

**CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL
DEPARTAMENTO DE ENSINO, PESQUISA, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DIRETORIA DE ENSINO
CENTRO DE ESTUDOS DE POLÍTICA, ESTRATÉGIA E DOCTRINA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS**

CAP QOBM/Comb. **RAMON SILVA MENDONÇA**



MODERNIZAÇÃO DO SERVIÇO DE TELEFONIA FIXA DO CBMDF

**BRASÍLIA
2021**

CAP QOBM/Comb. **RAMON** SILVA MENDONÇA

MODERNIZAÇÃO DO SERVIÇO DE TELEFONIA FIXA DO CBMDF

Trabalho monográfico apresentado ao Centro de Estudos de Política, Estratégia e Doutrina como requisito para conclusão do Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal.

Orientador: TEN-CEL QOBM/Comb. **JEANN** WILSON AGUIAR CAVALCANTE

BRASÍLIA
2021

CAP QOBM/Comb. **RAMON SILVA MENDONÇA**

MODERNIZAÇÃO DO SERVIÇO DE TELEFONIA FIXA DO CBMDF

Trabalho monográfico apresentado ao Centro de Estudos de Política, Estratégia e Doutrina como requisito para conclusão do Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal.

Aprovado em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

André Telles Campos – Ten-Cel. QOBM/Comb.
Presidente

Ivaldo José de Almeida – Ten-Cel. QOBM/Comb.
Membro

Herlanio Leite **Gonçalves** – Maj. QOBM/Comb.
Membro

Jeann Wilson Aguiar Cavalcante – Ten-Cel. QOBM/Comb.
Orientador

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO

AUTOR: Cap. QOBM/Comb. Ramon Silva Mendonça

TÍTULO: Modernização do serviço de telefonia fixa do CBMDF.

DATA DE DEFESA: 22/11/2021.

Acesso ao documento
<input type="checkbox"/> Texto completo <input checked="" type="checkbox"/> Texto parcial <input type="checkbox"/> Apenas metadados
Em caso de autorização parcial, especificar a(s) parte(s) que deverá(ão) ser disponibilizadas: Todo o trabalho poderá ser disponibilizado, com exceção dos anexos contendo os orçamentos.

Licença
DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO EXCLUSIVA O referido autor: a) Declara que o documento entregue é seu trabalho original, e que detém o direito de conceder os direitos contidos nesta licença. Declara também que a entrega do documento não infringe, tanto quanto lhe é possível saber, os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade. b) Se o documento entregue contém material do qual não detém os direitos de autor, declara que obteve autorização do detentor dos direitos de autor para conceder ao CBMDF os direitos requeridos por esta licença, e que esse material cujos direitos são de terceiros está claramente identificado e reconhecido no texto ou conteúdo do documento entregue. Se o documento entregue é baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o CBMDF, declara que cumpriram quaisquer obrigações exigidas pelo respectivo contrato ou acordo. LICENÇA DE DIREITO AUTORAL Na qualidade de titular dos direitos de autor da publicação, autorizo a Biblioteca da Academia de Bombeiro Militar disponibilizar meu trabalho por meio da Biblioteca Digital do CBMDF, com as seguintes condições: disponível sob Licença Creative Commons 4.0 International, que permite copiar, distribuir e transmitir o trabalho, desde que seja citado o autor e licenciante. Não permite o uso para fins comerciais nem a adaptação desta. A obra continua protegida por Direito Autoral e/ou por outras leis aplicáveis. Qualquer uso da obra que não o autorizado sob esta licença ou pela legislação autoral é proibido.

Ramon Silva Mendonça

Cap. QOBM/Comb.

À minha esposa, que me ensina
diariamente o significado do amor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao nosso bom Deus, por mais esta oportunidade de cumprir uma importante etapa na minha carreira.

À minha esposa, Jessica, pelo apoio incondicional, sem o qual a finalização deste trabalho não seria possível.

Ao meu orientador, Ten-Cel. Jeann, que foi o precursor do desenvolvimento do tema, e pelos sábios ensinamentos.

Aos meus pais, Roberto e Lourdes, e meu irmão, Ten. Rommel, que sempre me apoiaram nos caminhos por mim trilhados.

Aos colegas de turma do CAO, pelo companheirismo e camaradagem em todos os momentos do curso.

RESUMO

O Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal atualmente utiliza um sistema telefônico convencional, o qual não atende plenamente à demanda, principalmente devido a problemas de infraestrutura e de otimização dos recursos. Para contornar este problema, é necessária a migração do serviço telefônico existente para um sistema que utiliza a Internet como rede de suporte, chamada de telefonia IP ou VoIP. Grandes operadoras do ramo das telecomunicações já realizaram a migração de seus serviços de voz para essas tecnologias, haja vista que os recursos de infraestrutura são otimizados, resultando em menores custos, tanto para as provedoras, quanto para os usuários. Com a finalidade de expor a problemática, realizou-se pesquisa bibliográfica e documental. Dessa forma, apresentaram-se os sistemas existentes e identificaram-se os ramais necessários e a capilaridade da rede corporativa. Adicionalmente, para sugerir uma solução, providenciou-se levantamento de preços da contratação do serviço e da aquisição dos equipamentos. Com esse arcabouço, foi possível indicar a forma de implantação mais vantajosa com base no princípio da economicidade.

Palavras-chave: GDFNet. *Softphone*. Telefonia IP. VoIP.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Alexander Graham Bell	22
Figura 2 – D. Pedro na Exposição da Filadélfia	23
Figura 3 – Interligação entre assinantes	25
Figura 4 – Principais componentes de um telefone.....	26
Figura 5 – Diagrama de interconexão de operadoras	27
Figura 6 – Alguns componentes da Internet.....	33
Figura 7 – Cenários possíveis no uso do serviço VoIP	35
Figura 8 – Dispositivos que suportam <i>Softphones</i>	38
Figura 9 – Dispositivos utilizando <i>softwares</i> inerentes ao ambiente de trabalho	39
Figura 10 – Rack com comutadores da camada de enlace	41
Figura 11 – Elementos que compõem um sistema telefônico IP.....	42
Figura 12 – Telefone e computador conectados por um ponto de rede	44
Figura 13 – Quadro de riscos da contratação de solução de telefonia VoIP	46
Figura 14 – Rede metropolitana GDFNet.....	55
Figura 15 – Quadro da conectividade das Unidades do CBMDF	58
Figura 16 – Rack de rede corporativo de SIERRA III.....	58
Figura 17 – Rack de rede corporativo do 2º ESAV	59
Figura 18 – Rack de rede corporativo do BUC.....	59
Figura 19 – Ponto de rede GDFNet no Depósito do CESMA	60
Figura 20 – Comparação dos custos das soluções.....	65
Figura 21 – Comparação com o contrato de telefonia vigente	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tarifas em vigor no Contrato nº 47/2016	29
Tabela 2 – Minutos tarifados entre 02/03/21 e 01/07/21	29
Tabela 3 – Valores médios de chamadas tarifas.....	30
Tabela 4 – Tráfego de voz tarifado.....	30
Tabela 5 – Quantificação de ramais corporativos	53
Tabela 6 – Tráfego de voz tarifado nas Cotações A e B	62
Tabela 7 – Valores totais das Cotações A e B	62
Tabela 8 – Balizamento dos preços da contratação da solução	63
Tabela 9 – Balizamento dos preços da aquisição da solução	63
Tabela 10 – Comparação da média mensal dos custos.....	64
Tabela 11 – Valores liquidados no Contrato nº 047/2016	66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

2º ESAV	2º Esquadrão de Aviação Operacional
ABM	Academia de Bombeiro Militar
AJGER	Ajudância Geral
ANATEL	Agência Brasileira de Telecomunicações
ASCOP	Assessoria para Acordos de Cooperação
AUDIT	Auditoria
BUC	Brasília Ultraleve Clube
CAO	Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais
CBMDF	Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal
CEABM	Centro de Assistência Bombeiro Militar
CECAF	Centro de Capacitação Física
CECOM	Centro de Comunicação Social
CEFAP	Centro de Formação e Aperfeiçoamento de Praças
CEINT	Centro de Inteligência
CEMEV	Centro de Manutenção de Equipamentos e Viaturas
CEPED	Centro de Estudos de Política, Estratégia e Doutrina
CESMA	Centro de Suprimento e Material
CETOP	Centro de Treinamento Operacional
CIOB	Centro Integrado de Operações de Brasília
COCB	Centro de Operações e Comunicações Bombeiro Militar
COGED	Corregedoria
COGER	Comando-Geral
COSEA	Centro de Orientação e Supervisão de Ensino Assistencial
CPO	Comissão de Promoção de Oficiais
CPP	Comissão de Promoção de Praças
CTROL	Controladoria
DDD	Discagem Direta a Distância
DDI	Discagem Direta Internacional
DEALF	Departamento de Administração Logística e Financeira
DEPCT	Departamento de Ensino, Pesquisa, Ciência e Tecnologia
DERHU	Departamento de Recursos Humanos

DESEG	Departamento de Segurança contra Incêndio
DIEAP	Diretoria de Estudos e Análise de Projetos
DIGEP	Diretoria de Gestão de Pessoal
DINAP	Diretoria de Inativos e Pensionistas
DINVI	Diretoria de Investigação de Incêndio
DIREN	Diretoria de Ensino
DIREP	Diretoria de Pesquisa, Ciência e Tecnologia
DISAU	Diretoria de Saúde
DITIC	Diretoria de Tecnologia da Informação e Comunicação
DIVIS	Diretoria de Vistorias
EMG	Estado-Maior-Geral
GAEPH	Grupamento de Atendimento de Emergência Pré-Hospitalar
GAVOP	Grupamento de Aviação Operacional
GBM	Grupamento de Bombeiro Militar
GBS	Grupamento de Busca e Salvamento
GDF	Governo do Distrito Federal
GDFNET	Rede Corporativa do Governo do Distrito Federal
GPCIU	Grupamento de Prevenção e Combate a Incêndio Urbano
GPRAM	Grupamento de Proteção Ambiental
INTERNET	Rede Global
IP	<i>Internet Protocol</i> (Protocolo da Internet)
ISDN	<i>Integrated Services Digital Network</i> (Rede Digital de Serviços Integrados)
LAN	<i>Local Area Network</i> (Rede da Área Local)
MPLS	<i>Multiprotocol Label Switching</i> (Comutação de Rótulo Multiprotocolo)
NCUST	Núcleo de Custódia
OBM	Organização Bombeiro Militar
OTIC	Objetivo Estratégico de Tecnologia da Informação e Comunicação
OUVID	Ouvidoria
PBX	<i>Private Branch Exchange</i>
PC	<i>Personal Computer</i>

PDTIC	Plano Diretor de Tecnologia da Informação e Comunicação
PLANES	Plano Estratégico do CBMDF
PODON	Policlínica Odontológica
POMED	Policlínica Médica
PSTN	<i>Public Switched Telephone Network</i> (Serviço Telefônico Fixo Comutado)
QCG	Quartel do Comando-Geral
RDSI	Rede Digital de Serviços Integrados
RICBMDf	Regimento Interno do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal
RTPC	Rede Telefônica Pública Comutada
SEI	Sistema Eletrônico de Informações
SEPLA	Seção de Planejamento
SERED	Seção de Redes
SETEL	Seção de Telecomunicações e Infraestrutura
SIP	<i>Session Initiation Protocol</i> (Protocolo de Iniciação de Sessão)
SSRAM	Subseção de Reciclagem e Alienação de Material
STFC	Serviço Telefônico Fixo Comutado
SUBCG	Subcomando-Geral
TCP	<i>Transmission Control Protocol</i> (Protocolo de Controle de Transmissão)
TELEBRÁS	Telecomunicações Brasileiras S.A.
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
UDP	<i>User Datagram Protocol</i> (Protocolo de Datagramas do Usuário)
VoIP	<i>Voice over IP</i> (Voz sobre IP)
WAN	<i>Wide Area Network</i> (Rede de Área Ampla)

LISTA DE SÍMBOLOS

Kbit/s	kilobit por segundo (10^3 bit por segundo)
mA	miliampere
Mbit/s	Megabit por segundo (10^6 bit por segundo)
Md	mediana
Me	média
min	minuto
V	volt

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Definição do problema	15
1.2 Justificativa	17
1.3 Objetivos.....	18
1.4 Hipóteses.....	19
1.5 Definição de termos	19
2 REVISÃO DA LITERATURA	22
2.1 O surgimento dos sistemas telefônicos	22
2.2 Sistemas telefônicos comutados por circuitos	25
2.3 Serviço vigente no CBMDF	28
2.4 A extinção dos sistemas telefônicos comutados por circuitos.....	30
2.5 Redes de comunicação de dados e a Internet.....	31
2.6 Sistemas telefônicos comutados por pacotes.....	34
2.7 Funcionalidades do VoIP	37
2.8 Garantia de Qualidade de Serviço no VoIP	40
2.9 Componentes básicos de um sistema telefônico baseado em IP.....	41
2.10 Processo de contratação de solução VoIP no CBMDF	45
3 METODOLOGIA	47
3.1 Escopo.....	47
3.2 Classificação da pesquisa	48
3.3 Procedimentos técnicos.....	48
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
4.1 Quantificação da demanda de ramais corporativos.....	51
4.2 Análise da cobertura da GDFNet.....	54
4.3 Levantamento de custos da locação e da aquisição.....	60
4.4 Indicação da forma de implantação mais vantajosa	64
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
REFERÊNCIAS	70
ANEXOS	75
ANEXO A – Cotação A	76

ANEXO B – Cotação B.....	78
ANEXO C – Cotação C	80
ANEXO D – Cotação D	82
ANEXO E – Cotação E.....	85
ANEXO F – Cotação F	88

1 INTRODUÇÃO

O Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (CBMDF) possui diversas atribuições definidas na Constituição Federal de 1988, na Lei nº 8.255/1991 (que dispõe sobre a organização básica do CBMDF) e nas legislações correlatas. Com o intuito de sempre melhorar os processos, utiliza o seu Plano Estratégico (PLANES) para a concretização do respectivo processo histórico e gerencial.

Dentre os diversos objetivos constantes no PLANES vigente, destaca-se o Objetivo Estratégico nº 6, que consiste em “Garantir a infraestrutura apropriada às atividades operacionais e administrativas”.

Para se fomentar um suporte necessário a todas as atividades desempenhadas, é imprescindível que o serviço telefônico seja de qualidade, a fim de agilizar e melhorar a eficiência dos processos. A Corporação, hoje, conta com um sistema telefônico convencional, que não supre plenamente a demanda, principalmente devido a problemas de infraestrutura e de otimização dos recursos.

A solução para o contorno deste problema é a migração do serviço telefônico tradicional para um sistema que utiliza a Internet como rede de suporte, denominado telefonia IP ou VoIP (Voz sobre IP). Grandes operadoras de telecomunicações já migraram seus serviços de comunicação por voz para essas tecnologias, pois os recursos de infraestrutura são otimizados, resultando em menos custos, tanto para as provedoras, quanto para os usuários.

Desta forma, este trabalho teve como objetivo propor um serviço de telefonia pela Internet que supra a demanda de comunicação telefônica fixa do CBMDF.

1.1 Definição do problema

Ao longo do tempo, o mundo sofre transformações cada vez mais rápido. Isso ocorre devido à chegada e à expansão da grande rede de computadores (Internet) no começo dos anos 1990. O seu advento possibilitou o surgimento de novas tecnologias de comunicação. Uma das inúmeras que apareceram e ganham mais espaço é a telefonia IP.

O serviço telefônico no CBMDF ainda utiliza uma estrutura convencional de telefonia, em que se utilizam cabos de cobre energizados para estabelecer a comunicação. Este sistema telefônico encontra-se em fase de extinção em todo o mundo, e, no Distrito Federal, existe, atualmente, somente um provedor desta solução.

Adicionalmente, há uma demanda reprimida de linhas telefônicas existentes devido ao alto custo de instalação e de manutenção destes ramais que utilizam o sistema, resultando em locais que não dispõem de telefone fixo. Essa problemática surge pela grande capilaridade que o CBMDF possui no território do Distrito Federal, visto que nem todos os locais possuem uma rede telefônica estabelecida apropriadamente. Essa necessidade de ramais pode ser solucionada com a utilização de um sistema integrado à rede corporativa, que atenda a todas as Organizações Bombeiro Militar (OBM).

A Diretoria de Tecnologia da Informação e Comunicação (DITIC), em atenção ao Decreto Distrital nº 40.015/2019, publicou o Plano Diretor de Tecnologia da Informação e Comunicação (PDTIC), com vigência entre os anos de 2021 e 2022. Nele estão presentes Objetivos Estratégicos de TIC (OTIC), sendo que o OTIC-5 está descrito para “promover a modernização da infraestrutura de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC)”. No seu inventário de necessidades, uma delas é a “contratação de solução VoIP”. Dessa forma, observa que um instrumento legal da corporação já demanda a modernização da telefonia corporativa.

A necessidade da modernização da telefonia para um serviço baseado na Internet mostra-se, segundo o PDTIC, como a saída para o estabelecimento de um canal de comunicação rápido e eficiente entre diferentes setores da corporação, reduzindo o tempo de tramitação de processos e aumentando a produtividade. Ademais, os custos de manutenção podem ser reduzidos com a implantação de um sistema suportado pela rede corporativa.

