ponta com uma taxa de erros baixa. Para que isso ocorra a relação portadora ruído (C/N) na recepção tem que ser maior que um valor mínimo especificado [60].

A potência do transmissor e antenas devem ser, portanto, dimensionada de modo a compensar as perdas na propagação e outros referentes a polarização cruzada e atenuação nos conectores, cabos coaxiais ou guias de ondas [60].

É necessário também incluir uma margem para fazer frente a sinais interferentes próximos à banda de frequências utilizada pelo enlace. Esses sinais podem aumentar o nível de ruído no receptor e por consequência piorar a relação portadora ruído [60].

Em um enlace rádio o sinal é transmitido pela antena transmissora e propaga-se na forma de ondas de rádio (ondas eletromagnéticas) até a antena receptora. Ao se propagar de uma antena até a outra o sinal é atenuado estando sujeito às perdas, como no espaço livre, onde apenas parte da energia transmitida através das ondas eletromagnéticas é captada pela antena receptora. Essa energia é tanto menor quanto maior a frequência e a distância. Essa perda, denominada perda no espaço livre é expressa em dB pela seguinte fórmula:

$$\text{Perda no espaço livre (L)} = 32,44 + 20.\log d + 20.\log f \quad (1),$$

onde d é a distância em km e f a frequência em MHz.

Ao se propagar as ondas de rádio, essas estão sujeitas a reflexões no solo e na atmosfera que provocam alterações na sua amplitude e caminho percorrido ocasionando variações na potência do sinal recebido. Estas variações são chamadas de desvanecimento (*fading*). O desvanecimento pode ser causado também por obstáculos na linha de visada direta, ou por atenuação devido às chuvas. Compensar todas as perdas no enlace devido a desvanecimento pode levar a utilização de margens muito grandes encarecendo ou até inviabilizando o enlace [60].

A especificação de desempenho do enlace é normalmente definida tendo por base a ITU-T G.821 ou G.826. Dessa forma, pensando em sua operação, a disponibilidade do sistema como um todo é menor que a disponibilidade do enlace, pois leva em consideração as falhas nos equipamentos que o compõem [60].

Para determinação do valor do sinal recebido, associada à gerência do equipamento de rádio, é utilizada a principal fórmula para o cálculo do sinal recebido ponto a ponto, Fórmula de Friss, conforme a equação (2) a seguir.

$$Pr_{(dBm)} = Pt_{(dBm)} + Gt_{(dBi)} + Gr_{(dBi)} - L_{(dB)} \quad (2)$$

Em que:

- $Pr_{(dBm)}$ = potência recebida (dBm);
- $Pt_{(dBm)}$ = potência transmitida (dBm);
- $Gt_{(dBi)}$ = ganho da antena transmissora (dBi);
- $Gr_{(dBi)}$ = ganho da antena receptora (dBi);
- $L_{(dB)}$ = atenuação (dB).

3.5 TRIBUNAL DE JUSTIÇA DE MINAS GERAIS - TJMG

Com o objetivo de buscar julgados relacionadas a má prestação de serviços de telecomunicações, com enfoque em baixo desempenho e qualidade ruim dos serviços prestados, foi utilizado o portal web do Tribunal de Justiça de Minas Gerais, tendo em vista ser uma ferramenta que apresenta embasamento teórico para conhecimento da problematização do trabalho apresentado em questão.

Para tal busca citada acima foi utilizado o portal [62], onde o sistema disponibiliza uma opção de consulta por número do processo, destacada das demais, permitindo o acesso direto à decisão de um processo cujo número é conhecido, também é possível realizar por pesquisa livre – por palavras, órgão julgador, relator, data de publicação, data de julgamento e referência legislativa.

A estrutura desenvolvida para a opção de pesquisa possibilita ao usuário informar o número do processo independentemente da formatação, ou seja, considera números contendo ou não caracteres de separação lógica (exemplos: "." (ponto) e "-" (hífen)). O usuário pode utilizar-se do padrão de numeração tradicional do TJMG, bem como da numeração única do Conselho Nacional de Justiça, instituída pela Resolução nº 65/2008 [62].

3.6 ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Um estudo de viabilidade econômica envolve uma série de análises sobre o mercado, a fim de verificar se a continuidade do projeto é viável. A análise evita investimentos em projetos que não trarão retorno esperado. Além do ganho financeiro de caráter eminente, a análise traz conhecimento à equipe que busca sua realização.

Baseando-se em números e estatísticas, permite-se entender em quanto tempo o capital investido será recuperado e avaliar a saúde do negócio em ciclos mais longos, como em 5 ou 10 anos, por exemplo. Uma administração eficiente necessita de informações como as citadas acima, a fim de minimizar possíveis vulnerabilidades de um mercado futuro.

Inicialmente, necessita-se analisar o mercado do negócio planejado, visando o planejamento estratégico da empresa, a busca por informações sobre o setor não foca somente em conhecer os concorrentes, mas expõe uma ideia média de rentabilidade do mercado analisado, a fim de projetar receitas, custos, despesas e futuras sazonalidades, comuns em todo nicho de mercado[68].

O estudo de viabilidade utiliza alguns indicadores para determinação da busca ou não pelo investimento em novos negócios. O Valor Presente Líquido (ou VPL) aponta se os resultados da empresa são economicamente positivos com base na comparação entre o capital investido e o custo de capital envolvido. A Taxa Interna de Retorno (ou TIR) utiliza o fluxo de caixa para uma visão mais ampla sobre o retorno dos investimentos, sua medida é feita em percentual. A utilização do Indicador de Retorno de Capital (ou IRC ou *Payback*) é pautada no período em que negócio começa a dar retorno, ponto importante para tomada de decisão na questão de busca de investimentos de curto, médio ou longo prazo [68].

Em finanças, o fluxo de caixa refere-se ao fluxo do dinheiro no caixa da empresa, ou seja, ao montante de caixa recolhido e gasto por uma empresa durante um período definido, algumas vezes ligado a um projeto específico. O fluxo de caixa refere-se ao movimento de dinheiro no período passado, enquanto o orçamento é o seu equivalente para períodos futuros, esse instrumento de gestão financeiro tem uma grande importância para análise da saúde da empresa, principalmente para definição de novos investimentos, baseados ou não em políticas de empréstimos.

Finalizando os indicadores, tem-se a Taxa Mínima de Atratividade (ou TMA), é representado pelo mínimo valor que o investidor pretende lucrar com o investimento realizado, considerando principalmente o valor do dinheiro em função do tempo e uma análise de riscos de mercado[68].

CAPÍTULO 4

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A problematização do trabalho em questão vem por meio deste trabalho demonstrar a necessidade da qualidade de prestação de serviços e principalmente garantia dos serviços contratados, a fim de evitar problemas judiciais ou eventuais punições financeiras, como será evidenciado nos itens subsequentes.

A responsabilização civil impõe àquele que causar dano a outrem dever de repará-lo, mediante demonstração do ato ilícito, do dano e do nexo de causalidade (arts.186 e 927 do código civil). O fornecedor de serviços responde de forma objetiva e independentemente da existência de culpa pela falha na prestação do serviço (arts. 2º,3º, 14 do código de defesa do consumidor). Para que haja ressarcimento por danos morais impõe-se a comprovação da conduta ilícita, do dano e do nexo de causalidade entre eles. Ausente prova dos alegados danos, improcede o pleito de reparação civil. Meros dissabores não geram danos morais indenizáveis.

4.1. ARTIGOS DO CÓDIGO CÍVIL E DO CÓDIGO DE DEFESA DO CONSUMIDOR

Para maior entendimento dos artigos citados acima, segue explicação detalhada de cada item citado, a fim de trazer embasamento teórico para os resultados que serão discutidos nos itens abaixo.

O artigo 186 da Lei nº 10.406 de 10 de janeiro de 2020 do Código Civil, dispõe que “aquele que, por ação ou omissão voluntária, negligência ou imprudência, violar direito e causar dano a outrem, ainda que exclusivamente moral, comete ato ilícito” [63]. O artigo 927 da mesma lei citada acima, dispõe que, “haverá obrigação de reparar o dano, independentemente de culpa, nos casos

especificados em lei, ou quando a atividade normalmente desenvolvida pelo autor do dano implicar, por sua natureza, risco para os direitos de outrem [64].”