Portanto, era necessário o delineamento de uma solução que substitua o serviço utilizado atualmente. O problema do trabalho traduziu-se na seguinte pergunta:

Qual a melhor forma de implantar a telefonia fixa baseada na Internet no CBMDF, tendo em vista a utilização de uma tecnologia ultrapassada que está sendo extinta pelas empresas prestadoras deste serviço?

1.2 Justificativa

Atualmente, o CBMDF utiliza um serviço telefônico que atende boa parte de suas Unidades. Contudo, o serviço fornecido é baseado em um antigo padrão telefônico, que se encontra em fase de extinção por existirem soluções de mercado mais eficientes e com menor custo. Além disso, com o advento da pandemia, muitos militares passaram para o regime de teletrabalho, situação que a telefonia corporativa não abrange.

A Instituição dispõe de uma rede de dados corporativa que atende a todas as Organizações Bombeiro Militar. Cada Unidade é interligada pela rede metropolitana denominada GDFNet, infraestrutura mantida e administrada pelo Governo do Distrito Federal (GDF) para interconectar todos os órgãos públicos locais. O seu modelo permite a implantação de um sistema telefônico aproveitando a infraestrutura de fibra óptica para transmissão dos sinais de voz, que é a solução amplamente fornecida pelo mercado atualmente.

A maior parte das grandes operadoras de telecomunicações já migraram ou estão em fase de transferência de suas soluções para que sejam suportadas pela Internet, já que a utilização de tecnologias com uma base de suporte unificada resulta em otimização dos recursos, com menos custos de manutenção e facilidade de acesso ao assinante devido à grande capilaridade da Internet nos dias atuais.

A utilização da Internet para prover o serviço de telefonia traz consigo, além dos benefícios já mencionados, uma série de funcionalidades que o sistema telefônico tradicional não dispõe. Uma delas é a utilização de programas que permitem a utilização do ramal pelo celular ou pelo computador pessoal. Essa característica é de fundamental importância para a comunicação de usuários que estiverem no regime de teletrabalho.

O presente trabalho também se justificou pelos planos institucionais, com base no Objetivo Estratégico nº 6 constante no PLANES 2017-2024, que é "Garantir a

infraestrutura apropriada às atividades operacionais e administrativas", e voltado para a iniciativa do Objetivo nº 6 "Prover as OBMs de infraestrutura necessária ao desempenho de suas atividades".

Em relação ao PDTIC 2021-2022, este projeto está relacionado com o objetivo estratégico nº 5 de TIC (OTIC), "Garantir a infraestrutura apropriada às atividades operacionais e administrativas", que é idêntico ao objetivo estratégico nº 6 do PLANES 2017-2024. Também existe a demanda no inventário de necessidades a serem atendidas até o final de 2022, constando como a contratação de solução VoIP.

Complementarmente, esclarece-se que o presente estudo foi de interesse deste Oficial, que possui formação acadêmica na área de Engenharia de Telecomunicações, e responde pela função de Chefe da Seção de Planejamento (SEPLA) da Diretoria de Tecnologia da Informação e Comunicação (DITIC). Dentre as funções da Seção, conforme o Regimento Interno do CBMDF (RICBMDf), tornado público no Suplemento ao BG nº 223, de 1º de dezembro de 2021, encontram-se as premissas de "Planejar, organizar, dirigir e controlar projetos no âmbito da DITIC" (CBMDF, 2020b, p. 94).

1.3 Objetivos

Objetivo Geral:

Apresentar estudo sobre a forma mais vantajosa para implantação da telefonia VoIP no CBMDF.

Objetivos Específicos:

- Apresentar os tipos de sistemas telefônicos existentes;
- Quantificar a demanda de ramais corporativos;
- Analisar se a GDFNet abrange todas as Unidades do CBMDF;
- Levantar custos da locação e da aquisição da solução com fornecedores;
- Indicar a forma de implantação mais vantajosa para o CBMDF.

1.4 Hipóteses

O estudo propôs analisar a melhor das seguintes hipóteses para a modernização do sistema telefônico:

- A aquisição da infraestrutura necessária para a implantação do sistema telefônico pela Internet é a solução mais vantajosa para o CBMDF;

- A contratação do serviço telefônico pela Internet por meio de uma central telefônica virtual é a solução mais vantajosa para o CBMDF.

1.5 Definição de termos

Bits por segundo: unidade de medida de taxa de transmissão de dados (Kurose; Ross, 2013).

Bring Your Own Device (BYOD): política implementada por diversas empresas que permite ao funcionário utilizar os seus próprios equipamentos para acessar aos sistemas administrativos (Positivo Tecnologia, 2021).

Central Telefônica ou Private Branch Exchange (PBX): dispositivo responsável pela comutação de sinais entre os usuários (Martins *et al.*, 2003).

Comutação de circuitos: forma de comunicação em que a reserva de recursos é realizada no momento da comutação, sendo o meio disponibilizado para outro usuário somente após o término da conexão (Martins *et al.*, 2003).

Comutação de pacotes: forma de comunicação na qual não há reserva prévia de recursos do meio, sendo a capacidade do canal compartilhada com todos os usuários presentes (Martins *et al.*, 2003).

Comutação: é todo o processo envolvido para acessar o assinante “B”. Este processo inicia-se no momento em que o assinante “A” tira o telefone do gancho e só termina quando o assinante “B”, ligado no outro extremo da linha, atende à chamada (Sérgio, 2021).

Comutador da camada de enlace ou switch: comutador de pacotes que geralmente é utilizado em redes de acesso (Kurose; Ross, 2013).

Comutador de pacotes: dispositivo de rede que encaminha o pacote que está chegando em um de seus enlaces de entrada para um de seus enlaces de comunicação de saída (Kurose; Ross, 2013).

E1: padrão de comunicação telefônica que entrega sobre um enlace 32 canais, dos quais 30 canais simultâneos para transmissão e recepção de chamadas, 1 canal para sincronismo e 1 canal para sinalização (Kofre, 2021).

Enlace ou *link*: meio que interconecta sistemas finais e comutadores de pacotes (Kurose; Ross, 2013).

Gateway: primeiro roteador de uma rede, também chamado de roteador de borda padrão (Kurose; Ross, 2013).

Qualidade de Serviço ou *Quality of Service (QoS)*: priorização de um determinado tipo de tráfego em relação ao restante do tráfego da rede por meio de dispositivos de rede, como o comutador da camada de enlace (Coelho, 2014).

Rede Digital de Serviços Integrados (RDSI) ou *Integrated Services Digital Network (ISDN)*: Rede que funciona sobre a infraestrutura da STFC, sendo que neste caso os sinais são digitalizados antes de serem transmitidos (Teleco, 2021b).

Roteador ou *Router*: comutador de pacotes utilizado principalmente no núcleo da rede (Kurose; Ross, 2013).

Serviço Telefônico Fixo Comutado (STFC) ou *Public Switched Telephone Network (PSTN)*: serviço de telecomunicações, o qual, por meio da transmissão de voz e de outros sinais, destina-se à comunicação entre pontos fixos determinados, utilizando-se processos de telefonia (Teleco, 2021c).

Softphone: aplicativo multimídia capaz de realizar múltiplas funções, como: ligações telefônicas; chamadas de vídeos; encaminhamento de mensagens de texto, imagens, entre outros, via Internet (Sincronismo, 2021).

Teletrabalho: forma de trabalho realizada em lugar distante do escritório e/ou centro de produção, que permita a separação física e que implique o uso de uma nova tecnologia facilitadora da comunicação (Cardoso, 2021).

Tronco SIP (Protocolo de Iniciação de Sessão ou *Session Initiation Protocol*): programa que simula um sistema de telefonia convencional (Queiroga, 2021).

2 REVISÃO DA LITERATURA

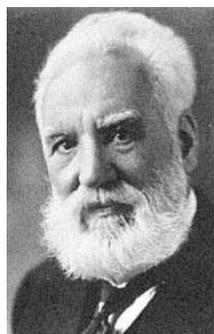
2.1 O surgimento dos sistemas telefônicos

Martins *et al.* (2003), ao abordar o conteúdo de telefonia, introduz brevemente o surgimento dos sistemas telefônicos, desde os experimentos iniciais até a chegada dos primeiros aparelhos no Brasil. Os ensinamentos expostos pelos autores são fundamentais para o entendimento da temática deste trabalho, e por isso, constam no início da revisão bibliográfica.

De maneira análoga a outras áreas da Engenharia Elétrica e ciências modernas, a telefonia iniciou-se a partir da descoberta e do desenvolvimento, tanto da eletricidade, como do magnetismo, cujos estudos começaram em 1830 pelo inglês Michael Faraday. No período compreendido entre 1830 e 1900, os cientistas descobriram as aplicações deste ramo da ciência, tornando-as imprescindíveis nas rotinas diárias. Nesse sentido, o telefone, artefato cuja invenção é atribuída a Alexander Graham Bell, consistiu em uma das primeiras aplicações.

Alexander Graham Bell nasceu em 1847, na cidade de Edimburgo, na Escócia. Parte do seu interesse na reprodução de sons vocais advém do trabalho de seu pai, Alexander Melville Bell, um especialista na correção da fala e no ensino de deficientes auditivos.

Figura 1 – Alexander Graham Bell



Fonte: Martins *et al.* (2003)

Alexander Graham Bell mudou-se para a cidade norte-americana de Boston, estado de Massachusetts, em 1871. Exercia o cargo de professor de fisiologia vocal na Universidade de Boston, local em que iniciou convenções para professores de pessoas surdas em 1873. De 1873 a 1876, o estudioso realizou inúmeros experimentos os quais o direcionaram para a concepção do telefone.

A patente de sua invenção lhe foi atribuída em 1876. Pouco após, Bell apresentou sua recente descoberta na Exposição do Centenário, na Filadélfia. Necessário ressaltar que o aparelho gerou grande interesse pelo público, inclusive do Imperador Dom Pedro II, grande entusiasta de inovações tecnológicas, o qual encomendou cerca de 100 aparelhos para o Brasil.

Dessa forma, o Brasil constituiu-se em um país pioneiro a ter telefones em funcionamento. Uma das versões sobre a chegada do primeiro aparelho ao país afirma que D. Pedro II o teria recebido como presente do próprio Graham Bell. O aparelho teria começado a funcionar em janeiro de 1877, no Palácio de São Cristóvão (Museu Nacional), na Quinta da Boa Vista, com uma linha que ligava ao centro da cidade.

Figura 2 – D. Pedro na Exposição da Filadélfia



Fonte: Martins *et al.* (2003)

Como o aparelho era bastante rudimentar, era necessária uma linha ponto-a-ponto para permitir a chamada com o outro assinante, uma vez que ainda não existia a central telefônica, conforme aponta Aventuras na História (2021).

O elegante aparelho do imperador, cuja réplica está no Museu das Telecomunicações do Rio de Janeiro, era bem diferente do que se entende por telefone hoje. E nem era um só. Em 1878, não haviam nem inventado a telefonista ainda, muito menos o disco.

[...]

As linhas eram instaladas de ponto a ponto, e um aparelho se comunicava apenas e diretamente com outro. Assim, o imperador tinha um aparelho para cada ministro.

[...]

A central telefônica — e as telefonistas — chegaria em 1879, permitindo com que se falasse com qualquer outro aparelho. (Aventuras na História, 2021).

A expansão de rede telefônica no Brasil se deu ao longo do século XX, com o estabelecimento de diversos enlaces, o início da produção de aparelhos no país, e a criação de estatais do ramo, conforme elenca Portal São Francisco (2021).

O Telefone no Brasil

[...]

1910: Foi inaugurado o primeiro cabo submarino para ligações nacionais entre Rio de Janeiro e Niterói.

[...]

1923 – 11 de janeiro: [...] Foi instalada, em São Paulo, a primeira central automática do País, que dispensava o auxílio da telefonista.

1932 – 28 de janeiro: Foram inaugurados os circuitos rádio telefônicos Rio de Janeiro – Buenos Aires, Rio de Janeiro – Nova York e Rio de Janeiro – Madri.

[...]

1960: Inicia-se, no Brasil, a fabricação de peças e equipamentos telefônicos.

[...]

1972 – 11 de julho: O Poder Executivo foi autorizado a constituir a Telecomunicações Brasileiras S/A – Telebrás, através da Lei 5972 que instituía a política de exploração de serviços de telecomunicações.

[...]

1997 – 16 de julho: Sancionada pelo Presidente da República a Lei Geral das Telecomunicações – LGT nº 9.472 que: regulamenta a quebra do monopólio estatal do setor; autoriza o governo a privatizar todo o Sistema Telebrás e cria a Anatel – Agência Nacional de Telecomunicações, com a função de órgão regulador das Telecomunicações. É uma entidade integrante da Administração Pública Federal indireta, submetida a regime autárquico especial e vinculada ao Ministério das Comunicações.

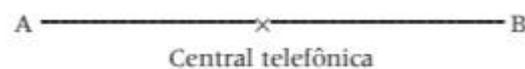
1998 – 29 de julho: De acordo com a nova Lei Geral das Telecomunicações, acontece a privatização do Sistema Telebrás na Bolsa de Valores do Rio de Janeiro. (Portal São Francisco, 2021).

2.2 Sistemas telefônicos comutados por circuitos

Segundo Sérgio (2021), comutação consiste em todo o processo envolvido para um assinante “A” acessar o assinante “B”. Este processo inicia-se no momento em que o assinante “A” tira o telefone do gancho e só termina quando o assinante “B”, ligado no outro extremo da linha, atende à chamada.

A informação telefônica, de acordo com Jesjensky (2004), é essencialmente bilateral, sendo necessário um canal do assinante “A” para o “B”, e um do assinante “B” para o “A”. A situação mais simples seria a de dois fios interligando estes assinantes por meio de conexões feitas em centrais de comutação ou telefônicas.

Figura 3 – Interligação entre assinantes



Fonte: Jesjensky (2004)

De acordo com Kurose e Ross (2013), as redes de telefonia tradicionais são exemplos de redes de comutação de circuitos. Nessas redes, os recursos necessários para oferecer a comunicação entre os sistemas finais são reservados pelo período da chamada.

A denominação de comutação de circuitos relaciona-se ao princípio de funcionamento da chamada. Conforme Martins *et al.* (2003), nesta forma de comutação, a reserva de recursos do meio é feita no momento do estabelecimento da comunicação e perdura até o término da conexão.

Diante desse cenário, é relevante mencionar a figura do aparelho telefônico convencional como o terminal de comunicação do usuário. De acordo com Martins *et al.* (2003), o aparelho telefônico é o responsável pela origem e recepção das ligações.

O aparelho telefônico é o responsável pela origem e recepção das ligações. Apesar de seu aspecto simples, ele desempenha um grande número de operações. Suas funções incluem:

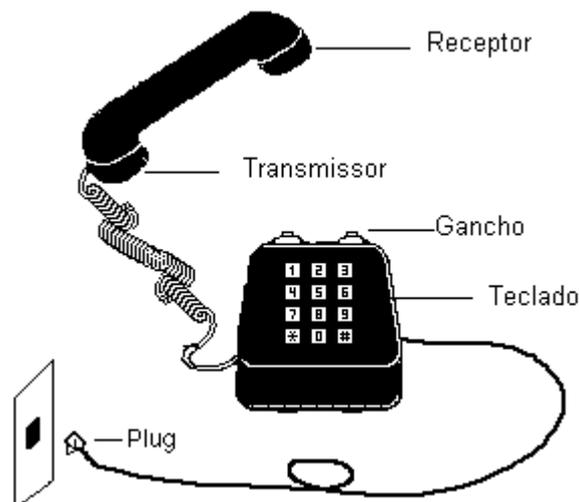
- Solicitação para o uso do sistema telefônico, quando o monofone é levantado
- Indicar que o sistema está pronto para uso, por meio da recepção do tom de discar
- Enviar o número do telefone chamado ao sistema

- Indicar o estado da ligação, por meio de sinalização acústica
- Acusar o recebimento de uma ligação, com o toque da campainha
- Converter a voz em sinais elétricos para a transmissão
- Ajustar automaticamente a mudança de potência
- Sinalizar ao sistema o término de uma ligação. (Martins *et al.*, 2003, p. 11).

Ainda segundo os autores, no sistema telefônico comutado por circuitos, os telefones funcionam com tensão contínua de – 48 V (quando estão “no gancho”), e corrente de operação que varia de 20 a 80 mA. Ou seja, necessita de uma alimentação elétrica contínua.

De acordo com Jeszenksy (2004), uma bateria central, localizada junto à central telefônica, é responsável pelo fornecimento desta corrente de alimentação do telefone através do cabo.

Figura 4 – Principais componentes de um telefone

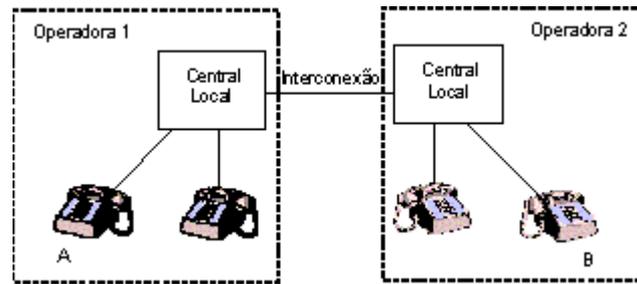


Fonte: Martins *et al.* (2003)

O modo de funcionamento básico da rede corresponde a uma operadora que presta o serviço (seja local ou de longa distância) ao usuário assinante. A operadora prestadora do serviço é aquela que possui a central e a rede de acesso à qual o terminal do assinante está conectado.