Em relação ao CDC (Código de Defesa do Consumidor), cita-se os artigos que trazem definição de consumidor e fornecedor de serviços, juntamente com um adendo sobre a proteção do consumidor.

O artigo 2º da Lei nº 8.078 de 11 de setembro de 1990 dispõe “que consumidor é toda pessoa física ou jurídica que adquire ou utiliza produto ou serviço como destinatário final [65].” O artigo 3º da mesma lei, dispõe que:

Fornecedor é toda pessoa física ou jurídica, pública ou privada, nacional ou estrangeira, bem como os entes despersonalizados, que desenvolvem atividade de produção, montagem, criação, construção, transformação, importação, exportação, distribuição ou comercialização de produtos ou prestação de serviços [66].

No caso do artigo 14, esse dispõe que “o fornecedor de serviços responde, independentemente da existência de culpa, pela reparação dos danos causados aos consumidores por defeitos relativos à prestação dos serviços, bem como por informações insuficientes ou inadequadas sobre fruição e riscos [67]”.

4.2. APELAÇÃO CÍVEL

O presente trabalho vem por meio do julgamento da apelação civil AC 1.0439.15.014309-7/001 – Comarca de Muriaé – Apelante (s): Sérgio Erleu de Assis Gomes– Apelado (a)(s): IMICRO LTDA, demonstrar um caso de má prestação de serviços de internet e fuga dos termos contratados, juntamente com a falta de preocupação da solução dos problemas apresentados pelo apelante em questão.

O processo em questão demonstra que o apelante como cliente da apelada, mudou de endereço e solicitou que a empresa fizesse a instalação da internet em seu novo endereço, pagando a taxa para que tal serviço fosse realizado. Após a reinstalação, o serviço começou a ficar muito lento, sendo entregue velocidade de apenas 0,72Mbps, 0,05Mbps e 1,81Mbps, apesar de constar do pacote contratado a obrigação de a entrega de 5Mbps de internet. Mesmo o apelante tendo entrado em contato com a apelada, não foi solucionado o problema.

O processo aponta que, diante da má prestação de serviço, o consumidor ligou inúmeras vezes solicitando o reparo e, após diversas reclamações, por não estar recebendo o serviço contratado, suspendeu o pagamento da fatura do mês de agosto, também há a informação de que os funcionários da apelada se recusaram a solucionar o problema, sob a justificativa de que

só fariam após o pagamento da fatura vencida. Requereu a reforma da sentença para que a apelada fosse condenada na reparação civil por danos morais, no importe de R\$20.000,00 (vinte mil reais), decorrente da falha na prestação de seus serviços.

O apelante alegou ter sofrido danos morais decorrentes da falha de prestação dos serviços realizados pela apelada que, após a mudança de endereço, não entregou a velocidade contratada para os serviços de internet.

A prova sobre o dano moral não existe, pois é uma repercussão de foro íntimo ou da honorabilidade da pessoa, tanto física quanto jurídica, enquanto portadora da dignidade e do apreço. Nesses termos, o que se deve divisar é o fato ou evento danoso e a sua respectiva repercussão na dignidade da pessoa para, a partir daí, dizer que se trata de uma afronta à dignidade da pessoa ou não.

No caso, entendeu-se que restou configurado apenas o descumprimento do contrato com as repercussões que se qualificam como mero dissabores, não tendo o apelante cuidado de comprovar qualquer situação especial que pudesse configurar os danos morais que pretendi ser sejam ressarcidos. Assim sendo, no que tange aos danos morais, não assistiu razão ao apelante, pois conforme reiteradamente decidido pelo Tribunal de Justiça de Minas Gerais, mero descumprimento contratual não enseja reparação civil por danos morais.

4.3. RÁDIO ENLACE

A elaboração do projeto de enlace de rádio foi realizada por meio de alguns *softwares* profissionais, como o *Google Earth* [69] e o *Pathloss* [58]. Esses *softwares* são utilizados pelo responsável para realizar uma análise prévia do perfil do enlace de rádio e do sinal hipotético recebido [70].

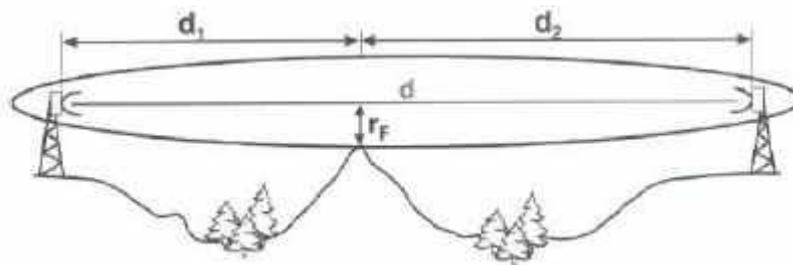
O *software Google Earth* e *Pathloss* são os responsáveis para a análise do relevo topográfico em um enlace de rádio. No *Pathloss* foi analisado o enlace por meio da Zona de Fresnel e do Fator de Correção da Terra-k. O *Pathloss* auxiliou em relação à qualidade do sinal teórico por meio do *software* [70].

O objetivo da Zona de Fresnel é estabelecer algumas condições nas quais a propagação de ondas entre duas antenas pode ser considerada sem obstrução. As variações da pressão, da temperatura e da umidade podem influenciar no desempenho do perfil de um enlace de rádio. Logo, uma característica determinante neste dimensionamento é o cálculo da Primeira Zona de Fresnel. Na Figura 6 é demonstrada a referida Zona relacionada com a linha de visada direta.

Assim, de acordo com a Equação 3, foi calculado o raio da Primeira Zona de Fresnel:

$$r_f = (\lambda \cdot d_1 \cdot d_2)^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

Figura 6 - Representação da Zona de Fresnel.



Fonte: Piau, Diego de Brito (2014)

Em que:

r_f – Distância entre a linha de visada e a Primeira Zona

de Fresnel;

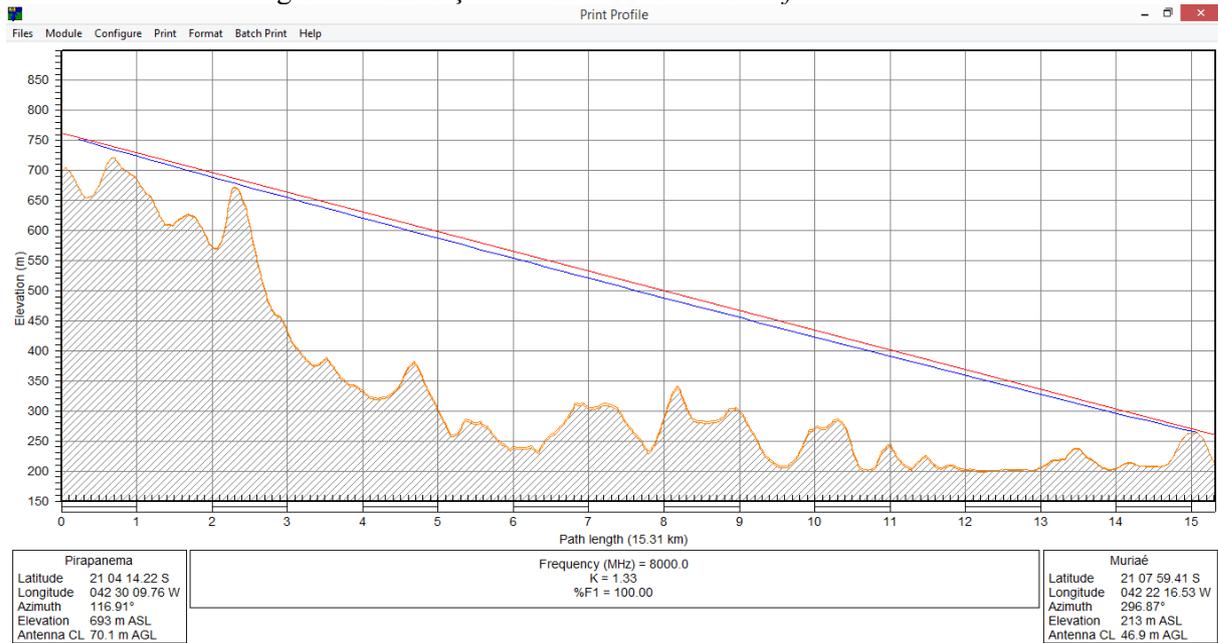
λ – Comprimento de onda em metros;

d_1 – distância entre a estação A até o ponto a ser calculado da Zona de Fresnel;

d_2 – distância entre a estação B até o ponto a ser calculado da zona de Fresnel.

A partir da definição da equação da região de Fresnel tem-se um enlace entre as cidades de Pirapanema, MG e Muriaé, MG. Este possui uma distância de 15,31 km, utilizando uma frequência de 8 GHz. Por meio das coordenadas geográficas de dois pontos das cidades de Pirapanema e Muriaé, respectivamente, obtém-se o perfil desse enlace de rádio gerado pelo *software Pathloss*, conforme a Figura 7.

Figura 7- Simulação do enlace de rádio no *software Pathloss*.



Fonte: O Autor.

Observando a Figura 7 acima, verifica-se que não existe obstrução na zona de Fresnel (linha azul) em nenhum ponto do enlace em questão. Conclui-se que o enlace não possui obstrução e varia de forma mínima em relação à linha de visada direta (linha vermelha), o que demonstra a qualidade do sinal ofertado a partir da análise acima. Por esta análise de dados confirma-se a veracidade do *software*.

Para análise em relação ao raio equivalente da Terra, verifica-se que de acordo com as recomendações da ITU-R são obtidos os valores usados para considerar o raio equivalente. A aplicação do Fator de Correção da Terra-k é importante, pois a partir dele é adotada a correção da curvatura da Terra ou Raio Equivalente [59].

O $K_{\text{médio}}$ é o valor do fator k igual a $4/3$, sendo o valor definido para a atmosfera padrão como uma média no índice de refração na atmosfera. Devido a atmosfera sofrer variações como pressão, umidade e temperatura, o índice de refração também pode ser alterado, variando o valor de k [59].

No presente estudo não serão avaliados fatores como $K_{\text{mínimo}}$, tendo em vista que a utilização dele se justifica em enlaces longos, que não é o caso em questão, por se tratar de pouca distância, foi utilizado o valor do $K_{\text{médio}}$ citado acima. Da mesma forma, como o objetivo do trabalho não é o estudo detalhado de atenuações, considerar-se-á somente a atenuação teórica de acordo com a equação (1).

4.4. PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTO PRÁTICO

Com as informações oferecidas acima pelo processo civil em questão, a problemática do trabalho toma um rumo referente à possibilidade de prestação de serviço de internet na cidade de Muriaé – MG, tendo em vista, a dificuldade de a empresa em questão conseguir prover um serviço de qualidade e, que atenda aos requisitos contratados pelo cliente e que, conseqüentemente, evite trazer futuros problemas judiciais, à empresa prestadora de serviço.

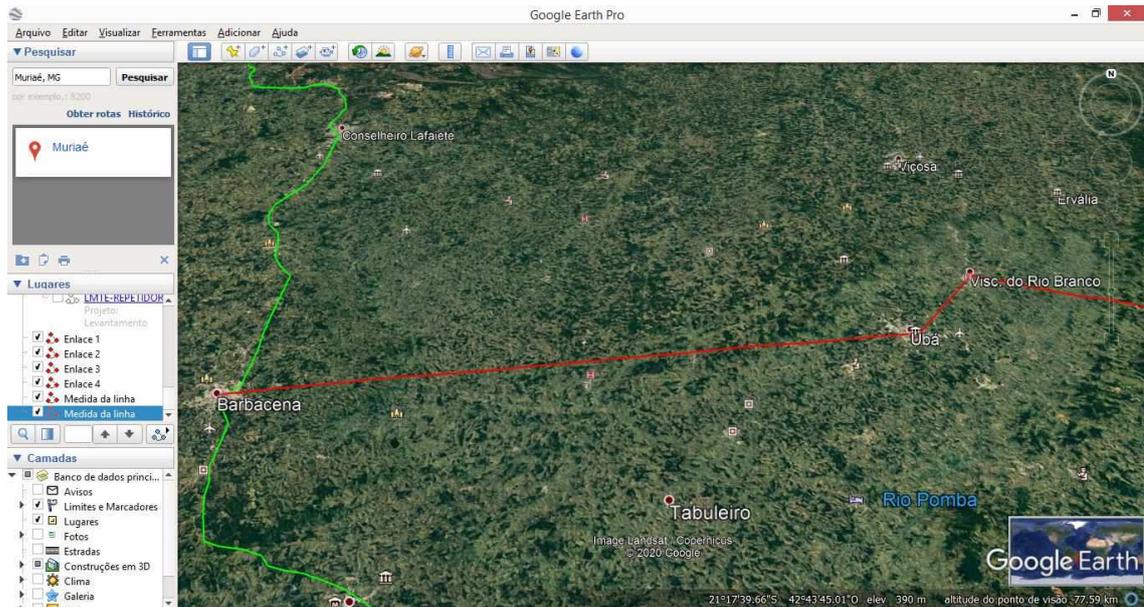
Dessa forma, através de pesquisas, verificou-se que a Algar Telecom, empresa de destaque na prestação de serviços de telecomunicações no estado de Minas Gerais, não tinha serviços disponíveis para a cidade citada no caso. Sendo assim, foi feita uma simulação de expansão de novos negócios na região, a fim de suprir o problema encontrado no processo civil citado, buscando garantir um serviço adequado, segundo as leis e orientação do órgão regulatório, a ANATEL.

Observando o relevo e região que são características importantes para criação de um enlace de micro-ondas, verificou-se a dificuldade da criação do mesmo de forma direta entre as maiores cidades da região, no caso Barbacena e Muriaé, MG. Portanto pode ser visto nas figuras 8 e 9 abaixo do *software Google Earth*. Foi utilizada a rede de fibra óptica da Algar Telecom já existente em Barbacena, pois dessa forma criou-se alguns *links* entre às cidades no caminho, para enfim chegar ao objetivo do trabalho.

Os *links* de fibra óptica foram feitos a partir de Barbacena, caminhando até a cidade de Ubá, após a passagem, houve a criação de mais um *link* até a cidade de Visconde do Rio Branco, e desta até a cidade de São Sebastião da Vargem Alegre, por último o *link* de fibra óptica até a cidade de Pirapanema, todos municípios estão situados no estado de Minas Gerais.

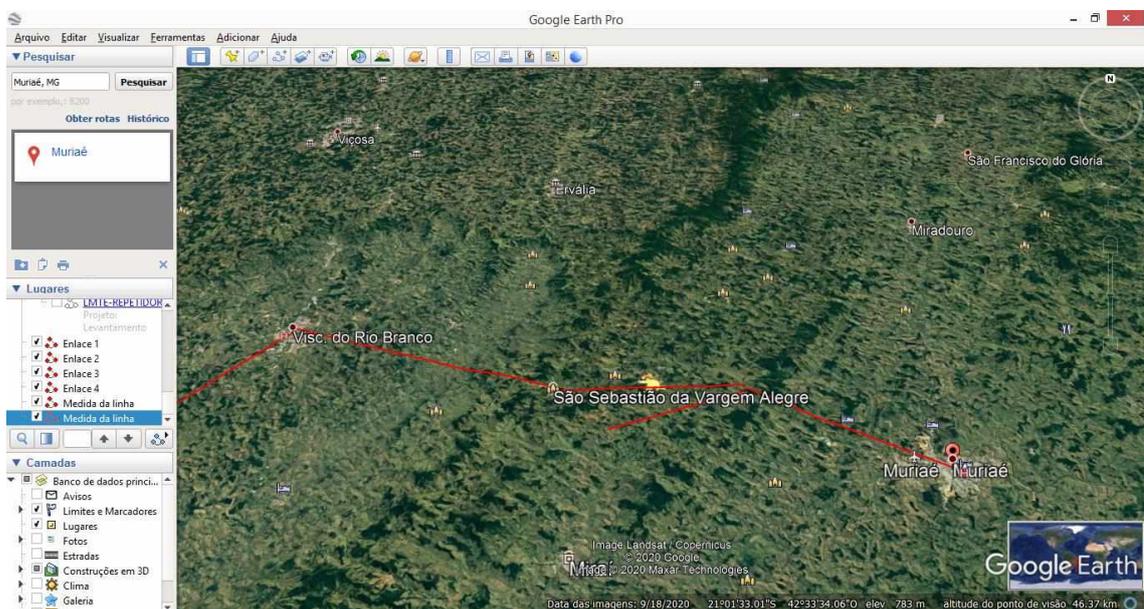
Visando atender a população de Muriaé de forma rápida e urgente, tendo em vista a dificuldade da população de receber um serviço de qualidade, foi criado um enlace de micro-ondas entre a cidade de Pirapanema e a cidade de Muriaé, como pode-se observar na Figura 7 acima.