Conforme escreve Jeszensky (2004), considerando as centrais telefônicas, verifica-se que elas devem comutar as conexões entre os assinantes. A Figura 5 ilustra a situação.

Figura 5 – Diagrama de interconexão de operadoras



Fonte: Teleco (2021c)

Martins *et al.* (2003) enumera algumas características dessa forma de comutação.

Comutação de circuitos: Na comutação de circuitos, a reserva de recursos do meio é feita no momento da comutação e perdura até o término da conexão. Dessa forma, é garantida uma quantidade fixa da capacidade do meio para o assinante. Isso significa que um usuário sempre vai possuir aquela quantidade fixa da capacidade, não importa quantos usuários estejam presentes. Se toda capacidade estiver alocada e um usuário adicional tentar fazer-se presente, ele será desprezado. (Martins et al.,2003, p. 44).

Kurose e Ross (2013) enfatizam que os defensores da comutação de circuitos alegam que ela é ideal para serviços de tempo real (como ligações telefônicas e chamadas de vídeo). Já para os críticos, a principal desvantagem é a ociosidade dos circuitos dedicados durante os períodos de silêncio. Por exemplo, quando um dos participantes de uma chamada telefônica para de falar, os recursos da rede que não estão sendo utilizados naquele momento não podem ser compartilhados para outras conexões em andamento.

Teleco (2021a) destaca que, segundo a Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), o Serviço Telefônico Fixo Comutado - STFC (em inglês, *Public Switched Telephone Network - PSTN*) é o serviço de telecomunicações que, por meio da transmissão de voz e de outros sinais, destina-se à comunicação entre pontos fixos determinados, utilizando processos de telefonia.

Já Silva (2017) menciona a STFC como Rede Telefônica Pública Comutada (RTPC), mas com o mesmo princípio de funcionamento comutado por circuitos.

A telefonia convencional denominada Rede Telefônica Pública Comutada (RTPC), é composta por linhas de par metálico que interliga o usuário A a uma central telefônica que por sua vez comuta por meio de circuitos eletrônicos a ligação para o usuário B, podendo ser analógica ou digital (ANDREOLLA, 2015). O termo comutação é denominado quando se estabelece uma comunicação do usuário A com o elemento B. (Silva, 2017, p. 23).

Outra tecnologia de comunicação telefônica de comutação de circuitos é a Rede Digital de Serviços Integrados – RDSI (em inglês, *Integrated Services Digital Network* - ISDN). Segundo Origiweb (2021), é uma tecnologia que permite às operadoras de telefonia fixa a transmissão simultânea de dados, voz e vídeos.

A RDSI funciona sobre a infraestrutura da STFC, sendo que neste caso os sinais são digitalizados antes de serem transmitidos. Segundo Teleco (2021b) a digitalização e a codificação dos sinais de comunicação surgiram com a finalidade de trazer maiores benefícios e otimização dos serviços de telecomunicação para o usuário e para os provedores.

2.3 Serviço vigente no CBMDF

Atualmente, o CBMDF conta com um serviço telefônico que utiliza a comutação de circuitos. A provedora do serviço vigente é a empresa Oi S.A., mediante Contrato nº 047/2016, constante no Processo SEI nº SEI-053-046372/2016.

A referida empresa foi a herdeira da grande infraestrutura de telefonia pertencente à Estatal Telecomunicações Brasileiras S.A. (Telebrás), privatizada em 1998, conforme Folha de São Paulo (2021), e reativada em 2010, porém com propósitos distintos da telefonia.

De acordo com Plaza (2021), a Telemar foi uma holding criada em 1998, a partir da fragmentação da Telebrás para a privatização das empresas de telecomunicações. A operadora Oi foi estabelecida em 2002 e representava o serviço de telefonia móvel da Telemar. A partir de 2007, passou a representar todos os serviços prestados pela holding.

Alguns anos mais tarde, em 2009, a Oi adquiriu a Brasil Telecom. Esta aquisição resultou no acesso à grande infraestrutura da telefonia fixa do país, conforme Canaltech (2021).

Acerca do contexto da corporação, é cabível expor que, na lista telefônica atualizada, que se encontra publicada no site institucional do CBMDF, datada de 24 de fevereiro de 2021, existem mais de 500 (quinhentas) linhas ativas. Segundo informações repassadas pelo executor do Contrato nº 047/2016, algumas OBM não possuem ramal telefônico fixo devido à carência da infraestrutura da STFC.

Foram verificados os boletos para pagamento das faturas referentes aos meses de março, abril, maio e junho de 2021, constantes no Processo SEI nº SEI-053-046372/2016. Pode-se averiguar o tráfego de voz tarifado referente todos os contatos institucionais, seja para contatos telefônicos fixos ou móveis.

Para o devido cálculo do tráfego, obteve-se as tarifas vigentes no mesmo processo. Os valores estão em vigor desde setembro de 2020, com duração de 15 (quinze) meses, conforme Apostilamento nº 4 ao Contrato nº 47/2016 (Protocolo 50506240), no qual o Diretor de Contratações e Aquisições fez o último reajuste contratual. Na Tabela 1, observa-se as tarifas.

Tabela 1 – Tarifas em vigor no Contrato nº 47/2016

DESCRIÇÃO	TARIFA (R\$)
Chamadas locais p/ fixo	0,06251
Chamadas locais p/ móvel	0,44285

Fonte: Apostilamento nº 4 (Documento SEI-GDF 50506240), Processo SEI 046372/2016

Na Tabela 2, constam os valores, em reais, dos minutos tarifados por todos os ramais, tanto para ligações locais para contatos fixos quanto móveis, no período compreendido de 2 de março de 2021 a 1º de julho de 2021. Também constam os processos de referência do Sistema Eletrônico de Informações com os documentos de referência.

Tabela 2 – Minutos tarifados entre 02/03/21 e 01/07/21

PERÍODO	CHAMADAS PARA FIXO (R\$)	CHAMADAS PARA MÓVEL (R\$)	Nº PROCESSO SEI	REQUISIÇÃO
02/03 a 01/04/2021	1.742,74	7.252,68	00053-00104347/2021-01	64624878
02/04 a 01/05/2021	1.691,59	5.990,16	00053-00104347/2021-01	64624878
02/05 a 01/06/2021	1.503,92	5.457,56	00053-00135587/2021-49	67918663
02/06 a 01/07/2021	1.433,92	5.161,42	00053-00135587/2021-49	67918663

Fonte: O autor, com informações da Seção de Telecomunicações e Infraestrutura

Com as informações obtidas a respeito dos minutos tarifados, foi possível calcular os valores médios de chamadas locais para telefones fixos e para celulares no período, conforme a Tabela 3.

Tabela 3 – Valores médios de chamadas tarifadas

DESCRIÇÃO	VALOR MÉDIO (R\$)
Chamadas locais p/ fixo	1.593,04
Chamadas locais p/ móvel	5.965,45

Fonte: O autor

Para o cálculo do tráfego de voz tarifado, foi realizada a divisão dos valores médios da Tabela 3 pelas tarifas da Tabela 1.

Na Tabela 4, verifica-se a quantidade de minutos tarifados, para chamadas para telefones fixos e para celulares. Ressalta-se que estas minutagens foram utilizadas como referência para cálculo dos tráfegos tarifados dos orçamentos da contratação da solução.

Tabela 4 – Tráfego de voz tarifado

DESCRIÇÃO	TEMPO MÉDIO (MIN)
Minutos tarifados p/ fixo	25.485
Minutos tarifados p/ móvel	13.471

Fonte: O autor

2.4 A extinção dos sistemas telefônicos comutados por circuitos

Com o advento da Internet no início dos anos 1990, houve uma revolução na forma de comunicação entre pessoas, corporações e nações. A influência da grande rede de computadores afetou, inclusive, o tradicional sistema telefônico comutado por circuitos.

De acordo com Coelho (2021), operar duas redes distintas - uma de cobre e uma de Internet - em paralelo para o mesmo serviço não é competitivo. A Rede Telefônica Fixa Comutada (STFC), a qual utiliza a rede de cobre, está em processo de substituição ao chegar ao fim da vida econômica.

Contudo, essa não é uma realidade somente no Brasil. Em diversos países, a rede telefônica convencional está sendo desativada. Conforme Orange Business Services (2021), as empresas desativarão sua rede RDSI ao longo da próxima década. Segundo a fonte, na Eslováquia e Macedônia já houve a migração dos provedores de serviços de telefonia, e companhias da Suíça, Alemanha e Holanda já tornaram públicos seus planos de mudança da rede de suporte.

Por fim, o artigo ainda enfatiza que a migração é inevitável para os provedores destes serviços, uma vez que essas empresas não estão dispostas a operar duas redes separadas para fornecer a mesma solução aos seus usuários, sendo que a rede baseada em IP é suficiente para dar suporte à telefonia e a todos os outros serviços de comunicação.

2.5 Redes de comunicação de dados e a Internet

De acordo com Kurose e Ross (2013), a Internet consiste em uma rede de computadores que interconecta centenas de milhões de dispositivos de computação ao redor do mundo. Há pouco tempo, esses dispositivos eram basicamente computadores de mesa, estações de trabalho Linux, e os chamados servidores que armazenam e transmitem informações, como páginas da Web e mensagens de e-mail. No entanto, cada vez mais sistemas finais modernos da Internet, como televisores, laptops, consoles para jogos, telefones celulares, webcams, automóveis, dispositivos de sensoriamento ambiental, quadros de imagens, e sistemas internos elétricos e de segurança, são conectados à rede.

Segundo os autores, sistemas finais são conectados entre si por enlaces (*links*) de comunicação e comutadores de pacotes. Existem muitos tipos de enlaces de comunicação, os quais são constituídos de diferentes tipos de meios físicos, entre eles, cabos coaxiais, fios de cobre, fibras óticas e ondas de rádio. Enlaces diferentes podem transmitir dados em taxas diferentes, sendo a taxa de transmissão de um enlace medida em bits por segundo.

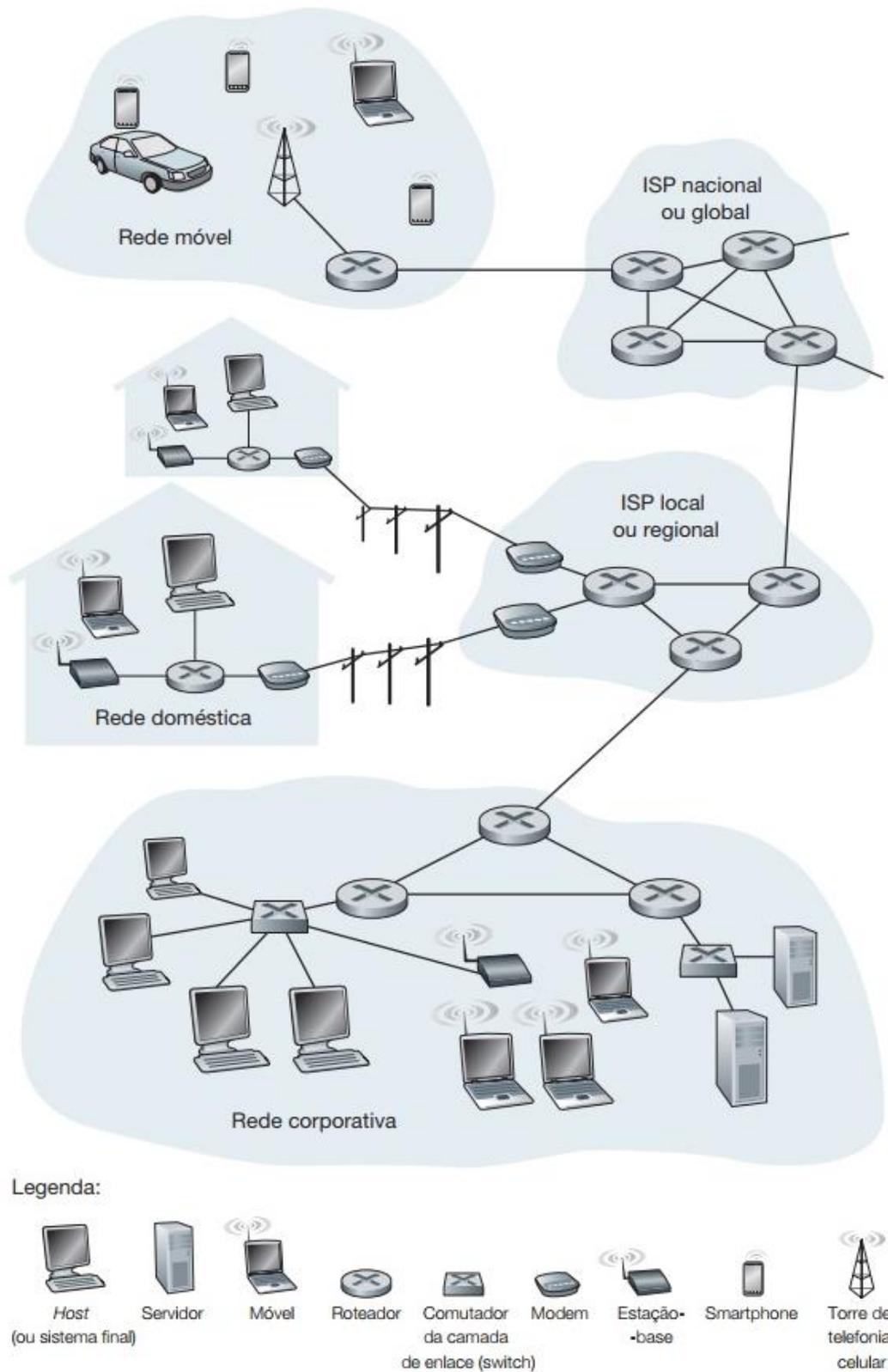
Quando um sistema final possui dados para enviar a outro sistema final, o sistema emissor segmenta esses dados e adiciona dados de cabeçalho a cada segmento. Os pacotes de informações resultantes, conhecidos como pacotes no

jargão de rede de computadores, são enviados através da rede ao sistema final de destino, onde são remontados para os dados originais.

Ainda de acordo com Kurose e Ross (2013), um comutador de pacotes encaminha o pacote que está chegando em um de seus enlaces de entrada para um de seus enlaces de comunicação de saída. Os dois comutadores de pacotes mais proeminentes na Internet atualmente são roteadores e comutadores de camada de enlace. Esses dois tipos de comutadores encaminham pacotes a seus destinos finais. Os comutadores de camada de enlace geralmente são utilizados em redes de acesso, enquanto os roteadores são utilizados principalmente no núcleo da rede.

A Figura 6 ilustra exemplos de arquitetura e componentes das redes.

Figura 6 – Alguns componentes da Internet



Fonte: Kurose e Ross (2013)

2.6 Sistemas telefônicos comutados por pacotes

Após explicar o funcionamento, bem como expor os componentes das redes de dados, definir-se-á a comutação por pacotes ou dados, que é a forma de transmissão de informações utilizada pela Internet.

Conforme Martins *et al.* (2003), ao contrário da comutação de circuitos, na comutação de pacotes não existe reserva de recursos do meio, isto é, a capacidade do canal é compartilhada entre todos os usuários presentes. Isso significa que um usuário pode possuir, em um determinado momento, toda capacidade do canal, assim como pode ter muito menos que o necessário para realizar o serviço desejado. Nesta forma de comutação, nenhum usuário é desprezado por padrão, apesar de existirem mecanismos para tal.

Nessa concepção, encontra-se a forma de comunicação por voz amplamente utilizada mediante comutação de pacotes de dados. De acordo com Costa (2003 apud Lerario, 2005), o *Voice Over IP* (VoIP) consiste na abreviação de Voz sobre IP. Basicamente, essa tecnologia possibilita a transmissão da voz por uma rede que usa o protocolo TCP/IP, por meio da digitalização e codificação deste som, e do empacotamento dos dados gerados em pacotes IP. Salienta-se que, de acordo com Kurose e Ross (2013), os principais protocolos que ditam o funcionamento da Internet são conhecidos como TCP/IP.

De acordo com Ross (2007) VoIP é um serviço de voz que utiliza a rede de dados para a transmissão dos sinais.

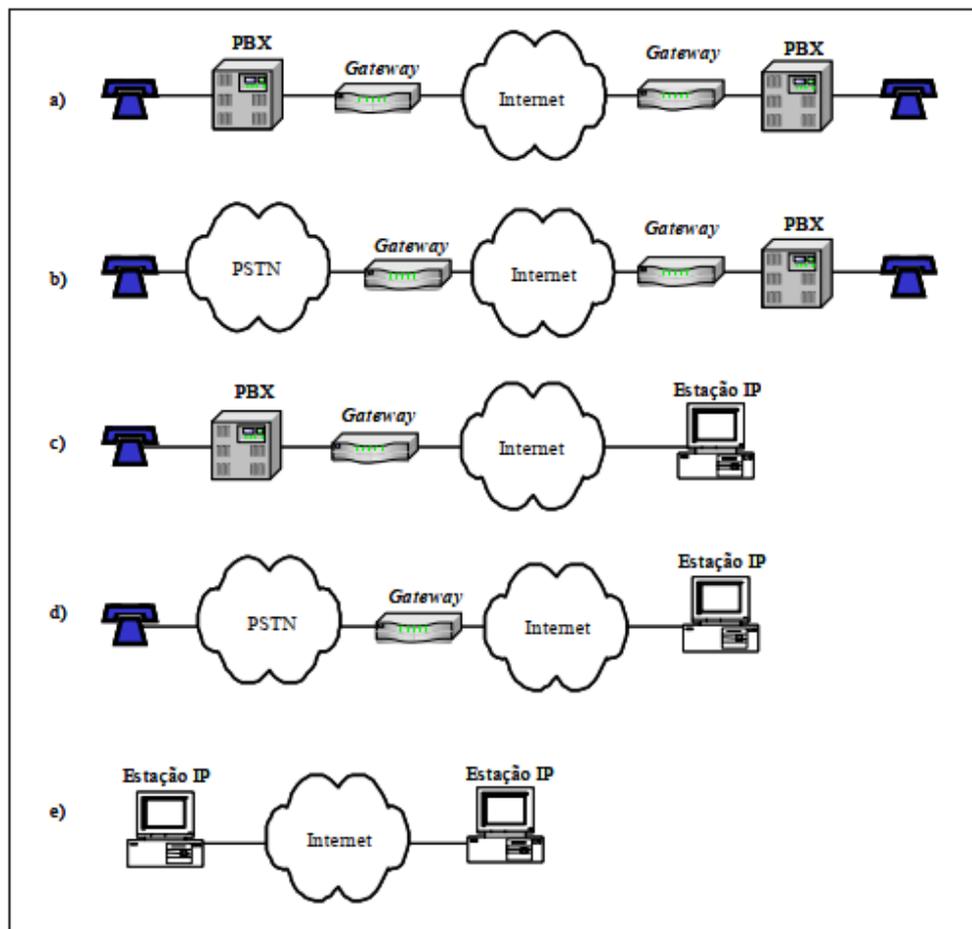
A VoIP consiste no uso das redes de dados que utilizam o conjunto de protocolos TCP/UDP/IP para a transmissão de sinais de voz em tempo real na forma de pacotes. A voz é digitalizada e transmitida usando uma infraestrutura LAN ou WAN. (Ross, 2007, p. 10).

Segundo Coelho (2014), VoIP subsiste no fornecimento de serviços de telefonia utilizando a rede IP para o estabelecimento de chamadas e comunicação de voz. O objetivo da telefonia em redes IP é prover uma forma alternativa aos sistemas tradicionais, mantendo, no mínimo, funcionalidade e qualidade similares, bem como, aproveitando a sinergia da rede de dados para transportar pacotes de voz.

Costa (2003) esclarece que duas modalidades de serviço podem ser consideradas no uso da tecnologia VoIP: o serviço puramente VoIP, onde há a substituição total do PBX (*Private Branch Exchange* – conhecido como central telefônica) por aplicações que implementam os serviços tradicionais de telefonia; e a segunda modalidade, onde são utilizados equipamentos para interligar e adaptar a rede de telefonia tradicional à rede IP, os chamados *gateways* de voz. Essa segunda modalidade permite que usuários da telefonia IP e da telefonia tradicional comuniquem-se, ou que a rede IP possa ser utilizada para interligar PBXs distantes.

O uso da tecnologia VoIP oferece uma série de cenários para os usuários do serviço, como pode ser visto na Figura 7, conforme demonstra Costa (2003).

Figura 7 – Cenários possíveis no uso do serviço VoIP



Fonte: Costa (2003)

No cenário (a), uma chamada é realizada a partir de um ramal para um outro em uma localidade remota interligada através da Internet.
[...]

No cenário (b), a chamada é realizada da rede pública de telefonia para um ramal de uma localidade remota.

[...]

Nos dois cenários seguintes (c) e (d), uma ligação é realizada de um ramal telefônico, ou da telefonia pública, para uma estação com uma VoIP residente. [...] No último cenário (e), é apresentado um ambiente onde as chamadas podem ser realizadas entre estações que têm uma aplicação VoIP residente. (Costa, 2003, p. 16-17).

Silva (2017) cita diversos autores que elencam vantagens do VoIP em relação a telefonia convencional.

A adesão de tecnologias telefônicas inovadoras em empresas tem se tornado muito atrativa na última década no ambiente das telecomunicações, devido à redução de custo de ligações proporcionada via tecnologia digital. Dentre as principais vantagens da tecnologia VoIP em relação a analógica, observa-se além do baixo custo de ligação a facilidade de manutenção de ramais e a flexibilidade, com a presença de um serviço de qualidade e seguro com redução do custo em DDD e DDI, gerando também uma diminuição no número de manutenções, equipamentos e ociosidade da rede (CARDOSO, 2004; CRISTOFOLI; LAGO JUNIOR; FEITERA, 2006; PINHEIRO, 2006). Silva (2017, p. 24).

Segundo Coelho (2014), algumas vantagens oferecidas pela tecnologia são: a possibilidade de redução dos custos com ligações telefônicas, a diminuição dos custos com equipamentos de telefonia utilizando a infraestrutura de informática existente, a viabilidade técnica devido à larga utilização do protocolo IP, e a integração de voz e de dados com novas aplicações.

Não obstante, o autor também demonstra que existem algumas desvantagens, como: a indisponibilidade por falhas em equipamentos, a inoperância da rede e de seus serviços relacionados, questões concernentes à segurança dos servidores, a qualidade de voz e o nível de serviço oferecido ao usuário.

Kurose e Ross (2013) fazem um comparativo entre as duas formas de comutação. Segundo os autores, opositores da comutação de pacotes argumentam que ela não é ideal para serviços de tempo real (como a telefonia). Já os seus defensores sustentam que ela oferece melhor compartilhamento do meio e que sua implementação é mais simples, eficiente e barata.

Os autores citam um exemplo indicando a maior eficiência da comutação de pacotes.

Por que a comutação de pacotes é mais eficiente? Vamos examinar um exemplo simples. Suponha que usuários compartilhem um enlace de 1 Mbit/s. Considere também que cada usuário alterne períodos de atividade, quando gera dados a uma taxa constante de 100 kbits/s, e de inatividade, quando não gera dados. Imagine ainda que o usuário esteja ativo apenas 10% do tempo (e fique ocioso, tomando cafezinho, durante os restantes 90%). Com comutação de circuitos, devem ser reservados 100 kbits/s para cada usuário durante todo o tempo.

[...]

Desse modo, o enlace de comutação de circuitos pode suportar somente 10 (= 1 Mbit/s/100 kbits/s) usuários simultaneamente. Com a comutação de pacotes, a probabilidade de haver um usuário específico ativo é 0,1 (isto é, 10%). Se houver 35 usuários, a probabilidade de haver 11 ou mais usuários ativos ao mesmo tempo é de mais ou menos 0,0004. [...] Quando houver dez ou menos usuários ativos simultâneos (a probabilidade de isso acontecer é 0,9996), a taxa agregada de chegada de dados é menor ou igual a 1 Mbit/s, que é a taxa de saída do enlace. Assim, quando houver dez ou menos usuários ativos, pacotes de usuários fluirão pelo enlace essencialmente sem atraso, como é o caso na comutação de circuitos. [...] Como a probabilidade de haver mais de dez usuários ativos é ínfima nesse exemplo, a comutação de pacotes apresenta, em essência, o mesmo desempenho da comutação de circuitos, mas o faz para mais de três vezes o número de usuários. (Kurose; Ross, 2013, p. 22-23).

2.7 Funcionalidades do VoIP

Devido ao seu funcionamento ser baseado na Internet, o VoIP permite uma série de aplicações extras que são inviáveis de serem implementadas na telefonia tradicional. Uma delas diz respeito a utilização de aplicativos ou *softwares* que simulam o telefone em diversos dispositivos. Um deles é o *softphone*.

Segundo Alacrino (2018) *softphones* são programas que simulam o telefone em um dispositivo conectado à rede.

Os Softphones são programas de computador para clientes receberem chamadas de voz e vídeo sobre a rede IP com a funcionalidade básica dos telefones originais, que geralmente permite integração com Telefone IP e Telefone usb em vez de utilizar o microfone e colunas do PC. (Alacrino, 2018, p. 28).

De acordo com Sincronismo (2021), *softphone* é um aplicativo multimídia capaz de realizar múltiplas funções via Internet.

O softphone nada mais é que um aplicativo multimídia capaz de realizar múltiplas funções, como: ligações telefônicas, chamadas de vídeos, encaminhar mensagens de texto, imagens, entre outros, via internet. A grande diferença para a tecnologia analógica está no fato de não ser necessário utilizar um telefone fixo ou móvel para tal.

Por ser um software, o softphone pode ser instalado em qualquer plataforma que tenha compatibilidade, como computadores pessoais, notebooks, tablets e celulares.

Alguns exemplos de softphone são:
 Skype;
 Whatsapp;
 3CX;
 Facebook Messenger;
 Google Hangouts;
 Tango, entre outros. (Sincronismo, 2021).

Figura 8 – Dispositivos que suportam Softphones



Fonte: Fale mais VoIP (2021)

Uma das vantagens do *softphone* é a comunicação multimídia. Por usar a Internet para se comunicar, é possível realizar chamadas tanto por meio voz, como via chamadas de vídeos, mensagens de textos e transferir arquivos, conforme menciona Fale mais VoIP (2021).

Vantagens de usar um softphone

Como já mencionamos, uma das principais vantagens do uso de um softphone é a redução de custos com telefonia e até custo zero. Além disso, os recursos multimídias são uma grande vantagem, pois permitem ao usuário a troca de informações, dados, documentos e imagens durante a conversação, além de realizar videoconferências. (Fale mais VoIP, 2021).

Considerando a possibilidade de ter um *software* capaz de prover comunicação corporativa em um dispositivo pessoal, vale a pena destacar o princípio do *Bring Your Own Device*.

De acordo com Positivo Tecnologia (2021) *Bring Your Own Device* (BYOD) é uma política implementada por diversas empresas que faculta ao funcionário a opção de uso de dispositivos pessoais para fins laborais.

Surgiu a expressão Bring Your Own Device (BYOD), que descreve uma política implementada por diversas empresas, cujo objetivo é dar ao funcionário a possibilidade de utilizar os seus próprios equipamentos para acesso aos sistemas administrativos. (Positivo Tecnologia, 2021).

A publicação ainda descreve vantagens da metodologia.

Vantagens do BYOD

Os benefícios de utilizar essa estratégia são os mais diversos. Invariavelmente, as organizações que abraçam o BYOD percebem drástica redução de custos ainda no médio prazo.

Economia

O aspecto financeiro é bastante interessante, afinal, os colaboradores passam a pagar a maioria dos custos de aquisição do hardware, serviços de voz e dados, além de outros gastos associados.

[...]

Melhora no clima organizacional

Em diversas experiências já realizadas pelo mercado, foi constatada uma melhora no clima organizacional quando os funcionários recebem autorização para utilizar os seus equipamentos. Os profissionais se sentem mais à vontade em trabalhar com um equipamento personalizado (mais “amigável”).

Aumento de produtividade

Na última pesquisa feita sobre o tema (realizada pela e-Business Brasil), 38% dos gestores que adotaram a estratégia detectaram aumento de produtividade. Existem diversos estudos, no Brasil e no mundo, que mostram o mesmo fenômeno.

Mobilidade

A possibilidade de ter o profissional, dentro da lei, atuando em sua residência, também é uma vantagem do BYOD. (Positivo Tecnologia, 2021).

A Figura 9 mostra uma série de dispositivos pessoais que podem ser utilizados pelos funcionários de um estabelecimento sob a política do BYOD.

Figura 9 – Dispositivos utilizando softwares inerentes ao ambiente de trabalho



Fonte: MDM Advogados (2021)

2.8 Garantia de Qualidade de Serviço no VoIP

O VoIP permite uma série de funcionalidades e aplicações. Entretanto, devido à grande variedade de informações que trafegam na Internet, é de suma importância que os dispositivos de controle de tráfego e encaminhamento de pacotes implementem mecanismos de priorização de certos tipos de dados, a fim de garantir uma qualidade mínima do serviço a ser fornecido ao usuário final.

Segundo Bordim (2010), a Internet faz o “melhor possível” para entregar os pacotes, mas sem garantia alguma. Pacotes podem ser perdidos, atrasados ou entregues fora de ordem. Também afirma que as aplicações atuais, de voz e vídeo principalmente, exigem garantia de Qualidade de Serviço (QoS) para que satisfaçam as necessidades dos usuários. Os parâmetros que definem a qualidade de serviço são intrinsecamente relacionados às aplicações. As aplicações de voz, por exemplo, demandam pouca banda, mas não toleram alto atraso.

Coelho (2014) explana que a priorização do tráfego de voz em relação ao restante do tráfego pode ser assegurada com mecanismos que garantam qualidade de serviço.

A maior parte dos links de dados está muito acima do consumo de seus serviços, mas para redes onde isso não acontece existe a opção de trabalhar com mecanismos que garantam, ao menos, a priorização do tráfego de voz em relação ao restante do tráfego. (Coelho, 2014, p. 73 e 74).

Já Costa (2003), além de mencionar a qualidade de serviço necessária, ressalta que aplicações VoIP demandam uma pequena e constante largura de banda.

O uso de VOIP não implica em mudanças na conectividade da rede com a Internet. Entretanto, aplicações VOIP requerem uma largura de banda relativamente pequena, porém constante, variando entre 20 e 100 Mbps dependendo da compressão de voz utilizada. Neste caso, é recomendado que as conexões com a Internet tenham banda suficiente e que operem com QoS para garantir as necessidades requeridas para manter a qualidade da voz, considerando o número de ligações previsto nestes enlaces. (Costa, 2003, p. 16 e 17).

Um dos dispositivos de rede que implementam essas funcionalidades são os comutadores de pacotes da camada de enlace (ou *switches*), que possuem configurações em suas portas baseadas em protocolos que tornam possível a

priorização dos pacotes relacionados à comunicação por voz. A Figura 10 ilustra um rack com *switches* interligados.

Figura 10 – Rack com comutadores da camada de enlace



Fonte: UFSC (2021)

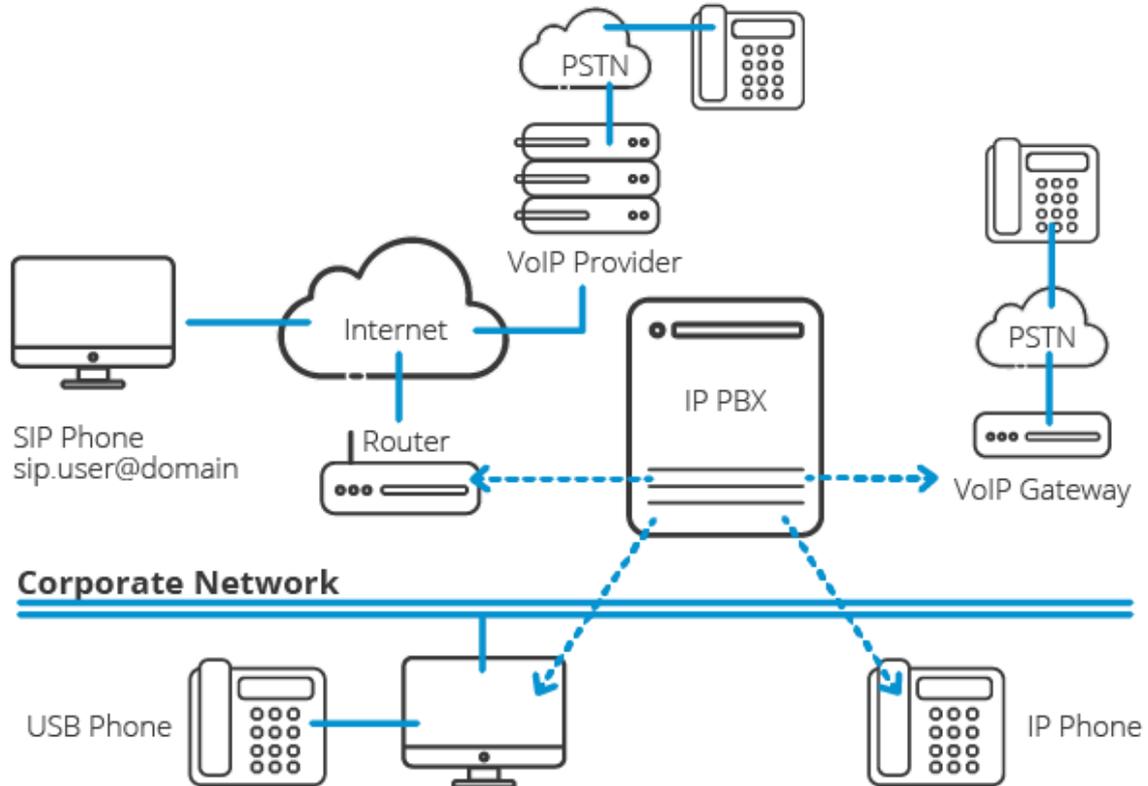
2.9 Componentes básicos de um sistema telefônico baseado em IP

Após a apresentação dos conceitos básicos que envolvem os diferentes sistemas telefônicos e o funcionamento da Internet, é importante citar quais destes elementos são fundamentais para ter uma rede telefônica por IP operante.

Alguns destes dispositivos fazem parte do maquinário pertencente à instituição. Outros compõem elementos da Internet e de provedores de serviços, que são as grandes empresas do ramo de telecomunicações.

Na Figura 11, observam-se os componentes que envolvem uma infraestrutura VoIP.