Figura 8 – *Link* de Fibra Óptica entre os municípios de Barbacena e Visc. Do Rio Branco



Fonte: O autor.

Figura 9 – *Link* de Fibra Óptica entre os municípios de Visc. Do Rio Branco e Muriáe.



Fonte: O autor.

A partir da problematização citada acima, foi criado um *link* de micro-ondas com uma largura de banda de 100Mbps, com possibilidade futura de expansão ou podendo se tornar uma rota de proteção futura, a fim de proteger a rota entre as principais cidades da região, como Barbacena e Muriáe.

O principal ponto para se citar em relação à escolha do *link* de 100Mbps é principalmente a capacidade de atender determinada parcela significativa da população, tendo em vista que não se terá um *link* dedicado, pois apesar de ser um *link* não compartilhado com a taxa de transmissão citada cima, a possibilidade de utilização do mesmo visa prestar um serviço por residência de 4Mbps, principalmente pensando em uma estratégia de atendimento de novos negócios.

O projeto de dimensionamento de enlace de rádio foi iniciado a partir de estudos preliminares sobre a região que será hipoteticamente atendida. Após a escolha dos pontos que farão parte do sistema de rádio, foram coletadas as coordenadas geográficas onde será realizado o atendimento, conforme podemos ver na Figura 10 abaixo, através de uma imagem do *software Pathloss*, juntamente com o valor dos azimutes do enlace de rádio e a distância,

Figura 10 – Informações e coordenadas geográficas do enlace de rádio.

Pirapanema		Path length (15.31 km)		Muriaé	
Latitude	21 04 14.22 S	Frequency (MHz)	= 8000.0	Latitude	21 07 59.41 S
Longitude	042 30 09.76 W	K	= 1.33	Longitude	042 22 16.53 W
Azimuth	116.91°	%F1	= 100.00	Azimuth	296.87°
Elevation	693 m ASL			Elevation	213 m ASL
Antenna CL	70.1 m AGL			Antenna CL	46.9 m AGL

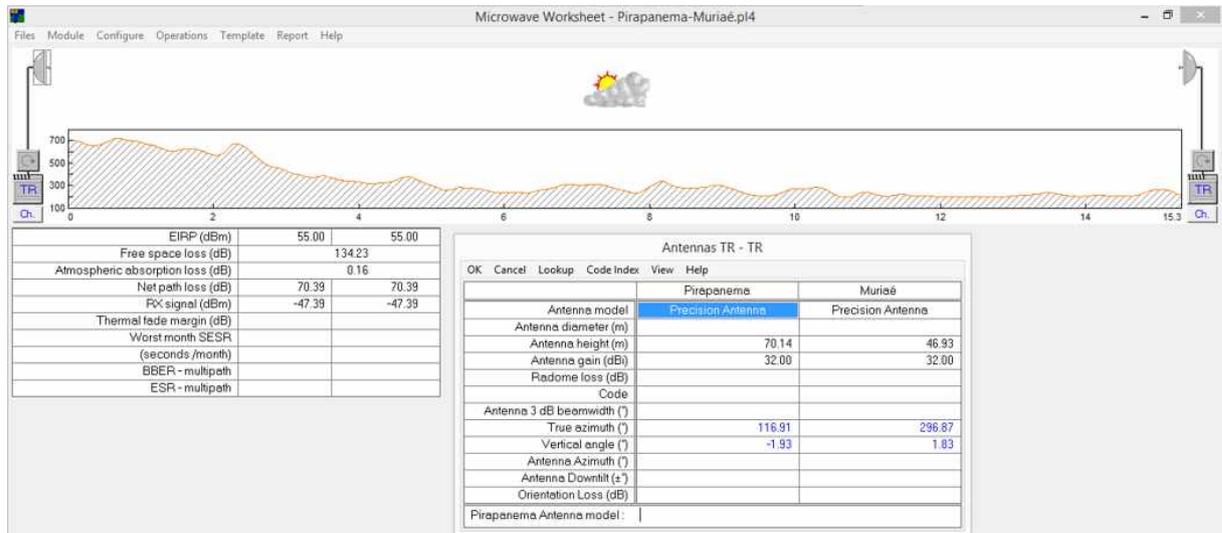
Fonte: O autor.

Por meio da distância foi determinada a frequência de operação, pois quanto maior a distância, menor o valor da frequência que deverá ser utilizada devido à atenuação afetada pela chuva.

Após gerado o perfil no *software*, como podemos ver na Figura 07 acima, foi determinada a altura das antenas que deverão ser instaladas nas torres por meio da técnica de propagação da onda por visada direta relacionada com o Fator de Correção da Terra-k e a Zona de Fresnel, assuntos comentados acima. Por fim, determinou-se os pontos de atendimento envolvidos no enlace de rádio; as alturas definidas nas torres para a instalação das antenas; a distância do enlace de rádio; e a frequência em operação que será utilizada para este perfil.

Portanto, foi dimensionado o diâmetro das antenas, o equipamento de rádio a ser instalado, a capacidade de transmissão a ser utilizada, a modulação do rádio, a potência de transmissão, a frequência, a polarização, a taxa pluviométrica na região e as atenuações por meio de cabos/conexões e comutações de equipamentos. As análises referentes aos investimentos financeiros para efetivação do projeto serão discutidas nos tópicos a seguir.

Figura 11 – Características técnicas do enlace de rádio.



Fonte: O autor

Na Figura 11, observou-se que este enlace possui 15,31 km de distância; potência de transmissão de 32 dBm; frequência de operação 8 GHz; modelo da antena *Minilink* TN 8GHZ da *Ericsson* de 0,6 metros de diâmetro, conforme Figura 12 abaixo, instaladas em uma altura de 70,14 metros na torre A e 46,93 metros na torre B. A partir das informações *Pathloss* tem-se o valor do sinal recebido $-47,39$ dBm, conforme figura acima.

Figura 12– Modelo de rádio utilizado na simulação.

Radio Equipment		
	Pirapanema	Muriáé
Radio model	Minilink TN 8 GHz	Minilink TN 8 GHz
Traffic code		
Emission designator		
Code		
TX power (watts)	0.20	0.20
TX power (dBm)	23.00	23.00
RX threshold criteria		
RX threshold level (dBm)		
Maximum receive signal (dBm)		
RX Threshold BER 10-6 (dBm)		
T to I Cochannel (dB)		
Signature delay (ns)		
Signature width (MHz)		
Signature depth min phase (dB)		
Signature depth nonmin phase (dB)		
RX Threshold BER 10-3 (dBm)		
Residual BER		
RX Threshold BERres (dBm)		
Bits per block		
Blocks per second		
Alpha1		
Alpha2		
Alpha3		
Pirapanema Radio model :		

Fonte: O autor.

A fim de realizar uma simulação matemática em relação aos valores obtidos por meio do *software Pathloss*, utiliza-se a Fórmula de *Friss*, citada acima, conforme a equação (2), assim tem-se:

$$Pr_{(dBm)} = Pt_{(dBm)} + Gt_{(dBi)} + Gr_{(dBi)} - L_{(dB)} = 23_{(dBm)} + 32_{(dBi)} + 32_{(dBi)} - L_{(dB)}, \text{ onde:}$$

$$L = 20 \cdot \log_{10}(f_{(MHz)}) + 20 \cdot \log_{10}(d_{(km)}) + 32,44, \text{ assim tem-se:}$$

$$L = 20 \cdot \log(8000) + 20 \cdot \log(15,31) + 32,44 =$$

$$L = 134,19 \text{ dB}$$

Sendo assim a potência total recebida $Pr_{(dBm)} = -47,19_{(dBm)}$.

Ao comparar os valores do sinal recebido simulado por meio da Fórmula de *Friss* com o *Pathloss*, verifica-se a proximidade entre eles, garantindo a eficácia do *software* em questão e de sua análise técnica, porém é importante salientar que apesar do valor encontrado no *software* ser de $-47,39_{(dBm)}$, é importante a inserção de $-25_{(dBm)}$ como margem de erro, pois os projetos desenvolvidos na prática, consideram esse valor de margem para erro para qualidade do sinal, mediante a variação de atenuação nos locais implementados.

4.5. VIABILIDADE ECONÔMICA

Analisando a problemática citada no processo judicial acima, foi analisado de forma teórica a possibilidade de expansão de um novo negócio hipotético para operadora de serviços de telecomunicações Algar Telecom, tendo em vista ser uma operadora em processo constante de crescimento e que tem sua maior área de atuação, o estado de Minas Gerais.

Dessa forma, visualizou-se a oportunidade da criação do enlace de micro-ondas de 100Mbps, a segmentação desses valores em quadros ou células de 4Mbps, pois neste formato apesar de uma taxa de transmissão menor, inicialmente se consegue atingir um maior percentual da população que passa por dificuldades de acesso a uma rede de qualidade. Quando citado em relação à divisão dos quadros, deixo como adendo que cada quadro de 4Mbps pode atender até sete residências com um *link* não-compartilhado, somente havendo compartilhamento durante a utilização para *download* e *upload*.

4.5.1 PREMISSAS ECONÔMICAS E ESTRUTURAIS

Para investimento inicial no projeto citado, necessita-se do capital para montagem do enlace e preparação de sua infraestrutura, como premissa foram utilizados os valores comerciais abaixo, através de *benchmarking* com profissionais que trabalham no ramo e têm o conhecimento necessário na implementação de novos projetos. Na Tabela 1 a seguir, verifica-se os cálculos e valores necessário para aquisição e implementação dos equipamentos.

Para consolidação dos valores apontados na Tabela 1 abaixo, foram utilizadas as seguintes premissas:

- Altura da Torre A: 70,10 metros
- Altura da Torre B: 46,90 metros
- Diâmetro Antena A: 0,6 metros
- Diâmetro Antena B: 0,6 metros
- Distância entre às cidades de Barbacena, MG e Pirapanema, MG: 139,2 Km
- Distância de Piranema, MG e Muriaé, MG: 15,31 Km

Tabela 1 – Investimento em Infraestrutura.

Equipamentos (u.m)	Quantidade (u.m)	Valor Unitário (BRL)	Valor Total (BRL)
Rádio Ponta A	1,00	R\$20.000,00	R\$20.000,00
Rádio Ponta B	1,00	R\$20.000,00	R\$20.000,00
Antena Ponta A	1,00	R\$5.000,00	R\$5.000,00
Antena Ponta B	1,00	R\$5.000,00	R\$5.000,00
Miscelâneas (Cabos e Contestadores)	A definir	R\$5.000,00	R\$5.000,00
Aluguel Torre A	1,00	(R\$1500,00 x Altura da Torre A (m) x Diâmetro da Antena A (m))	R\$42.210,00
Aluguel Torre B	1,00	(R\$1500,00 x Altura da Torre B (m) x Diâmetro da Antena B (m))	R\$84.420,00
Licença Ponta A	1,00	R\$800,00	R\$800,00
Licença Ponta B	1,00	R\$800,00	R\$800,00
Fibra Óptica Subterrânea	139,20 Km	(R\$40,00 x Distância (km))	R\$5.568,00
Investimento Infraestrutura Projeto			R\$188.798,00

Fonte: O autor.

Outro ponto importante a ser citado no projeto são os investimentos relacionados à abertura de uma estrutura física para começar a atender os usuários que futuramente desejaram utilizar os serviços da operadora Algar Telecom na região em questão. Dessa forma, tratar-se-á desse assunto no tópico abaixo, através do programa de Franquias da operadora.

4.5.2 ALGAR FRANQUIAS

Para ser o dono da Algar Telecom na região de Muriaé ou qualquer outro ponto onde a operadora presta serviços é necessário passar por um processo de 5 etapas. Primeiramente, é realizado o cadastro no site, dessa forma seu nome entra para lista de interessados no programa; após isso é realizada a apresentação da disponibilidade do serviço, a equipe da Algar Telecom entra em contato para uma conversa mais aprofundada sobre o negócio, conseqüentemente gerando um momento exclusivo para esclarecimento de dúvidas ou demais pontos sobre o projeto de implementação da franquia [71].

Na terceira etapa, chamada de avaliação, a Diretoria da Algar Telecom analisa cuidadosamente o perfil e documentação de cada candidato, caso o candidato passe pelo comitê e aceite os termos da documentação, parte-se para a quarta etapa que é a assinatura do contrato, nesse momento é realizado o pagamento da Taxa de Franquia [71].

Na quinta etapa, a equipe Algar Telecom apresenta todas às informações necessárias para se atuar como dono na sua região, através de treinamentos específicos e detalhados, a fim de capacitar o novo proprietário a desenvolver as atividades do novo negócio [71].

Outro ponto importante a citar é que como a Franquia utiliza a operação completa de Telecom, necessita-se de um suporte técnico e comercial de ponta a ponta, onde a empresa mantém um núcleo específico para dar assistência total ao franqueado sobre as questões técnicas do negócio e área comercial ao dia a dia da operação [71].

Em resumo, o franqueado faz a gestão total do negócio, dirigindo a operação inteira, desde o processo da expansão da estrutura, ao time de atendimento. Dessa forma, o programa traz como benefícios a problematização do nosso trabalho, pois oferece um serviço de qualidade, visando o atendimento próximo ao cliente e valores de mercado compatíveis [71].

Em relação às vantagens do programa citado acima, verifica-se que o uso de internet cresceu 112% no Brasil em 2020 e a tendência é que o crescimento se sustente com a criação de novos leques de ofertas e serviços. Em termos de investimento, a bolsa de valores se mostrou muito volátil em tempos incertos e os imóveis se caracterizam pela baixíssima liquidez. A projeção é que o mercado de tecnologia da informação e “telecom” continue crescendo, e como ponto muito importante para mercado futuro, os franqueados da Algar Telecom experimentam mês a mês bons resultados, com crescimento de venda que chegam a 40% [71].

Por fim, por não haver uma simulação real do programa Algar Franquias, o valor exato da franquia não está disponível para pesquisa pública. Dessa forma, foi simulado um valor em

torno de R\$800.000,00 (Oitocentos mil reais), sendo que o projeto inicial como um todo toma uma proporção de valor de mercado em torno de R\$ 1.000.000,00 (Um milhão de reais).

4.5.3 PREVISÃO DOS RESULTADOS FINANCEIROS

Como pode-se perceber através de todo o capítulo 4, tem-se informações suficientes para analisar a possibilidade de um investimento saudável financeiramente e que beneficie o investidor a novos negócios na área de telecomunicações, capital investido e principalmente o futuro retorno financeiro.

Analisando-se os pontos da implementação do projeto, verifica-se a possibilidade de iniciar o atendimento em até 175 residenciais, buscando principalmente às regiões mais próximas à criação do enlace, a fim de garantir as premissas do trabalho em questão, e principalmente a obediência jurídica às normas da ANATEL.

Comparando os serviços disponíveis na cidade, foi levantado através de pesquisas um “*benchmarking*” em relação aos valores de internet mensais para disponibilidade de um serviço de internet ADSL, com uma taxa de transmissão de 4Mbps, os valores encontrados, em média, giram em torno de R\$70,00.