Figura 11 – Elementos que compõem um sistema telefônico IP



Fonte: 3CX (2021)

A partir da Figura 11, nota-se que existe um elemento central para onde convergem todos os ramais corporativos, identificado como IP PBX. Este equipamento é a central telefônica VoIP, também conhecida como *Private Branch Exchange* (PBX), conforme diz 3CX (2021).

PBX significa Private Branch Exchange, que é uma rede telefônica privada usada dentro de uma empresa ou organização. Os usuários de uma central telefônica PBX podem se comunicar internamente (dentro de sua empresa) e externamente (com o mundo externo), utilizando diferentes canais de comunicação como Voice over IP, ISDN ou analógico. Um PBX também permite que você tenha mais telefones do que linhas de telefone físicas (PSTN) e permite chamadas gratuitas entre usuários. (3CX, 2021).

Os ramais telefônicos na telefonia IP são identificados pela rede como um terminal com número IP qualquer, assim como os computadores. Dessa forma, cada dispositivo telefônico é interconectado à central telefônica por meio de uma rede corporativa. Na telefonia IP, a rede possui a mesma finalidade do Sistema Telefônico Fixo Comutado, dando o suporte para a interconexão dos ramais.

Conforme os conceitos introduzidos a respeito da rede de computadores, a função dos comutadores de pacotes consiste em encaminhar as informações que trafegam na rede para o devido destino. O responsável pelo acesso dos terminais à rede é chamado de comutador da camada de enlace ou *switch*, de acordo com a afirmação de Kurose e Ross (2013).

Um comutador de pacotes encaminha o pacote que está chegando em um de seus enlaces de comunicação de entrada para um de seus enlaces de comunicação de saída. Há comutadores de pacotes de todos os tipos e formas, mas os dois mais proeminentes na Internet de hoje são roteadores e comutadores de camada de enlace. Esses dois tipos de comutadores encaminham pacotes a seus destinos finais. Os comutadores de camada de enlace geralmente são utilizados em redes de acesso, enquanto os roteadores são utilizados principalmente no núcleo da rede. (Kurose; Ross, 2013, p. 3).

Um usuário pode solicitar uma chamada telefônica para um contato de fora da rede da instituição. Caso o contato de destino também possua um telefone IP, ele estará conectado à Internet. A central telefônica, nesta situação, utiliza um programa denominado tronco SIP (Protocolo de Iniciação de Sessão).

De acordo com Queiroga (2021), a indústria de telecomunicações adotou, nos últimos anos, o SIP como padrão para controle de chamadas telefônicas via Internet. O tronco SIP simula um sistema de telefonia convencional. Ele permite que a central telefônica corporativa e a operadora troquem informações através da rede de dados, dispensando uma conexão exclusiva com a operadora. Esta situação está ilustrada na Figura 11 na conexão do IP PBX com o roteador (*router*) que está conectado à Internet.

Na situação de chamadas com destino a contatos fora da corporação, que não utilizem a telefonia IP, a central envia os dados para um comutador de pacotes específico. Neste caso, emprega-se um roteador de borda, visto que se encontra no limite entre a rede corporativa e as outras redes que compõem a web. Normalmente, este roteador é chamado de *gateway*.

O *gateway* apresenta diversas interfaces, definidas como placas com conexões adaptadas ao tipo de rede de destino da chamada. Na situação da telefonia, deseja-se que a central encaminhe uma chamada de um ramal corporativo para um usuário externo. Para isso ser realizado, o *gateway* deve estar interligado à alguma central

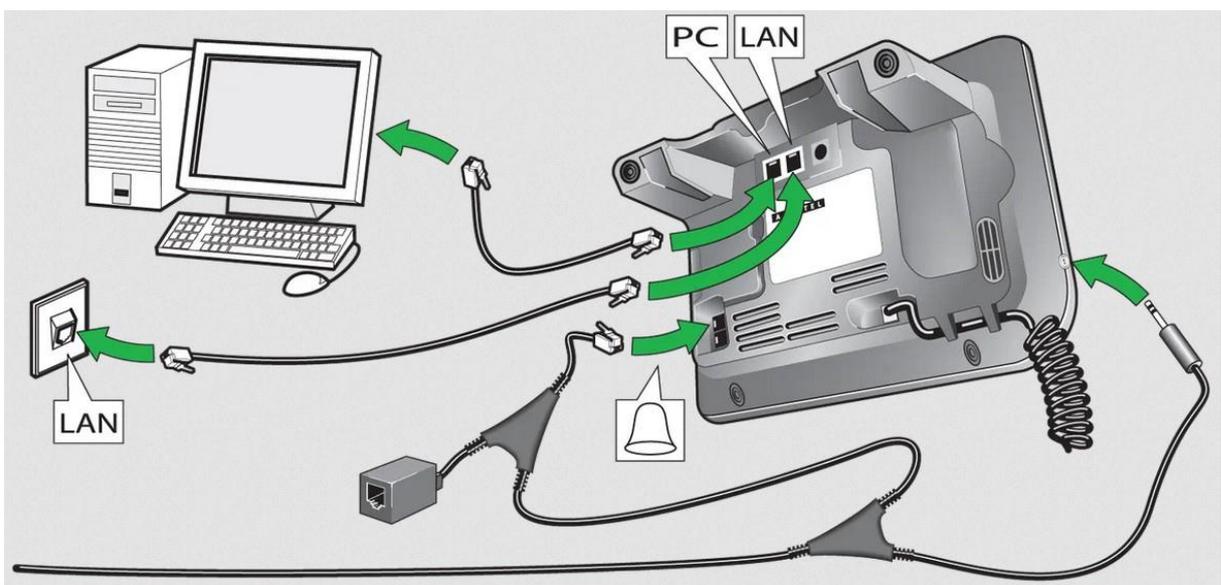
telefônica das grandes provedoras de telefonia que permitem acesso ao sistema convencional (na Figura 11, denominado PSTN). Esse contato é efetivado por uma placa do roteador chamada de placa E1.

E1 é um protocolo de comunicação telefônica. Segundo Kofre (2021), o padrão E1, também conhecido como “Link E-1” ou “Enlace Digital”, entrega sobre um enlace 32 canais, dos quais 30 canais simultâneos são para transmissão e recepção de chamadas, 1 canal para sincronismo e 1 canal para sinalização. A fonte ainda afirma que o protocolo E1 pode transmitir tipos de sinais diferentes utilizando sistemas RDSI. Nesse sentido, por um único tronco E1 são possíveis 30 chamadas simultâneas de ramais que queiram comunicar-se com algum contato o qual não pertença à rede telefônica da instituição.

Os telefones IP podem estar conectados diretamente no comutador da camada de enlace da seção ou podem compartilhar um único cabo de rede com o computador, otimizando a utilização do acesso à rede.

Na Figura 12, visualiza-se um telefone e um computador que compartilham o cabo. O ponto de rede, denominado LAN, é ligado diretamente na conexão LAN do telefone, que, por sua vez, possui um cabo saindo de uma porta nomeada PC para o computador.

Figura 12 – Telefone e computador conectados por um ponto de rede



Fonte: Jabra (2021)

2.10 Processo de contratação de solução VoIP no CBMDF

Encontra-se em andamento na corporação o planejamento da contratação de serviço telefônico prestado por empresas de telecomunicações baseado em IP.

A fase inicial de qualquer contratação ou aquisição de bens e soluções de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) deve seguir os preceitos estabelecidos pela Instrução Normativa nº 01/2019 do Ministério da Economia (Brasil, 2021a). De acordo com o regulamento, diversos artefatos devem ser produzidos, a fim de indicar a solução escolhida, com argumentos técnicos e econômicos, bem como a exposição dos riscos da solução escolhida.

Dessa forma, o CBMDF iniciou o Processo nº 00053-00023727/2021-37, no Sistema Eletrônico de Informações (SEI), a fim de dar prosseguimento à demanda institucional constante no Plano Diretor de Tecnologia da Informação e Comunicação (PDTIC) vigente entre os anos de 2021 e 2022.

Importante mencionar os riscos identificados envolvendo todo o processo, desde o planejamento até a execução contratual, conforme o quadro da Figura 13.

Figura 13 – Quadro de riscos da contratação de solução de telefonia VoIP

RISCO	CAUSAS	PROBAB.	IMPACTO	DANOS
Planejamento deficiente	<ol style="list-style-type: none"> 1. Falta ou alteração (substituição) na indicação dos integrantes para a equipe de planejamento da contratação; 2. Excessiva quantidade de atribuições paralelas ao planejamento para os servidores que compõem a equipe de planejamento. 	Média	Médio	<ol style="list-style-type: none"> 1. Atraso no Planejamento de contratação; 2. Possibilidade de a contratação não conter todos os dados nos aspectos administrativos e/ou técnicos; 3. Não atendimento do cronograma da contratação devido à escassez de tempo para preparação da fase interna da contratação; 4. Não conclusão do processo em tempo hábil, acarretando o atraso nas fases subsequentes.
Projeto Básico (PB) deficiente ou inconsistente	<ol style="list-style-type: none"> 1. Falta de conhecimento de legislação específica; 2. O coordenador encarregado da preparação do PB é de formação na área de Administração e não possui conhecimento específico; 3. Falta de conhecimento técnico para especificar o objeto de forma adequada; 4. Pouco tempo para a confecção do PB; 5. Excesso de atribuições aos responsáveis pela elaboração do PB; 6. Falta de capacitação para orientação de elaboração do PB. 	Média	Alto	<ol style="list-style-type: none"> 1. Especificação com inconsistências técnicas; 2. Elaboração do PB com ausência de itens normativamente previstos.
Atraso na contratação	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demora na fase de planejamento; 2. Descumprimento do cronograma pelas áreas envolvidas; 3. Necessidade de ajuste no PB, por deficiência. 	Média	Alto	<ol style="list-style-type: none"> 1. Descontinuidade na prestação do serviço; 2. Necessidade de provocar a atual prestadora do serviço a permanecer emergencialmente até que se conclua o processo de contratação.
	<ol style="list-style-type: none"> 4. Questionamento pela área de aquisições e assessoria jurídica 	Média	Médio	<ol style="list-style-type: none"> 1. Atrasos, para a publicação, em virtude de apontamento de melhorias, correção de erros, adequação à legislação vigente; 2. Risco de comprometer a evolução dos processos de trabalho.
Subestimação de preços na contratação	<ol style="list-style-type: none"> 1. Contratação com preço acima da média do mercado 	Baixa	Alto	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dano ao erário.

Fonte: Mapa de Riscos CBMDF/DITIC/SEPLA (Documento SEI-GDF 61483268), Processo

SEI 00053-00023727/2021-37

3 METODOLOGIA

Neste capítulo, o trabalho foi classificado de acordo com as categorias mais utilizadas na literatura, além da descrição dos procedimentos realizados para se chegar aos resultados. Para a classificação do trabalho, foram seguidos os ensinamentos tanto de Gil (2017) como Prodanov e Freitas (2013).

3.1 Escopo

O escopo do trabalho envolveu a proposição de uma solução de telefonia IP que englobasse todas as Organizações Bombeiro Militar (OBMs) que possuem contato na lista telefônica disponível no sítio institucional. Até a edição deste trabalho, a relação mais atualizada datava de 24 de fevereiro de 2021, lista utilizada como parâmetro para a quantificação dos ramais existentes e para a identificação dos setores reprimidos.

Além da solução atender todas as Unidades, ela também deveria permitir ligações entre ramais corporativos e chamadas locais (para contatos residentes no Distrito Federal), a fim de substituir o serviço contratado pelo CBMDF por meio do Contrato nº 047/2016, que possuía o mesmo escopo.

Ademais, a solução deveria aproveitar toda a infraestrutura existente para provimento da comunicação. Dessa forma, não foram cotados valores referentes a equipamentos de rede, como roteadores e comutadores da camada de enlace, uma vez que o CBMDF logrou êxito na licitação de diversos dispositivos de rede, conforme Ata de Registro de Preços nº 04/2021 (Documento SEI-GDF 61204684), constante no Processo SEI nº 00053-00098149/2020-10.

1. DO OBJETO:

1.1. A presente Ata tem por objeto o registro de preços para a eventual aquisição de soluções para rede de computadores (switch de acesso 24 portas, switch de acesso 48 portas, switch 48 portas, switch SAN 24 portas, transceiver, roteador, etc) para o CBMDF (Brasília/DF) [...] (Ata de Registro de Preços nº 04/2021(Documento SEI-GDF 61204684), Processo SEI nº 00053-00098149/2020-10).

3.2 Classificação da pesquisa

O trabalho foi classificado quanto à natureza, ao objetivo, à forma de abordagem e aos procedimentos.

A pesquisa envolveu a busca de conhecimentos para gerar um produto com finalidade imediata, com base na pesquisa bibliográfica e nas tecnologias existentes. Diante disso, quanto à natureza ela é classificada como aplicada, conforme Prodanov e Freitas (2013).

Do ponto de vista dos objetivos, a pesquisa foi classificada como exploratória. Segundo Gil (2017), as pesquisas exploratórias têm a finalidade de tornar o problema mais familiar. No âmbito do CBMDF, não constam trabalhos prévios no ramo da telefonia fixa a nível de Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais (CAO).

O modo de análise dos resultados utilizou o levantamento bibliográfico e documental para a definição das soluções. Além disso, foram levantados valores com fornecedores do mercado para comparação. Nesse sentido, quanto à forma de abordagem do problema, a pesquisa é do tipo dedutiva, conforme Prodanov e Freitas (2013).

3.3 Procedimentos técnicos

Quanto aos procedimentos técnicos, foram adotadas as medidas a seguir para o cumprimento dos objetivos específicos.

A apresentação dos tipos de sistemas telefônicos foi realizada na parte de Revisão de Literatura, mediante pesquisa bibliográfica em diversas fontes, como livros, publicações em sítios da Internet, monografias e dissertações. Segundo Gil (2017), a maioria dos trabalhos científicos desenvolvidos possui um capítulo de revisão bibliográfica para fornecer a sua fundamentação teórica.

A quantificação da demanda de ramais corporativos foi feita com a análise documental da lista telefônica do CBMDF, documento de responsabilidade da Seção de Telecomunicações e Infraestrutura (SETEL) da DITIC. Utilizou-se a lista atualizada no dia 24 de fevereiro de 2021, que envolvia todos os setores atendidos pelo Contrato

nº 047/2016 na época em que este trabalho foi elaborado. Na mesma lista foram identificados os setores não atendidos pelo referido contrato, sendo eles incluídos na quantificação utilizada para o estudo.

A análise se todas as Organizações Bombeiro Militar têm acesso à rede GDFNet foi feita através de pesquisa documental, por meio de planilhas de controle fornecidas pela Seção de Redes (SERED) da DITIC e da plataforma de monitoramento de redes Nagios (2021). A fim de ilustrar a situação da rede, visitou-se *in loco* os locais mais afastados das Unidades sedes, cuja estrutura apresenta precariedades. São eles:

- O posto avançado de SIERRA III, pertencente ao 37º Grupamento de Bombeiro Militar - GBM (localizado na BR-060);
- O 2º Esquadrão de Aviação Operacional – 2º ESAV, pertencente ao Grupamento de Aviação Operacional - GAVOP (localizado no Aeroporto);
- A Subseção de Reciclagem e Alienação de Material – SSRAM, pertencente ao Centro de Suprimento e Material - CESMA (localizada no Recanto das Emas);
- O posto avançado chamado de Brasília Ultraleve Clube – BUC, do Grupamento de Busca e Salvamento - GBS (situado no Setor de Clubes Sul).

Adicionalmente, realizaram-se pesquisas de campo junto às empresas fornecedoras do mercado, tanto de locação, quanto de aquisição da solução. Cotaram-se 3 (três) valores de cada solução para possibilitar o cumprimento do último objetivo. Com base na Portaria Distrital nº 514/2018, foi realizado o balizamento dos preços obtidos. Em seu Art. 7º, verifica-se que:

Art. 7º Consideram-se fontes oficiais para obtenção de valores de referência:
[...]
III – pesquisa junto a fornecedores, por meio de proposta escrita (Distrito Federal, 2018);

De acordo com Prodanov e Freitas (2013), as pesquisas de campo são utilizadas para conseguir informações ou conhecimentos acerca de um problema para o qual se procura uma resposta. Elas necessitam de uma pesquisa bibliográfica prévia sobre o tema.

A indicação da forma de implantação mais vantajosa para o CBMDF foi aferida com base no princípio da economicidade. Isto é, a solução escolhida será a que promova o serviço com menor custo para a Administração, seguindo as orientações dos órgãos de controle externo.

O Decreto Distrital nº 36.520, de 28 de maio de 2015, estabelece diretrizes e normas gerais de licitações, contratos e outros ajustes para a Administração Direta e Indireta do Distrito Federal. Em seu Art. 17, tem-se que:

Art. 17. Os órgãos e entidades do Distrito Federal, previamente à contratação que tenha por objeto a locação de bens em geral, deverão elaborar estudo técnico de viabilidade que demonstre ser a locação mais vantajosa que a aquisição, nos termos definidos pelo Tribunal de Contas do Distrito Federal, na Instrução Normativa nº 01/2011 e suas alterações (Distrito Federal, 2015).

O critério de economicidade foi aplicado no intervalo temporal de vida útil (obsolescência) e de depreciação adotados no Plano Diretor de Tecnologia da Informação e Comunicação – PDTIC, que utilizou como base a Instrução Normativa da Receita Federal nº 1700, de 14 de março de 2017 (Brasil, 2017).