Através da análise da quantidade de residências disponíveis, e com uma taxa de instalação de um equipamento modem *Wireless*, em valores médios, que giram em torno de R\$ 100,00 em um único pagamento. Dessa forma, foi construída a análise mostrada abaixo, demonstrando a possibilidade de retorno financeiro que o projeto tem a oferecer, visando o lucro à médio prazo, tendo em vista o investimento inicial do projeto em questão. Em complemento às informações, traz-se indicadores financeiros citados no capítulo 3, a fim de complementar a análise do fluxo de caixa simples do presente trabalho.

Visando 10 anos de operação, foi considerado uma assinatura de 175 clientes no início do segundo ano, pensando no total de residências que podem ser atendidas na cidade de Muriaé. Em relação ao investimento inicial de R\$1.000.000,00, foi simulado um empréstimo junto ao BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento) [72], em torno de 60 meses com uma taxa de juros de 2% ao ano, os valores mencionados são valores fictícios, porém com clareza da existência prática deles em outros investimentos.

Em relação aos tipos de saídas financeiras como fornecedores, folha de pagamento, FGTS, impostos, aluguéis, financiamento de equipamentos, manutenção de veículos, despesas diversas, pagamento de empréstimos foram valorizados através de estimativas, pois como não há detalhes sobre a estrutura de franquias, foram utilizados valores de aproximação. Abaixo será mostrado nas figuras 13,14,15 e 16, as entradas e saídas referentes aos valores

movimentados durante os 10 anos analisados. No caso das figuras 17 e 18, foi mostrado o saldo do fluxo de caixa anual.

Figura 13 – Tipos de Entrada do Fluxo de Caixa.

Tipos - ENTRADA	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Previsão de recebimento vendas		147.000	152.880	158.995	165.355
Contas a receber-vendas realizadas					
Outros recebimentos		30.000	31.200	32.448	33.746
Total	-	177.000	184.080	191.443	199.101

Fonte: O autor.

Figura 14 – Tipos de Entrada do Fluxo de Caixa.

Tipos - ENTRADA	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Previsão de recebimento vendas	171.969	178.848	186.002	193.442	201.180
Contas a receber-vendas realizadas					
Outros recebimentos	35.096	36.500	37.960	39.478	41.057
Total	207.065	215.348	223.961	232.920	242.237

Fonte: O autor.

Figura 15 – Tipos de Saída do Fluxo de Caixa.

Tipos - SAÍDA	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Fornecedores	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000
Folha de pagamento	264.000	264.000	264.000	264.000	264.000
FGTS	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000
Impostos s/ vendas	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000
Aluguéis	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000
Financiamentos equip.	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000
Manut. de veículos	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000
Despesas diversas	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000
Custo legais - multas (previsão)	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
Total	454.000	454.000	454.000	454.000	454.000

Fonte: O autor.

Figura 16 – Tipos de Saída do Fluxo de Caixa.

Tipos - SAÍDA	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Fornecedores	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000
Folha de pagamento	264.000	264.000	264.000	264.000	264.000
FGTS	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000
Impostos s/ vendas	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000
Aluguéis	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000
Financiamentos equip.	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000
Manut. de veículos	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000
Despesas diversas	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000
Custo legais - multas (previsão)	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
Total	454.000	454.000	454.000	454.000	454.000

Fonte: O autor.

Figura 17 – Saldo do Fluxo de Caixa.

Tipos - Saldo	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Saldo do Projeto	- 454.000	- 277.000	- 269.920	- 262.557	- 254.899

Fonte: O autor.

Figura 18– Saldo do Fluxo de Caixa.

Tipos - Saldo	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Saldo do Projeto	- 246.935	- 238.652	- 230.039	- 221.080	- 211.763

Fonte: O autor.

Conforme verifica-se, a partir dos valores apresentados pelo fluxo de caixa em questão, o retorno financeiro proposto pelo projeto, mediante a problematização oferecida pelo trabalho e os valores monetários utilizados pela análise, não é positivo em relação a um novo modelo de negócio na cidade Muriaé, MG.

A fim de verificar a veracidade da informação sobre a viabilidade do negócio, foi-se calculado o valor presente líquido (VPL) do projeto, com uma taxa média de juros de 4%, como pode-se ver na figura 19 abaixo, reiterando a inviabilidade financeira do projeto.

Figura 19– Análise VPL.

Tipo - VPL	Ano 10
Taxa (anual)	4%
VPL	-R\$ 2.297.910

Fonte: O autor.

Em contrapartida, nota-se que a população total da cidade de Muriaé, segundo o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), é de aproximadamente 109 mil habitantes, levando em consideração uma média de 3 habitantes por residência. Dessa forma, existem

aproximadamente 36 mil residências disponíveis para expansão da internet da Algar Telecom, o que demonstra a imensa possibilidade de expansão de um serviço de qualidade, alinhada à um aumento de expansão estrutural necessária para atendimento em grandes proporções.

Por fim, conclui-se que projeto implementado não ter-se-á um IRC (ou *Payback*) no período analisado, ou seja, apesar do projeto ser viável tecnicamente, não se justifica financeiramente sua implementação.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÃO

Este capítulo fornece as considerações finais referentes ao tema abordado, apontando observações feitas no decorrer dos estudos teóricos e práticos.

Durante o Capítulo 1, as redes de acesso foram contextualizadas, de forma que os leitores pudessem entender a importância dos sistemas de comunicação e sua utilização na estrutura econômica globalizada. O Capítulo 2 forneceu as informações necessárias para compreender a temática envolvida neste trabalho, baseando-se na economia global, no cenário atual das tecnologias de informação e no panorama das telecomunicações atuais no Brasil, visando o focar na garantia da qualidade dos serviços prestados, através da legislação em vigência da ANATEL. O Capítulo 3 detalhou os conceitos teóricos e técnicos necessários para o desenvolvimento do presente trabalho, a fim de destacar a problematização do trabalho, que tem como guia a análise do julgado proferido na comarca.

Por fim, o capítulo 4 enriquece o trabalho com os resultados teóricos e práticos obtidos na dissertação, demonstrando a capacidade de análise voltada para questões de implementação do projeto, demonstrando que apesar do entendimento da problematização vigente, os recursos financeiros que são necessários para melhoria da capacidade do atendimento e qualidade dos serviços dificultam o desenvolvimento do empreendedorismo na região em questão para ganhos em médio prazo, sem um aumento estrutural.

O presente trabalho busca evidenciar a dificuldade da população brasileira de encontrar serviços de qualidade e que, principalmente, possam contar com o prestador de serviço de forma eficiente, não somente no que diz respeito ao serviço em sua forma singular, mas ao mesmo tempo, à preocupação com o ser humano e à necessidade de difusão de uma política de empatia, pois muitas vezes o atendimento que o cliente procura não é algo que ofereça somente o melhor serviço, mais que seja algo humano e acolhedor.

REFERÊNCIAS

- [1] GOMES, M. C. S; **Rede de Gestão de Telecomunicações (TMN)**. Tese de Mestrado – Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia. p. 1-211, 1993.
- [2] MALIK, A.”**Network Management and control systems and strategic issues**”, IEEE Communications Magazine. Março, 1990.
- [3] BEIRES, N. “**Rede de Gestão de Telecomunicações: uma abordagem global à gestão das telecomunicações públicas**”. Centro de estudos de telecomunicações da Telecom Portugal, Aveiro.
- [4] PIAU, D. B.; CARRIJO, G. A. **Projeto de dimensionamento de enlace de rádio**. p. 1-5, 2012.
- [5] AGRAWAL, G. P. **Sistemas de comunicação por fibra óptica**. Elsevier Editora Ltda, Rio de Janeiro. 4 ed. p. 1 – 714, 2014.
- [6] KEISER, G. **Comunicações por fibras ópticas**. National Taiwan University of Science and Technology. AMGH Editora Ltda. 4 ed. p. 1-191, 2014.
- [7] ALMEIDA, M. A. F. R. **Introdução ao LTE – Long Term Evolution**. Telefonia celular. FITEC Inovações tecnológicas e Teleco Inteligência em Telecomunicações. p. 2 – 28, 2012.
- [8] LOPES, S. C.N. **Fibra Óptica na Rede de Acesso: Cenários de Evolução**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Electrónica e Telecomunicações. Universidade de Aveiro, 2011.
- [9] **ANACOM**. Acesso em 25 de agosto de 2011. Disponível em: <https://www.anacom.pt/render.jsp?contentId=1072656>.
- [10] DUARTE, M. O. A.; COELHO, S.; CARRILHO, D. C.; MADUREIRA, R. C.; SILVA, J. M.; FÉLIX, H. S. **Custos Associados às Infraestruturas de Telecomunicações à Escala Local**. Relatório Interno. Aveiro: GSBL. Fevereiro, 2011.
- [11] LARANGEIRA, S. M. G. **Reestruturação no setor de telecomunicações: aspectos da realidade internacional**. Revista Latinoamericana de *estudios del trabajo*, Relações industriais, análises comparativas, São Paulo, ano 4, no. 8, 1998b.
- [12] COSTA, M. C. **Mudanças institucionais e privatização na década de 90: uma comparação entre Europa e América Latina no setor de telecomunicações**. Águas de Lindóia: ALAST, 1996. Trabalho apresentado no II Congresso Latino-americano de Sociologia do Trabalho.
- [13] PESSINI, J. E. **Modelos de regulação e políticas públicas em telecomunicações**. In: **COUTINHO, Luciano et al. Telecomunicações, globalização e competitividade**. Campinas: Papirus, 1995. p.273-333.
- [14] RUDUIT, S. **Relações Interfirmas e Emprego: Estudo de uma rede de empresas em telecomunicações**. Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Sociologia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.
- [15] PASTE. **Programa de Recuperação e Ampliação do Sistema de Telecomunicações e do Sistema Postal**. Brasília: Ministério das Comunicações, 1997.

- [16] COUTINHO, L. et al. **Introdução: telecomunicações, globalização e competitividade.** Telecomunicações, globalização e competitividade. Campinas: Papyrus, 1995. p.13-38.
- [17] WALTER, Jorge y GONZÁLES, Cecilia. **Empresas y sindicatos en la telefonía Argentina privatizada.** *La privatización de las telecomunicaciones* na América Latina. Buenos Aires: Eudeba, 1998. p.37-74.
- [18] RUELAS, A. L. **Las telecomunicaciones mexicanas: claroscuros de la desregulación.** *Chicago: Latin American Studies of Association*, 1998. Trabalho apresentado no XXI Congresso de *Latin American Studies Association*.
- [19] WALTER, J. **Privatizaciones y relaciones laborales en la telefonía latinoamericana.** Revista Latinoamericana de *estudios del trabajo*, Relações industriais, análises comparativas, São Paulo, ano 4, no. 8, p.89-107, 1998.
- [20] VASCONCELOS, S. R.G. **Desenvolvimento global de produtos: O papel das subsidiárias brasileiras de fornecedoras de equipamentos do setor de telecomunicações.** Tese apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Doutor em Engenharia, 2003.
- [21] PGT/USP. **Relatório Parcial do Projeto de Pesquisa – GICEG: Gestão da inovação para a competitividade empresarial brasileira no contexto de globalização e informatização da economia: o caso do setor de telecomunicações.** Projeto de pesquisa realizado por PGT/USP (Núcleo de Política e Gestão Tecnológica / Universidade de São Paulo), Dez, 2002.
- [22] NASCIMENTO, J. **Telecomunicações.** Makron Books, São Paulo, Brasil. 2000. p. 340.
- [23] RIBEIRO, G.S. **Transmissão de Rádio Sobre Fibra.** Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-graduação Lato Sensu da Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie, como requisito parcial para a obtenção do Título de Especialista em Telecomunicações. São Paulo, 2012.
- [24] WALDMAN, H. YACOURB, M. **Telecomunicações: Princípios e Tendências.** Érica. São Paulo, Brasil. 1997, p. 287.
- [25] BASÍLIO LAGE, L. ALCÂNTARA DE OLIVEIRA, M. C. **Estudo de uma Rede de Acesso Via Fibra Óptica.** Projeto Final de Graduação. Universidade de Brasília, 2006
- [26] SANCHES, V. C. **A Evolução do LTE até o padrão 4G de 1Gbits/s.** Revista de Tecnologia da informação e comunicação, Vol. 3, No. 1. São Paulo, 2013.
- [27] ANATEL, **Tabela de Alocação.** Acesso em 05 de junho de 2018. Disponível em: <http://www.anatel.gov.br/>
- [28] Bernhard Schulz, **Rohde & Schwarz Application Note 1MA176.** Acesso em 05 de junho de 2018. Disponível em: <http://www.rohde-schwarz.com/>
- [29] *Jeanette Wannstrom, for 3GPP.* Acesso em 05 de junho de 2018. Disponível em: <http://www.3gpp.org/Carrier-Aggregation-explained>
- [30] **Ministério das Comunicações do Brasil.** Acesso em 07 de junho de 2018. Disponível em: <http://www.mc.gov.br/acoes-e-programas/tv-digital>

[31] M. Kottkamp, Rohde & Schwarz *Application Note 1MA166*. Acesso em 07 de junho de 2018. Disponível em: <http://www.rohde-schwarz.com/>

[32] M. Kottkamp, A. Roessler, J. Schlien, Rohde & Schwarz *Application Note 1MA169*. Acesso em 07 de junho de 2018. Disponível em: [http://www.rohde-schwarz.com.](http://www.rohde-schwarz.com/)

[33] Gerenciamento de projetos. I. *Project Management Institute II*. Título: Guia PMBOK. Acesso em 23 de agosto de 2020. Disponível em: [www.PMI.org](http://www.pmi.org)

[34] BRASIL. **Lei Geral de Telecomunicações. Lei nº 9.472, de 16 de julho de 1997**. Brasília, DF. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19472.htm>. Acesso em: 23 de novembro de 2020.

[35] TELEBRASIL. **Plc 79/16 É a Principal Reforma Microeconômica na Agenda do Congresso. Associação Brasileira de Telecomunicações, 2019**. Disponível em: http://www.telebrasil.org.br/newsletter/028_03plc.html>. Acesso em: 23 de novembro de 2020.

[36] BEPPU, Ana Claudia et al. **À Espera de um Ano Decisivo para o Setor Brasileiro de Telecomunicações**. Migalhas, 2018. Disponível em: <https://www.migalhas.com.br/depeso/293518/a-espera-de-um-ano-decisivo-para-o-setor-brasileiro-de-telecomunicacoes>>. 23 de novembro de 2020.

[37] BRASIL. **Políticas Públicas de Telecomunicações. Decreto nº 9.612, de 17 de dezembro de 2018. Brasília, DF**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Decreto/D9612.htm>. Acesso em: 23 de novembro de 2020.

[38] BRASIL. **Lei nº 13.879. 3 de outubro de 2019**. Brasília, DF. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/lei/L13879.htm>. Acesso em: 23 de novembro de 2020.

[39] POSSEBON, Samuel. **Publicada a Lei 13.879/2019, com o Novo Modelo de Telecomunicações. Teletime, Save Produções Editoriais, 2019**. Disponível em: <https://teletime.com.br/04/10/2019/publicada-a-lei-13-879-2019-com-o-novo-modelo-de-telecomunicacoes/>>. Acesso em: 28 de novembro de 2020.

[40] ANATEL. **PLC 79/16 Perguntas Frequentes**. Agência Nacional de Telecomunicações, 2019.

[41] CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Projeto de Lei da Câmara nº 79**. Senado Federal, 2016. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/127688>>. Acesso em: 28 de novembro de 2020.

[42] BRASIL. **Fundo de Universalização dos Serviços de Telecomunicações**. Lei nº 9.998, de 17 de agosto de 2000. Brasília, DF. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9998.htm>. Acesso em: 28 de novembro de 2020.

[43] SILVEIRA, André. **Anatel Vai Encaminhar Proposta de Alteração da Lei do Fust ao MCTIC**. Teletime, Save Produções Editoriais, 2019. Disponível em: <<https://teletime.com.br/21/05/2019/anatel-vai-encaminhar-proposta-de-alteracao-da-lei-do-fust-ao-mctic/>>. 28 de novembro de 2020.