Tal Instrução Normativa, em seu Anexo III, elenca o prazo de vida útil admissível de diversos materiais e equipamentos, bem como a respectiva taxa média de depreciação anual. Neste caso, a depreciação anual é de 20% (vinte por cento) e a vida útil de 5 (cinco) anos. Ou seja, após o referido prazo, o equipamento é considerado obsoleto, sendo passível de substituição por um modelo moderno que atenda o serviço de maneira mais eficiente.

O Ministério da Economia, por meio da Secretaria de Governo Digital, também possui um manual de boas práticas para contratação de ativos de TIC (Brasil, 2021b). Segundo o documento, para dispositivos como ativos de rede e similares deve-se considerar o tempo de vida de 5 (cinco) anos para garantia de funcionamento dos equipamentos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta pesquisa residiu na proposição da forma mais vantajosa para implantação da telefonia VoIP no CBMDF, considerando a utilização da infraestrutura da rede GDFNet como suporte para o novo sistema.

Nesse sentido, para a melhor exposição das etapas cumpridas no trabalho, os resultados e discussões estão apresentados seguindo a ordem dos objetivos específicos após a exposição dos tipos de sistemas telefônicos existentes, os quais foram descritos no Capítulo de Revisão de Literatura.

4.1 Quantificação da demanda de ramais corporativos

O CBMDF possui em vigor, até a conclusão deste trabalho, o Contrato nº 047/2016, firmado com a empresa Oi, que fornece o serviço de telefonia fixa em uso pelos diversos setores corporativos.

A lista telefônica utilizada como referência, datada de 24 de fevereiro de 2021, foi analisada para determinar as OBMs e seções atendidas pelo Contrato. Também foram observados quais setores necessitam, *a priori*, de novos ramais.

Para a definição da demanda reprimida, foram identificados, com base na lista, as seções que compartilham ramais, os setores que estão situados em Unidades distintas à qual pertencem e que não possuem contato próprio, e as OBMs cujos Comandantes não possuem uma linha específica.

Além destes, também foi observado que dois locais não possuem nenhum contato telefônico fixo: o posto avançado de SIERRA III e o 2º Esquadrão de Aviação Operacional – 2º ESAV. Questionado, o responsável pela execução do Contrato nº 047/2016 afirmou que devido a problemas da infraestrutura de cobertura da Rede STFC, que dá suporte ao serviço prestado pela Oi, não é possível instalar terminais telefônicos fixos nestes locais.

Nesses moldes, são necessários 12 (doze) novos contatos telefônicos, além dos já existentes. Os setores que precisam de novas linhas são os seguintes:

- Estado-Maior-Geral (EMG): 2 (dois) ramais, sendo 1 (um) para a Seção de Estatística e Geoprocessamento, e outro para Seção de Recursos Humanos;

- Seção de Projetos e Programas Comunitários (SEPRO): 2 (dois) ramais, sendo 1 (um) para o Programa Bombeiro Mirim situado no 12º GBM (Samambaia) e outro para o mesmo programa no 16º GBM (Gama);

- Diretoria de Vistorias (DIVIS): 2 (dois) ramais, sendo 1 (um) para o Gabinete do Diretor e outro para o Gabinete do Subdiretor;

- Comandos de Área (COMARES): 3 (três) ramais, sendo 1 (um) contato para o Comandante do COMAR I, 1 (um) para Comandante do COMAR II e 1 (um) para o Comandante do COMAR III;

- 45º Grupamento de Bombeiro Militar (45º GBM): 1 (um) contato para o Gabinete do Comandante;

- 2º Esquadrão de Aviação Operacional (2º ESAV): 1 (um) ramal;

- Posto Avançado de SIERRA III: 1 (um) ramal.

Considerando estes locais e Unidades que não possuem contato na lista, chegou-se à quantificação dos ramais necessários para o novo serviço proposto. Na Tabela 5, pode-se observar o resumo por local, bem como a quantificação total.

Tabela 5 – Quantificação de ramais corporativos

LOCAIS	OBMS	EXISTENTES	DEMANDA REPRIMIDA	NECESSÁRIOS
Palácio D. Pedro II - QCG	COGER, SUBCG, EMG, CECOM, AJGER	44	2	46
Anexo Guarda e Banda - QCG	AJGER	3	0	3
Anexo I - QCG	ASCOP, Comissão Concursos, DERHU, DIGEP, DEALF e Diretorias subordinadas	58	0	58
Anexo II - QCG	CPO, CPP, CEINT, seções da AJGER	14	0	14
DITIC - QCG	DITIC	17	0	17
GAVOP - QCG	GAVOP	8	0	8
ABM	DEPCT, DIREN, DIREP, ABM, CEPED, Museu	40	0	40
DINVI	DINVI	5	0	5
DISAU	DISAU	13	0	13
DINAP	DINAP	6	0	6
POMED	POMED, CPMED	22	0	22
PODON	PODON	3	0	3
CEABM	CEABM e capelarias	6	0	6
CECAF	CECAF	11	0	11
CEMEV	CEMEV	12	0	12
CESMA	CESMA	9	0	9
CEFAP	CEFAP	4	0	4
CETOP	CETOP	5	0	5
COSEA	COSEA	10	0	10
DEFESA CIVIL	CTROL, AUDIT, COGED, OUVID	16	0	16
CRUZEIRO	DESEG, DIEAP, NCUST	11	0	11
GBS	GBS	8	0	8
GAEPH	GAEPH	14	0	14
GPRAM	GPRAM	7	0	7
GPCIU	GPCIU	8	0	8
1º GBM	1º GBM	12	0	12
2º GBM	COMOP, COESP, GPCIV, COMAR II, 2º GBM, Comissão COGER	43	1	44
3º GBM	3º GBM	6	0	6
6º GBM	COMAR IV, 6º GBM, Projetos Sociais	8	0	8
7º GBM	7º GBM, Projetos Sociais	4	0	4
8º GBM	8º GBM, Projetos Sociais, Rádio Bombeiros	14	0	14
9º GBM	9º GBM, Projetos Sociais	4	0	4
10º GBM	10º GBM, Projetos Sociais	4	0	4
11º GBM	11º GBM	4	0	4
12º GBM	12º GBM, Projetos Sociais, Seção de Identificação	3	1	4
13º GBM	13º GBM	3	0	3

Continua...

Continuação

LOCAIS	OBMS	EXISTENTES	DEMANDA REPRIMIDA	NECESSÁRIOS
15° GBM	CGEN, 15° GBM	9	0	9
16° GBM	16° GBM, Seção de Hidrantes da DIVIS, Projetos Sociais	9	1	10
17° GBM	17° GBM, Projetos Sociais	4	0	4
18° GBM	18° GBM, Projetos Sociais, Posto GPRAM	5	0	5
19° GBM	19° GBM	3	0	3
21° GBM	21° GBM	4	0	4
22° GBM	22° GBM, Seção de Identificação, Projetos Sociais	6	0	6
25° GBM	DIVIS, 25° GBM	6	2	8
34° GBM	COMAR III, 34° GBM	4	1	5
36° GBM	36° GBM	3	0	3
37° GBM	37° GBM	4	0	4
41° GBM	41° GBM	3	0	3
45° GBM	COMAR I, 45° GBM	3	2	5
BUC	BUC	1	0	1
CIOB	COCB	3	0	3
Posto Na Hora Plano Piloto	OUVID	1	0	1
Posto Na Hora Taguatinga	OUVID	1	0	1
Posto Na Hora Riacho Fundo	DIVIS/DESEG	1	0	1
Depósito do CESMA	CESMA	1	0	1
SIERRA III	37° GBM - Posto Avançado	0	1	1
2° ESAV	GAVOP - 2° ESAV	0	1	1
TOTAL		530	12	542

Fonte: O autor, com dados da Lista Telefônica do dia 24/02/2021

4.2 Análise da cobertura da GDFNet

Após a identificação da demanda de ramais, foi realizada, em um segundo momento, a investigação acerca da rede corporativa. Para o sistema telefônico por IP ser eficaz, ele necessita que todas as Unidades a serem suprimidas tenham conexão com a Internet.

De acordo com o sítio eletrônico da Secretaria de Economia do Distrito Federal (2021), a GDFNet subsiste na rede metropolitana de dados que permite comunicação de alta velocidade das entidades públicas do Distrito Federal.

Importante lembrar, conforme exposto na revisão de literatura, que aplicações VoIP demandam uma pequena e constante largura de banda do link, conforme afirma Costa (2013).

O uso de VOIP não implica em mudanças na conectividade da rede com a Internet. Entretanto, aplicações VOIP requerem uma largura de banda relativamente pequena, porém constante, variando entre 20 e 100 Mbps dependendo da compressão de voz utilizada. Neste caso, é recomendado que as conexões com a Internet tenham banda suficiente e que operem com QoS para garantir as necessidades requeridas para manter a qualidade da voz, considerando o número de ligações previsto nestes enlaces. (Costa, 2003, p. 16 e 17).

Ressalta-se que já existem órgãos do Distrito Federal que usufruem da GDFNet para o provimento de suas soluções de Tecnologia da Informação, inclusive soluções de telefonia IP. Dessa forma, fica evidente que a rede metropolitana de dados pode dar o devido suporte a estes tipos de sistemas telefônicos, conforme aponta o Relatório de Inspeção Nº 05/2017 da Subcontroladoria de Controle Interno da Controladoria-Geral do Distrito Federal (2017).

DESAFIOS PROVENIENTES DA IMPLANTAÇÃO DE SOLUÇÃO VOIP NO ÂMBITO DA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA DO DF.

Em consonância com o item IV da Decisão nº 4.645/2016-TCDF, a qual recomenda à Secretaria de Planejamento, Orçamento e Gestão - SEPLAG a promoção do uso da Rede Metropolitana Corporativa do GDF - GDFNet pelo complexo administrativo do DF, notadamente com a implantação do sistema de telefonia Voz sobre IP - VoIP, foram inspecionados 24 Órgãos e Entidades do DF, sendo que deste total apenas seis fazem uso dessa tecnologia, a saber: Secretaria de Estado de Mobilidade do Distrito Federal – SEMOB, Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Distrito Federal – EMATER, Departamento de Estradas de Rodagem do DF – DER, Polícia Militar do Distrito Federal – PMDF, Secretaria de Estado de Trabalho, Desenvolvimento Social, Mulheres, Igualdade Racial e Direitos Humanos – SEDESTMIDH e Sociedade de Transportes Coletivos de Brasília LTDA – TCB. (Controladoria-Geral do Distrito Federal, 2017, p.5).

No final, o Relatório frisa a importância da migração das instituições públicas do Distrito Federal para a rede metropolitana de dados, como a facilidade de interligação das soluções e a redução de custos.

Um ponto positivo a ser considerado é o número de unidades do complexo administrativo do DF que já fazem parte da GDFNet, facilitando a interligação das soluções já existentes e na implantação das unidades que atualmente não trabalham com a solução VoIP. Além disso, a uso de uma solução VoIP para todo o DF permitiria gerar uma economia tanto de investimento (aquisição de gateways) quanto de custeio (consumo de ligações telefônicas), na medida em que tornaria possível a comunicação não apenas dentro das unidades, mas entre todos os membros integrantes dessa “Rede VoIP-DF” a custo zero, o que não ocorre atualmente. (Controladoria-Geral do Distrito Federal, 2017, p. 9).

O complexo do Quartel do Comando Geral (QCG) também possui interconexão com a rede metropolitana. Contudo, segundo informações obtidas junto à Seção de Redes (SERED) da DITIC, para permitir a ligação do Servidor que suporta a

redundância dos sistemas do CBMDF, localizado na DITIC, encontra-se em vigor o Contrato nº 062/2016 (Documento SEI-GDF 0893641), cujo objeto é o fornecimento de um enlace de pelo menos 100 Mbit/s para o devido suprimento, conforme informações obtidas no processo SEI 053-082340/2016.

Encontra-se em andamento o planejamento de contratação de novo enlace de Internet, por meio do processo SEI nº 00053-00168333/2021-15. Neste, o objeto visa o fornecimento de conectividade simétrica e dedicada com a Internet de pelo menos 200 Mbit/s.

Entre os diversos argumentos constantes no Estudo Técnico Preliminar, observam-se os seguintes:

4.4.3.1. Acesso à Intranet através da Internet, ou seja, fora das instalações do Quartel Central do CBMDF. Sem esse serviço, unidades que não estejam interligadas à Diretoria de Tecnologia da Informação e Comunicação e militares da inatividade / reserva não conseguem acessar a Intranet;

4.1.3.2. Acesso ao sítio de Internet do CBMDF (www.cbm.df.gov.br), o qual está hospedado nos servidores da DITIC [...] (Estudo Técnico Preliminar CBMDF/DITIC/SEPLA - Documento SEI-GDF 72623368, Processo SEI 00053-00168333/2021-15).

O quadro da Figura 15 foi elaborado com base nas informações repassadas pela Seção de Redes (SERED) da DITIC, que é responsável pela fiscalização do funcionamento da conexão de todas às Unidades do CBMDF. A SERED é responsável pelo monitoramento da interconectividade de todas as OBMs à rede metropolitana de dados. A Seção possui registros em planilhas da rede responsável pelo acesso à Internet e aos sistemas corporativos de cada Unidade. Também utiliza a plataforma Nagios (2021) para a fiscalização da situação da rede de cada local em tempo real.

Figura 15 – Quadro da conectividade das Unidades do CBMDF

REDE	LOCAIS
GDFNet/ Internet QCG	Complexo do QCG
GDFNet	Complexo da ABM, Defesa Civil, 2º GBM, 6º GBM, 9º GBM, 10º GBM, 11º GBM, 15º GBM, 16º GBM, 18º GBM, 21º GBM, 25º GBM, 36º GBM, 41º GBM, CIOB, Postos Na Hora
MPLS	COSEA, Cruzeiro, GBS, GAEPH, GPRAM, GPCIU, 1º GBM, 3º GBM, 7º GBM, 8º GBM, 12º GBM, 13º GBM, 17º GBM, 19º GBM, 22º GBM, 34º GBM, 37º GBM, 45º GBM, BUC, Depósito do CESMA, SIERRA III, 2º ESAV

Fonte: Nagios (2021) e informações repassadas pela Seção de Redes (SERED) da DITIC

Além da realização de pesquisa documental, também se inspecionou *in loco* se as subunidades as quais se localizam fora de suas redes possuem, de fato, conexão com a rede corporativa.

Os locais visitados foram o Posto Avançado de SIERRA III, o 2º ESAV, o Depósito do CESMA e o BUC. Registrou-se fotograficamente as instalações de rede constantes nos ambientes inspecionados, conforme as Figuras 16, 17, 18 e 19.

Figura 16 – Rack de rede corporativo de SIERRA III



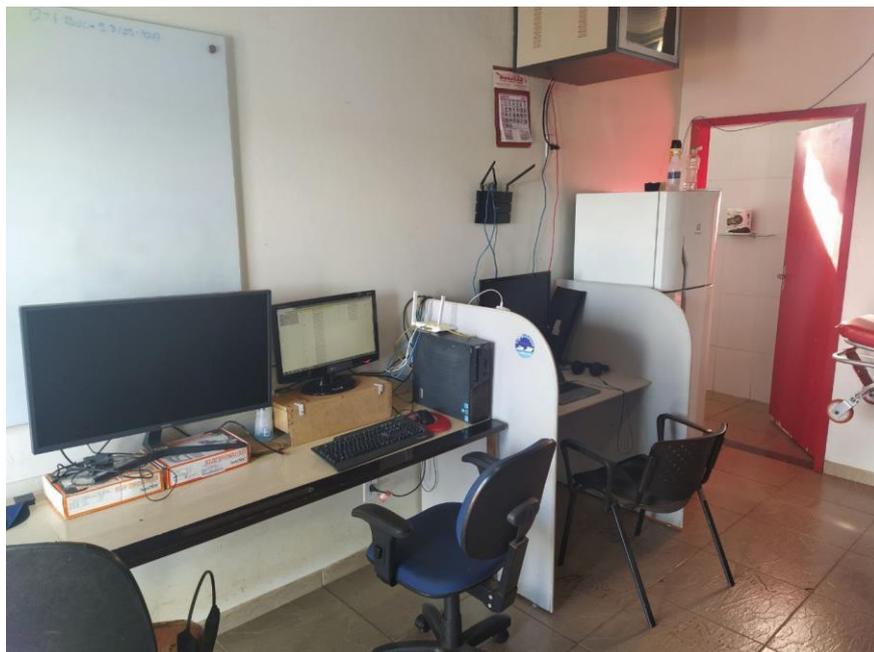
Fonte: O autor

Figura 17 – Rack de rede corporativo do 2º ESAV



Fonte: O autor

Figura 18 – Rack de rede corporativo do BUC



Fonte: O autor

Figura 19 – Ponto de rede GDFNet no Depósito do CESMA



Fonte: O autor

Com as averiguações *in loco*, constatou-se que todas as instalações visitadas dispunham de conexão com a rede metropolitana por meio da tecnologia MPLS contratada. No depósito do CESMA, localizado no Recanto das Emas, há um ponto da GDFNet em frente à Secretaria da Unidade, conforme a Figura 19. Entretanto, resta pendente a instalação do ponto e respectiva configuração em comutadores pela equipe da Seção de Redes da DITIC.