[44] ANATEL. **Plano Estrutural de Redes de Telecomunicações - PERT. Dados. Agência Nacional de Telecomunicações, 2019**. Disponível em: <<https://www.anatel.gov.br/dados/pert>>. Acesso em: 28 de novembro de 2020.

[45] AQUINO, Miriam. **Anatel Aprova Plano para Levar 3G e 4G a 15 Milhões de Brasileiros sem os Serviços e a 2,5 Mil Cidades com Internet Lenta**. TeleSintese. Momento Editorial, 2019. Disponível em: <<https://www.telesintese.com.br/anatel-aprova-plano-para-levar-3g-e-4g-a-15-milhoes-de-brasileiros-sem-os-servicos-e-a-25-mil-cidades-com-internet-muito-lenta/>>. Acesso em: 28 de novembro de 2020.

[46] ANATEL. **Regulamento de Qualidade dos Serviços de Telecomunicações. Resolução nº 717, de 23 de dezembro de 2019. Agência Nacional de Telecomunicações**. Brasília, DF. Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br/legislacao/resolucoes/2013/465-resolucao-614>>. Acesso em: 28 de novembro de 2020.

[47] ANATEL. **Qualidade dos Serviços. Dados**. Agência Nacional de Telecomunicações, 2020. Disponível em: <<https://www.anatel.gov.br/dados/controle-de-qualidade>>. Acesso em: 28 de novembro de 2020.

[48] VENTURA, Manoel. **Planos de Expansão de Banda Larga Não Cumprem as Metas. Economia. O Globo. Editora Globo S/A, 2018**. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/economia/planos-de-expansao-de-banda-larga-nao-cumprem-as-metas-22930935>>. Acesso em: 28 de novembro de 2020.

[49] TELEBRAS. **Quem Somos. Institucional. Telecomunicações Brasileiras S.A.** Disponível em: <<https://www.telebras.com.br/aceso-a-informacao/institucional/>>. Acesso em: 28 de novembro de 2020.

[50] GOVERNO DO BRASIL. **Obter Conexão de Internet GESAC. Inclusão Digital. Ciência e Tecnologia. Governo do Brasil**. Disponível em: <<https://www.gov.br/pt-br/servicos/obter-conexao-de-internet-gesac>>. 28 de novembro de 2020.

[51] ANATEL. **Programa Banda Larga nas Escolas - PBLE. Setor Regulado. Agência Nacional de Telecomunicações, 2019**. Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br/setorregulado/plano-banda-larga-nas-escolas>>. Acesso em: 28 de novembro de 2020.

[52] ANATEL. **Telefonia Móvel - Municípios Atendidos. Setor Regulado**. Agência Nacional de Telecomunicações, 2019. Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br/setorregulado/telefonia-movel-universalizacao>>. Acesso em: 28 de novembro de 2020.

- [53] ANATEL. **Plano Geral de Metas de Universalização. Setor Regulado.** Agência Nacional de Telecomunicações, 2019. Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br/setorregulado/plano-geral-de-metas-de-universalizacao>>. Acesso em: 28 de novembro de 2020.
- [54] BRASIL. **Normas Gerais para Implantação e Compartilhamento da Infraestrutura de Telecomunicações.** Lei nº 13.116, de 20 de abril de 2015. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/L13116.htm>. Acesso em: 28 de novembro de 2020.
- [55] AMATO, Fábio et al. **Demora na Emissão de Licenças para Antenas Ameaça Instalação da Rede 5G no Brasil.** Tecnologia. Economia. G1. Globo Comunicação e Participações S.A, 2019. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/tecnologia/noticia/2019/06/01/demora-na-emissao-de-licencas-para-antenas-ameaca-instalacao-da-rede-5g-no-brasil.ghtml>>. Acesso em: 28 de novembro de 2020.
- [56] ANATEL. **Regulamento do Serviço Móvel Pessoal.** Resolução nº 477, de 7 de agosto de 2007. Agência Nacional de Telecomunicações. Brasília, DF. Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br/legislacao/resolucoes/2007/9-resolucao-477>>. Acesso em: 28 de novembro de 2020.
- [57] NASCIMENTO, Juarez Quadros do. **20 Anos de Privatização das Telecomunicações. Agência Nacional de Telecomunicações, 2018.** Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br/institucional/noticias-destaque/2021-20-anos-de-privatizacao-das-telecomunicacoes>>. Acesso em: 28 de novembro de 2020.
- [58] PATHLOSS. **Descrição detalhada.** Pathloss, 2020. Disponível em: <<https://software.com.br/p/pathloss>>. Acesso em: 29 de novembro de 2020.
- [59] MIYOSHI. E. M; SANCHES, C. A. **Projetos de Sistemas de Rádio.** 4. ed. São Paulo: Érica, 2010.
- [60] TELECO, **Seção: tutoriais transmissões.** Disponível em: <https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialrdig/pagina_2.asp>. Acesso em: 30 de novembro de 2020.
- [61] ANATEL, **Resolução nº 717, de 23 de dezembro de 2019.** Disponível em: <<https://www.anatel.gov.br/legislacao/resolucoes/2019/1371-resolucao-717#>>. Acesso em: 30 de novembro de 2020.
- [62] TJMG, **Tribunal de Justiça de Minas Gerais.** Disponível em: <<https://www.tjmg.jus.br/portal-tjmg/jurisprudencia/consulta-de-jurisprudencia>>. Acesso em: 30 de novembro de 2020.
- [63] ARTIGO 186, **Artigo 186 da Lei nº 10.406 de 10 de janeiro de 2002.** Disponível em: <<https://www.jusbrasil.com.br/topicos/10718759/artigo-186-da-lei-n-10406-de-10-de-janeiro-de-2002>>. Acesso em: 30 de novembro de 2020.

- [64] ARTIGO 927, **Artigo 927 da Lei nº 10.406 de 10 de janeiro de 2002**. Disponível em: <<https://www.jusbrasil.com.br/topicos/10677854/artigo-927-da-lei-n-10406-de-10-de-janeiro-de-2002>>. Acesso em: 30 de novembro de 2020.
- [65] ARTIGO 2, **Artigo 2 da Lei nº 8.078 de 11 de setembro de 1990**. Disponível em: <<https://www.jusbrasil.com.br/topicos/10608698/artigo-2-da-lei-n-8078-de-11-de-setembro-de-1990>>. Acesso em: 30 de novembro de 2020.
- [66] ARTIGO 3, **Artigo 3 da Lei nº 8.078 de 11 de setembro de 1990**. Disponível em: <<https://www.jusbrasil.com.br/topicos/10608617/artigo-3-da-lei-n-8078-de-11-de-setembro-de-1990>>. Acesso em: 30 de novembro de 2020.
- [67] ARTIGO 14, **Artigo 14 da Lei nº 8.078 de 11 de setembro de 1990**. Disponível em: <<https://www.jusbrasil.com.br/topicos/10606184/artigo-14-da-lei-n-8078-de-11-de-setembro-de-1990>>. Acesso em: 30 de novembro de 2020.
- [68] INEPAD CONSULTING, **Estudo de viabilidade econômica de uma empresa**. Disponível em: <<https://blog.inepadconsulting.com.br/saiba-como-e-feito-o-estudo-de-viabilidade-economica-de-uma-empresa/#:~:text=Um%20estudo%20de%20viabilidade%20econ%C3%B4mica,de%20uma%20empresa%20em%20pr%C3%A1tica>>. Acesso em: 30 de novembro de 2020.
- [69] GOOGLE EARTH, **Google Earth**. Disponível em: <<https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>>. Acesso em: 30 de novembro de 2020.
- [70] PIAU, DIEGO DE BRITO, **Projeto de Dimensionamento de enlace de rádio**. Dezembro de 2014.
- [71] ALGAS FRANQUIAS, **Programa de Franquias Algar**. Disponível em: <<https://www.algarfranquias.com.br/>>. Acesso em: 30 de novembro de 2020.
- [72] BNDES, **Banco Nacional de Desenvolvimento**. Disponível em: <<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/>>. Acesso em: 30 de novembro de 2020.
- [73] IBGE, **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 30 de novembro de 2020.