4.3 Levantamento de custos da locação e da aquisição

Concluída a etapa de averiguação da cobertura da rede corporativa, efetivou-se levantamento dos valores junto às empresas fornecedoras do mercado, tanto de locação, quanto de aquisição da solução. Cotaram-se 3 (três) valores de cada solução para possibilitar o cumprimento do último objetivo.

Para a locação, foram considerados na pesquisa os 542 ramais quantificados. Cada ramal deveria vir com um aparelho telefônico IP em regime de comodato e com um *softphone*, a ser instalado nas estações de trabalho e em aparelhos celulares.

Na aquisição dos equipamentos de infraestrutura telefônica, foram incluídos todos os ramais, os aparelhos telefônicos, os *softphones*, a central telefônica (PBX) e

outros dispositivos adicionais, dependendo da solução fornecida pela empresa. Também se consideraram a prestação de serviço de suporte técnico e a garantia dos equipamentos pelo período de 60 meses.

Para o balizamento dos preços obtidos, utilizou-se a Portaria nº 514/2018, que regulamenta os procedimentos administrativos básicos para realização de pesquisa de preços na aquisição de bens e contratação de serviços em geral no âmbito do Distrito Federal. De acordo com o regramento, pode-se observar em seus Arts. 13 e 14 o seguinte:

Art. 13. Para cada item contido na planilha deverão ser aplicados os seguintes critérios para verificação dos valores exorbitantes e inexequíveis:

I - Calcular a mediana do conjunto de valores encontrados na pesquisa de preços;

II - Identificar os preços exorbitantes e inexequíveis como sendo aqueles que se apresentem 50% (cinquenta por cento) superiores ou inferiores, respectivamente, da mediana do conjunto.

Parágrafo único. Após identificar os valores exorbitantes e inexequíveis, deverá ser calculada a média e a mediana dos valores válidos.

Art. 14. Após a aplicação da metodologia para cálculo do valor de referência, a Planilha Comparativa de Preços deverá apresentar, no mínimo, três preços válidos. (Distrito Federal, 2018).

De acordo com o normativo, foi necessário verificar se os preços obtidos encontravam-se dentro do limite de 50% de desvio em relação à mediana, para mais ou para menos, a fim de identificar se eles eram valores praticáveis pelo mercado. Caso algum estivesse fora dessa faixa, seria classificado como exorbitante (muito acima) ou inexequível (muito abaixo).

Para cálculo da mediana (Md), levou-se em consideração o termo central de cada cotação. Nesta situação, foi selecionada a segunda cotação de cada solução, tendo em vista que foram obtidos 3 valores de cada.

Para o cálculo do limite de 50% acima da mediana, aplicou-se a fórmula:

$$\text{Máximo (+50\%)} = 1,5 * Md$$

O limite de 50% abaixo da mediana foi definido por meio da seguinte equação:

$$\text{Mínimo (-50\%)} = 0,5 * Md$$

Para o cálculo da Média (Me) de cada solução, foi utilizada seguinte fórmula:

$$Me = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

Sendo x_1, x_2, \dots, x_n os orçamentos, e n o número de cotações obtidas.

Os preços da contratação do serviço foram identificados como cotação A, B e C. Os custos são relativos aos encargos mensais cobrados para a manutenção do serviço.

Foi necessário calcular o tráfego de voz para a precificação mais precisa nas cotações A e B. Na Tabela 6 constam os valores referentes ao tráfego de voz tarifado. Foi utilizada a quantificação de minutos utilizados pelos contatos institucionais obtida na Tabela 4, na revisão de literatura.

Tabela 6 – Tráfego de voz tarifado nas Cotações A e B

DESCRIÇÃO	TEMPO MÉDIO (MIN)	TARIFA COTAÇÃO A (R\$)	TARIFA COTAÇÃO B (R\$)	TRÁFEGO COTAÇÃO A (R\$)	TRÁFEGO COTAÇÃO B (R\$)
Chamadas locais p/ fixo	25.485	0,09	0,02	2.293,65	509,70
Chamadas locais p/ móvel	13.471	0,19	-----	2.559,49	-----

Fonte: O autor

Dessa forma, o valor total do tráfego tarifado da Cotação A ficou em R\$ 4.853,14 (quatro mil oitocentos e cinquenta e três reais e quatorze centavos), e o da Cotação B em R\$ 509,70 (quinhentos e nove reais e setenta centavos).

Somando esses valores ao custo de locação da central telefônica e dos terminais telefônicos IP com os *softphones*, foram obtidos os custos totais das Cotações A e B, conforme a Tabela 7.

Tabela 7 – Valores totais das Cotações A e B

DESCRIÇÃO	VALORES BASE	TRÁFEGO	TOTAL
Cotação A	R\$ 25.116,80	R\$ 4.853,14	R\$ 29.969,94
Cotação B	R\$ 24.390,00	R\$ 509,70	R\$ 24.899,70

Fonte: O autor

Na Tabela 8, encontram-se os três valores orçados referentes à contratação do serviço de telefonia IP com a central telefônica em nuvem.

Tabela 8 – Balizamento dos preços da contratação da solução

DESCRIÇÃO	VALORES
Cotação A	R\$ 29.969,94
Cotação B	R\$ 24.899,70
Cotação C	R\$ 20.511,63
Mediana (para o cálculo dos valores discrepantes)	R\$ 24.899,70
Máximo (+50%)	R\$ 37.349,55
Mínimo (-50%)	R\$ 12.449,85
Mediana Final	R\$ 24.899,70
MÉDIA FINAL	R\$ 25.127,09

Fonte: O autor

Verificou-se que os valores levantados estavam dentro do limite de tolerância permitido, sendo todos os preços considerados válidos. Dessa forma, a média final calculada foi de R\$ 25.127,09 (vinte e cinco mil cento e vinte e sete reais e nove centavos).

Na Tabela 9, está especificado o balizamento dos valores obtidos em relação à aquisição da solução de telefonia IP. Os preços foram identificados como cotação D, E e F. Os custos são referentes à aquisição e à garantia com suporte técnico de todos os equipamentos por 60 meses.

Tabela 9 – Balizamento dos preços da aquisição da solução

DESCRIÇÃO	VALORES
Cotação D	R\$ 2.536.642,03
Cotação E	R\$ 2.857.221,77
Cotação F	R\$ 1.445.722,90
Mediana (para o cálculo dos valores discrepantes)	R\$ 2.536.642,03
Máximo (+50%)	R\$ 3.804.963,05
Mínimo (-50%)	R\$ 1.268.321,02
Mediana Final	R\$ 2.536.642,03
MÉDIA FINAL	R\$ 2.279.862,23

Fonte: O autor

Constatou-se que todos os preços levantados respeitavam o limite de desvio adotado pela Portaria. Portanto, os três valores são considerados válidos e foram utilizados para os cálculos subsequentes.

A média final obtida foi de R\$ 2.279.862,23 (dois milhões duzentos e setenta e nove mil oitocentos e sessenta e dois reais e vinte e três centavos), sendo este o valor utilizado como referência para a comparação com a média da contratação.

4.4 Indicação da forma de implantação mais vantajosa

De acordo com o proposto no Capítulo de Metodologia, para a indicação da solução mais vantajosa, levou-se em consideração o prazo de 5 anos (60 meses), seguindo o proposto na Instrução Normativa nº 1700/2017 da Receita Federal (Brasil, 2017), e as boas práticas para contratações de ativos de TIC (Brasil, 2021b).

Para permitir a comparação, foram consideradas as médias dos preços obtidos no tópico anterior. Adicionalmente, calculou-se a percepção do valor médio mensal da aquisição da solução. Como a média calculada resultou em R\$ 2.279.862,23, esse valor dividido por 60 meses consistiria em uma média mensal de R\$ 37.997,70 (trinta e sete mil novecentos e noventa e sete reais e setenta centavos).

Na Tabela 10, constam os valores que foram comparados para a definição da solução mais econômica.

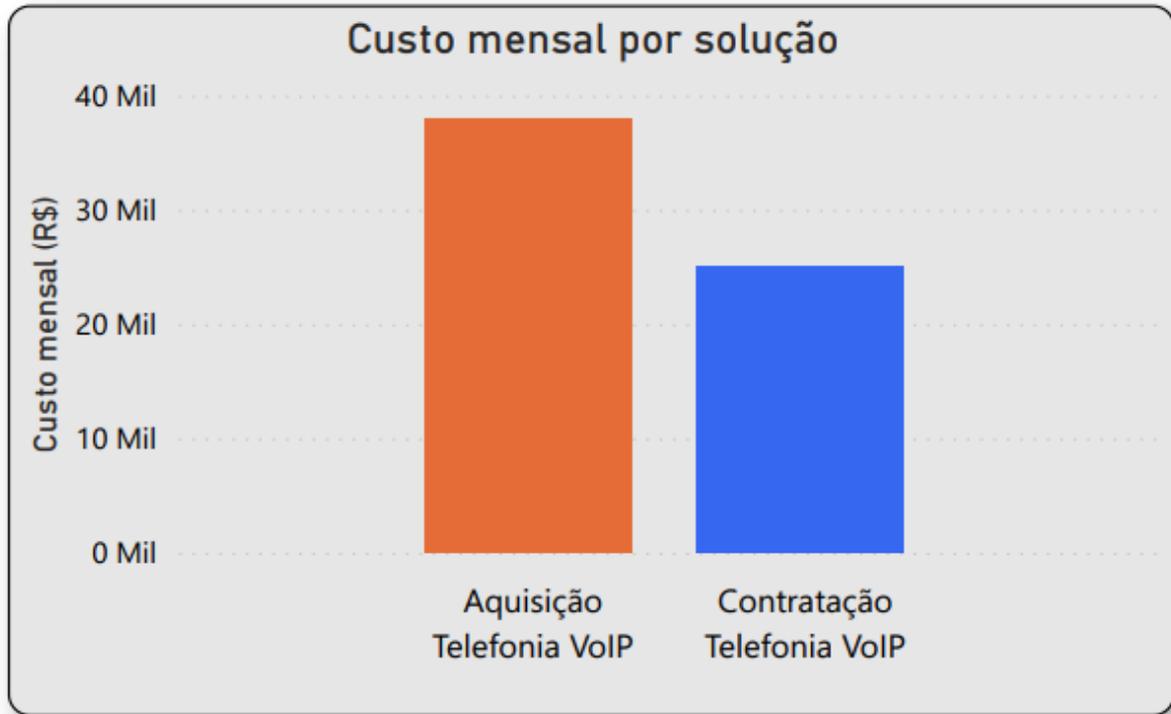
Tabela 10 – Comparação da média mensal dos custos

DESCRIÇÃO	VALORES
Média mensal da aquisição	R\$ 37.997,70
Média mensal da contratação	R\$ 25.127,09
VALOR MAIS VANTAJOSO	R\$ 25.127,09

Fonte: O autor

Ao analisar os valores médios das duas soluções, a contratação do serviço de telefonia IP mostrou-se mais vantajosa, do ponto de vista econômico-financeiro, para o período de 60 meses. A média da contratação representou cerca de 66% da média calculada do custo mensal da aquisição. A Figura 20 ilustra a diferença dos custos entre as soluções.

Figura 20 – Comparação dos custos das soluções



Fonte: O autor

Além do menor custo, pode-se mencionar outras vantagens da contratação do serviço em detrimento da aquisição dos equipamentos. Entre elas estão:

- Maior flexibilidade de instalação de novos terminais, por meio de aditvação contratual; e possibilidade de redução dos ramais, por meio de supressão do contrato;
- Estabelecimento de contratos em prazos menores, de 12 ou 24 meses, que permite a contratação de novos serviços de telefonia, mais baratos e modernos;
- Menores custos envolvendo a infraestrutura, uma vez que é utilizada a Central Telefônica da empresa fornecedora do serviço, assim como todo o suporte de energia envolvendo *no-breaks* ou geradores para alimentá-la;
- Terceirização do suporte técnico, cabendo aos militares da corporação a fiscalização do serviço de acordo com o instrumento contratual.

A solução de contratação do serviço telefônico foi considerada a mais vantajosa, considerando critérios de cálculo de economicidade adotados no trabalho. Para fins de ilustração, comparou-se a média obtida com o valor médio mensal liquidado do Contrato nº 047/2016.

Os valores dispendidos com o serviço telefônico vigente foram obtidos junto ao Executor do Contrato nº 047/2016. Para tal, verificou-se diversos processos do Sistema Eletrônico de Informações. Também foram consultadas planilhas utilizadas pelo Executor para melhor controle das faturas. Obteve-se os gastos efetivos no período compreendido de 2 de julho de 2020 a 1º de julho de 2021.

Os valores liquidados e os processos com os documentos de referência encontram-se na Tabela 11.

Tabela 11 – Valores liquidados no Contrato nº 047/2016

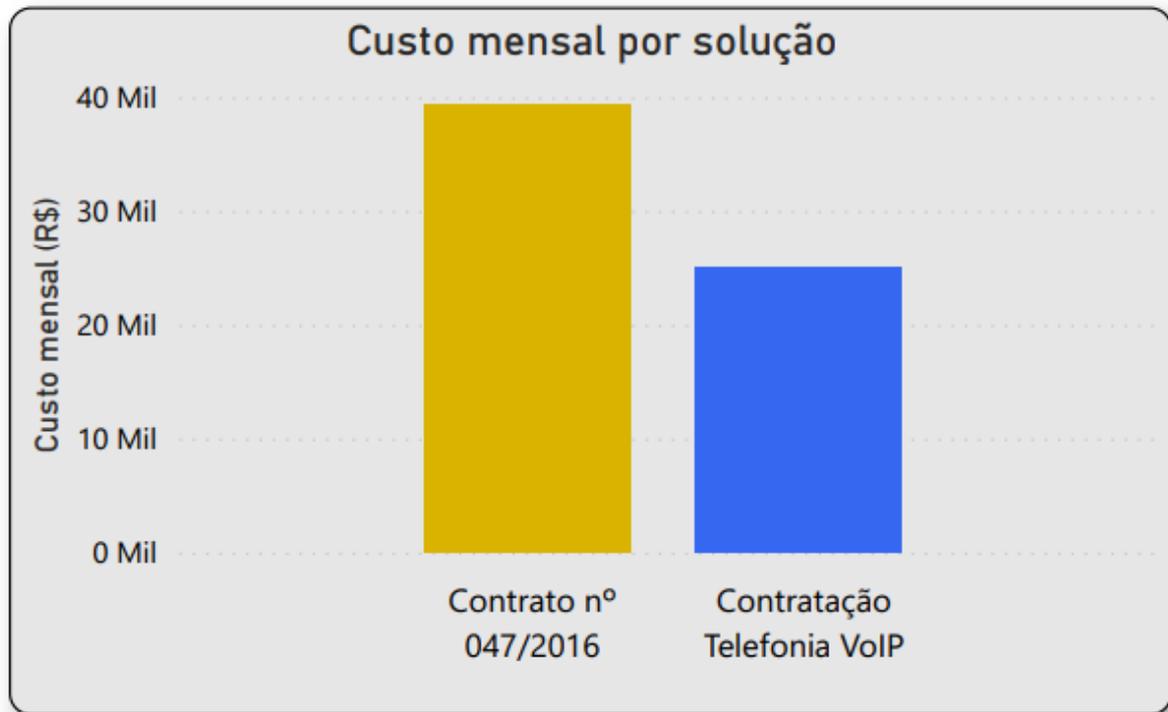
PERÍODO	VALOR	Nº PROCESSO SEI	REQUISIÇÃO
02/07 a 01/08/2020	R\$ 39.880,40	00053-00087470/2020-61	47497040
02/08 a 01/09/2020	R\$ 41.222,11	00053-00123602/2020-25	51692287
02/09 a 01/10/2020	R\$ 39.131,14	00053-00123602/2020-25	51692287
02/10 a 01/11/2020	R\$ 38.616,13	00053-00008797/2021-65	54425054
02/11 a 07/11/2020	R\$ 7.308,63	00053-00032645/2021-83	56948442
08/11 a 01/12/2020	R\$ 31.150,13	00053-00032645/2021-83	56948442
02/12 a 01/01/2021	R\$ 38.861,68	00053-00033405/2021-04	57042021
02/01 a 01/02/2021	R\$ 39.247,74	00053-00071288/2021-79	61211016
02/02 a 01/03/2021	R\$ 38.378,81	00053-00058196/2021-01	60028480
02/03 a 01/04/2021	R\$ 41.095,45	00053-00104347/2021-01	64624878
02/04 a 01/05/2021	R\$ 39.606,37	00053-00104347/2021-01	64624878
02/05 a 01/06/2021	R\$ 38.886,10	00053-00135587/2021-49	67918663
02/06 a 01/07/2021	R\$ 38.592,07	00053-00135587/2021-49	67918663
TOTAL	R\$ 471.976,76		

Fonte: O autor, com informações da Seção de Telecomunicações e Infraestrutura

De acordo com os valores liquidados, houve um gasto mensal médio de R\$ 39.331,40 (trinta e nove mil trezentos e trinta e um reais e quarenta centavos) no período. Comparando-se com a média mensal obtida da contratação do serviço de telefonia VoIP, que foi de R\$ 25.127,09, percebeu-se que seriam economizados, em média, 36% do valor gasto no mês. Essa diferença financeira poderia ser empregada no custeio de outros serviços essenciais, não necessariamente relativos às soluções de Tecnologia da Informação, como o serviço de limpeza e o de manutenção predial.

O gráfico da Figura 21 ilustra a diferença de custos entre a contratação do serviço VoIP e o serviço contratado pelo CBMDF.

Figura 21 – Comparação com o contrato de telefonia vigente



Fonte: O autor

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho teve como objetivo apresentar um estudo sobre a forma mais vantajosa para implantação da telefonia IP no CBMDF. Os objetivos específicos foram cumpridos de acordo com a ordem estabelecida, e foi apresentada a solução mais vantajosa com base no princípio da economicidade.

A quantificação de ramais, devido ao tempo diminuto, foi feita com a análise da lista telefônica em vigor, com a adição de ramais para atender às seções que compartilham o número. É recomendável, posteriormente, que se efetive uma apuração mais sucinta dos setores que realmente necessitam de um contato telefônico fixo.

A inspeção da rede corporativa GDFNet foi cumprida com a pesquisa documental dos registros em planilhas pertencentes à Seção de Redes (SERED) da DITIC e com base na plataforma de monitoramento Nagios. Como forma de ilustrar a capilaridade da rede, foi verificado *in loco* a infraestrutura estabelecida nos locais mais precários e afastados das sedes das Unidades.

Solicitou-se junto aos fornecedores do mercado 3 orçamentos da contratação e 3 preços da aquisição dos equipamentos. Para tanto, utilizou-se o balizamento de preços conforme a Portaria Distrital nº 514/2018, normativo considerado pela corporação para os processos de aquisição e contratação.

Por fim, indicou-se a solução mais econômica para um período de 60 meses, prazo adotado como balizador de vida útil pelos órgãos de controle externo. O estudo concluiu que a contratação da solução é mais vantajosa, de acordo com os critérios de economicidade utilizados.

Ponderou-se que, com a economia de recursos que atualmente são dispendidos no contrato do serviço telefônico, poder-se-ia investir em outras áreas, que necessitassem desse aporte financeiro, inclusive fora do ramo da Tecnologia da Informação.

Com o presente estudo, observou-se que com o advento da telefonia por meio da Internet, abre-se um leque de possibilidades além do simples uso do telefone, como

a realização de videochamadas e o uso de *softphones*, aplicações que não são viáveis por meio do serviço telefônico vigente.

Por conseguinte, outros estudos devem ser realizados para otimizar ainda mais os meios de comunicação. Apresentam-se sugestões de alguns estudos, os quais podem ser iniciados e futuramente consolidados:

- A substituição de contratos de telefonia móvel e a utilização dos *softphones* para permitirem a comunicação funcional;
- A regulamentação do conceito “*Bring Your Own Device*” no CBMDF;
- A regulamentação do teletrabalho no CBMDF, com a utilização de programas que permitam o controle da produtividade do militar;
- A automação de processos rotineiros por meio do projeto INOVA, a fim de facilitar a identificação da demanda reprimida;
- A expansão da rede metropolitana GDFNet por meio da instalação de novos enlaces de fibra óptica;
- A integração dos meios de comunicação (telefonia e radiocomunicação operacional, por exemplo) a fim de facilitar a comunicação entre a área operacional e administrativa.

No mundo globalizado, a inovação no ramo da comunicação é diária, sendo primordial ao CBMDF estar atento a todas as novidades que surgem. A modernização das soluções de TIC devem ser constantes, a fim de permitir a integração e o aprimoramento dos processos. Portanto, o melhor serviço possível será prestado, seja pelos militares das áreas de direção, de execução e de apoio.

REFERÊNCIAS

3CX. **Como funciona um sistema de telefonia VoIP/IP PABX?** Disponível em <https://tinyurl.com/2s48tcsv>. Acesso em: 27 ago. 2021.

BORDIM, Jacir L. **Mídias de suporte à colaboração digital. Introdução à Voz sobre IP e Asterisk**. Versão 1.1.0. Brasília: Escola Superior de Redes RNP, 2010.

ALACRINO, Andreza Carla Corrêa. **O uso do sistema de telefonia VoIP para melhoria no atendimento: estudo de caso na empresa escola Rios do Saber**. Monografia (Curso de Ciência da Computação). Instituto Ensinar Brasil, Faculdades Doctum de Caratinga, Caratinga, 2018.

AVENTURAS NA HISTÓRIA. **O que dom Pedro II tem a ver com a popularização do telefone?** Disponível em <https://tinyurl.com/2p9hzmkw>. Acesso em: 27 nov. 2021.

BRASIL. Ministério da Economia. Secretaria de Governo Digital. **Instrução Normativa nº 1, de 4 de abril de 2019**. Dispõe sobre o processo de contratação de soluções de Tecnologia da Informação e Comunicação - TIC pelos órgãos e entidades integrantes do Sistema de Administração dos Recursos de Tecnologia da Informação - SISF do Poder Executivo Federal. Disponível em <https://tinyurl.com/bdhfausu>. Acesso em: 30 nov. 2021a.

BRASIL. Ministério da Economia. Secretaria de Governo Digital. **Boas práticas, orientações e vedações para contratação de ativos de TIC – Versão 4**. Disponível em <https://tinyurl.com/yekphckp>. Acesso em: 13 set. 2021b.

BRASIL. Presidência da República. Lei nº 8.255, de 20 de novembro de 1991. Dispõe sobre a organização básica do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 21 nov. 1991. Seção 1, p. 26393.

BRASIL. Receita Federal do Brasil. Instrução Normativa RFB nº 1700, de 14 de março de 2017. Dispõe sobre a determinação e o pagamento do imposto sobre a renda e da contribuição social sobre o lucro líquido das pessoas jurídicas e disciplina o tratamento tributário da Contribuição para o PIS/Pasep e da Cofins no que se refere às alterações introduzidas pela Lei nº 12.973, de 13 de maio de 2014. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 16 mar. 2017. Seção 1, p. 23.

CANALTECH. **Empresa Oi**. Disponível em <https://tinyurl.com/229scwy5>. Acesso em: 27 ago. 2021.

CARDOSO, Bruno. **O que é teletrabalho, quais suas vantagens e as novidades trazidas pela Reforma?** Jusbrasil. Disponível em <https://tinyurl.com/dn32h5nc>. Acesso em: 29 ago. 2021.

CBMDF. **Apostilamento nº 04/2020: Documento SEI/GDF 50506240**, de 10 de novembro de 2020. Disponível no processo SEI/GDF nº 053-046372/2016.

CBMDF. **Ata de Registro de Preços nº 04/2021: Documento SEI/GDF 61204684**,

de 07 de maio de 2021. Disponível no processo SEI/GDF nº 00053-00098149/2020-10.

CBMDF. **Contrato Assinado: Documento SEI/GDF 0893641**, de 26 de dezembro de 2016. Disponível no processo SEI/GDF nº 053-082340/2016.

CBMDF. **Estudo Técnico Preliminar CBMDF/DITIC/SEPLA: Documento SEI/GDF 72623368**, de 26 de outubro de 2021. Disponível no processo SEI/GDF nº 00053-00168333/2021-15.

CBMDF. Manual para Normalização de Trabalhos Acadêmicos do CBMDF. **Boletim Geral nº 131**, Brasília-DF, 15 de jul., 2020a.

CBMDF. **Mapa de Riscos CBMDF/DITIC/SEPLA: Documento SEI/GDF 61483268**, de 20 de maio de 2021. Disponível no processo SEI/GDF nº 00053-00023727/2021-37.

CBMDF. Plano Diretor de Tecnologia da Informação e Comunicação – PDTIC do CBMDF, ciclo 2021-2022. **Boletim Geral nº 69**, Brasília-DF, 13 de abr., 2021.

CBMDF. Portaria nº 11, de 11 de abril de 2017. Aprova e publica o Plano Estratégico do CBMDF, ciclo 2017-2024. **Boletim Geral nº 72**, Brasília-DF, 13 de abr., 2017.

CBMDF. Portaria nº 24, de 25 de novembro de 2020. Aprova o Regimento Interno do CBMDF. **Suplemento ao Boletim Geral nº 223**, Brasília-DF, 1º de dez., 2020b.

CBMDF. **Requisição CBMDF/DITIC/EXEC/AQUISI: Documento SEI/GDF 47497040**, de 25 de setembro de 2020. Disponível no processo SEI/GDF nº 00053-00087470/2020-61.

CBMDF. **Requisição CBMDF/DITIC/EXEC/AQUISI: Documento SEI/GDF 51692287**, de 02 de dezembro de 2020. Disponível no processo SEI/GDF nº 00053-00123602/2020-25.

CBMDF. **Requisição CBMDF/DITIC/EXEC/AQUISI: Documento SEI/GDF 54425054**, de 19 de janeiro de 2021. Disponível no processo SEI/GDF nº 00053-00008797/2021-65.

CBMDF. **Requisição CBMDF/DITIC/EXEC/AQUISI: Documento SEI/GDF 56948442**, de 12 de março de 2021. Disponível no processo SEI/GDF nº 00053-00032645/2021-83.

CBMDF. **Requisição CBMDF/DITIC/EXEC/AQUISI: Documento SEI/GDF 57042021**, de 12 de março de 2021. Disponível no processo SEI/GDF nº 00053-00033405/2021-04.

CBMDF. **Requisição CBMDF/DITIC/EXEC/AQUISI: Documento SEI/GDF 60028480**, de 16 de abril de 2021. Disponível no processo SEI/GDF nº 00053-00058196/2021-01.

CBMDF. **Requisição CBMDF/DITIC/EXEC/AQUISI: Documento SEI/GDF 61211016**, de 05 de maio de 2021. Disponível no processo SEI/GDF nº 00053-

00071288/2021-79.

CBMDF. **Requisição CBMDF/DITIC/EXEC/AQUISI: Documento SEI/GDF 64624878**, de 28 de junho de 2021. Disponível no processo SEI/GDF nº 00053-00104347/2021-01.

CBMDF. **Requisição CBMDF/DITIC/EXEC/AQUISI: Documento SEI/GDF 67918663**, de 16 de agosto de 2021. Disponível no processo SEI/GDF nº 00053-00135587/2021-49.

COELHO, Marcos Landeira. **VOIP COM ASTERISK**: Uma proposta de implantação para interligar com as filiais de outros estados utilizando SIP. 2014. Monografia (Pós-Graduação Lato Sensu em Gerência de Redes de Computadores e Tecnologia Internet) – Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Instituto Tércio Pacitti de Aplicações e Pesquisas Computacionais, Rio de Janeiro, 2014.

CONTROLADORIA-GERAL DO DISTRITO FEDERAL. Subcontroladoria de Controle Interno. **RELATÓRIO DE INSPEÇÃO Nº 05/2017-DINTI/COLEG/COGEI/SUBCI/CGDF: Documento SEI-GDF 4894426**, de 27 de outubro de 2017. Disponível no Processo SEI nº 00480-00006506/2017-13.

COSTA, João Carlos Peixoto de Almeida da. **Implementação e Gerência de uma Arquitetura de Voz sobre IP**. 2003. Dissertação (Mestrado em Informática) – Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Instituto de Matemática – IM/NCE, Rio de Janeiro, 2003.

DISTRITO FEDERAL. Gabinete do Governador. Decreto nº 36.520, de 28 de maio de 2015. Estabelece diretrizes e normas gerais de licitações, contratos e outros ajustes para a Administração Direta e Indireta do Distrito Federal e dá outras providências. **Diário Oficial do Distrito Federal**, Poder Executivo, Brasília, DF, n. 103, 29 mai. 2015. Seção 1, p. 03.

DISTRITO FEDERAL. Gabinete do Governador. Decreto 40.015, de 14 de agosto de 2019. Dispõe sobre a obrigatoriedade de elaboração e publicação dos Planos Diretores de Tecnologia da Informação e Comunicação e sobre a centralização e utilização da rede GDFNet, da infraestrutura do Centro de Tecnologia da Informação e Comunicação do Distrito Federal - CeTIC-DF e dos sistemas de informação no âmbito da Administração Direta e Indireta do Distrito Federal, e dá outras providências. **Diário Oficial do Distrito Federal**, Poder Executivo, Brasília, DF, n. 154, 15 ago. 2019. Seção 1, p. 15.

DISTRITO FEDERAL. Portaria nº 514, de 16 de novembro de 2018. Regulamenta os procedimentos administrativos básicos para realização de pesquisa de preços na aquisição de bens e contratação de serviços em geral na forma do Decreto Distrital nº 39.453, de 14 de novembro de 2018. **Diário Oficial do Distrito Federal**, Poder Executivo, Brasília, DF, n. 76, 16 nov. 2018. Edição Extra.

FALE MAIS VOIP. **Softphone: o que é, como funciona e quais as opções?** Disponível em <https://tinyurl.com/h97fanxj>. Acesso em: 27 ago. 2021.

FOLHA DE SÃO PAULO. **Entenda o que foi vendido no leilão da Telebrás**. Disponível em <https://tinyurl.com/4ax23bx3>. Acesso em: 27 jul. 2021.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

JABRA. **Como conectar o meu Jabra PRO / GO com o Alcatel IP Touch 4028, 4038, 4068**. Disponível em <https://tinyurl.com/asjecz25>. Acesso em: 27 ago. 2021.

JESZENSKY, Paul Jean Etienne. **Sistemas telefônicos**. 1. ed. Barueri, SP: Manole, 2004.

KOFRE. **Transporte de troncos digitais E1 – ISDN ou CAS**. Disponível em <https://tinyurl.com/y66tns5z>. Acesso em: 25 ago. 2021.

KUROSE, James F.; ROSS, Keith W. **Redes de computadores e a Internet – uma abordagem top-down**. 6. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013.

LERARIO, Marcos Thompson Viegas. **VOZ SOBRE IP EM REDES HETEROGÊNEAS**. 2005. Monografia (Graduação em Engenharia da Computação) – Centro Universitário de Brasília – UniCEUB, Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia – FAET, Brasília, 2005.

MARTINS, Ricardo Rhomberg *et al.* **Apostila de Telefonia**. Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Centro de Tecnologia – Escola Politécnica, Departamento de Engenharia Eletrônica e de Computação. Rio de Janeiro, 2003.

MDM ADVOGADOS. **Riscos e cuidados para empresas que utilizam a cultura BYOD – Bring Your Own Device**. Jusbrasil. Disponível em <https://tinyurl.com/6mpd4zyd>. Acesso em: 27 ago. 2021.

NAGIOS. **Plataforma de monitoramento de redes**. Disponível em <http://nagios/nagios/>. Acesso em: 29 nov. 2021.

ORANGE BUSINESS SERVICES. **Dealing with the great ISDN switch off**. Disponível em <https://tinyurl.com/fw726r85>. Acesso em 14 ago. 2021.

ORIGIWEB. **Dicionário de Tecnologia**. Disponível em <https://tinyurl.com/s4ac4398>. Acesso em 29 ago. 2021.

PLAZA, William. **Há 21 anos era criada a Telemar; relembre sua história**. Minha Operadora. Disponível em <https://tinyurl.com/c7fedz8x>. Acesso em: 27 ago. 2021.

PORTAL SÃO FRANCISCO. **História do Telefone**. Disponível em <https://tinyurl.com/2p8f3wv8>. Acesso em: 27 nov. 2021.

POSITIVO TECNOLOGIA. **BYOD: por que é tão difícil implementar o Bring Your Own Device?** Panorama Positivo. Disponível em <https://tinyurl.com/99vnb4vc>. Acesso em: 27 ago. 2021.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

QUEIROGA, Lisandra. **SIP Trunk: o que é**. NVOIP. Disponível em <https://tinyurl.com/fxmzf4cn>. Acesso em 27 ago. 2021.

ROSS, Julio. **VoIP – Voz Sobre IP**. Rio de Janeiro: Antenna Edições Técnicas, 2007.

SECRETARIA DE ECONOMIA DO DISTRITO FEDERAL. **Rede Metropolitana – GDFNet**. Disponível em <https://tinyurl.com/4b85dvhs>. Acesso em: 28 set. 2021a.

SECRETARIA DE ECONOMIA DO DISTRITO FEDERAL. **SUTIC – Subsecretaria de Tecnologia da Informação e Comunicação**. Disponível em <https://tinyurl.com/n2286zaf>. Acesso em: 07 ago. 2021b.

SÉRGIO, Paulo. **Princípio básico da comutação telefônica**. WORKNETS. Disponível em <https://tinyurl.com/yae3xxyd>. Acesso em: 07 ago. 2021.

SILVA, João Paulo. **VoIP (Voz sobre IP): Vantagens em relação a telefonia convencional no Brasil**. Monografia de Especialização - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Departamento Acadêmico de Eletrônica. Curitiba, 2017.

SINCRONISMO. **Como funciona o softphone e suas vantagens**. Disponível em <https://tinyurl.com/kw7cmfaw>. Acesso em: 29 ago. 2021.

TELECO. **Consulta ao Glossário**. Disponível em <https://tinyurl.com/mftjhmm8>. Acesso em: 27 jul. 2021a.

TELECO. **Estudo de Caso NGN I: Central Telefônica e RDSI**. Disponível em <https://tinyurl.com/7bmft4pw>. Acesso em: 25 ago. 2021b.

TELECO. **Tutoriais de Telefonia Fixa no Brasil**. Disponível em <https://tinyurl.com/b8yjrrp9>. Acesso em: 27 jul. 2021c.

UFSC. **Revitalização**. Disponível em <https://tinyurl.com/cuuwn7x5>. Acesso em: 27 ago. 2021. Disponível em <https://tinyurl.com/588szdjn>. Acesso em: 27 ago. 2021.