

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, CONTABILIDADE E GESTÃO
DE POLÍTICAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA
MESTRADO EM GESTÃO ECONÔMICA DE FINANÇAS PÚBLICAS**

CLAUDIO SASAKI DA SILVA

**ANÁLISE FINANCEIRA PARA ADOÇÃO DE UM SISTEMA DE TELEFONIA VoIP:
ESTUDO DE CASO DA SECRETARIA DE ECONOMIA DO DISTRITO FEDERAL**

BRASÍLIA

2021

CLAUDIO SASAKI DA SILVA

**ANÁLISE FINANCEIRA PARA ADOÇÃO DE UM SISTEMA DE TELEFONIA VOIP:
ESTUDO DE CASO DA SECRETARIA DE ECONOMIA DO DISTRITO FEDERAL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas Públicas, da Universidade de Brasília, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Economia.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Henrique Zuchi da Conceição

BRASÍLIA

2021

CLAUDIO SASAKI DA SILVA

**ANÁLISE FINANCEIRA PARA ADOÇÃO DE UM SISTEMA DE TELEFONIA VoIP:
ESTUDO DE CASO DA SECRETARIA DE ECONOMIA DO DISTRITO FEDERAL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas Públicas, da Universidade de Brasília, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Economia.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Prof. Dr. Pedro Henrique Zuchi da Conceição

ORIENTADOR

Prof. Dr. Jorge Madeira Nogueira

MEMBRO

Prof.^a Dr.^a Elke Urbanavicius Costanti

MEMBRO

Dedico esta, bem como todas as minhas demais conquistas, a minha família, meu melhor e maior presente.

AGRADECIMENTOS

É muito difícil expressar com palavras a gratidão que sinto por todos aqueles que, de certa forma, contribuíram para a concretização desta dissertação, estimulando-me intelectual e emocionalmente. Com enorme receio de excluir alguém importante, agradeço e dedico este trabalho:

Primeiramente, a Deus, por ter permitido que eu tivesse saúde e determinação para não desanimar, mesmo nos momentos mais difíceis. Em meio a um período de pandemia mundial, sem Ele, certamente nada disso seria possível.

Aos meus pais, por, desde sempre, terem me mostrado que o estudo é libertador e que deve ser sempre buscado, em qualquer época de nossas vidas.

À minha esposa Veronica pelo amor, companheirismo, apoio e orientações textuais. Sou muito grato por sua compreensão e parceria de todos os dias, que foram fundamentais para o fim exitoso desta jornada.

Aos meus filhos, Davi e Laís, meus maiores amores, que vieram para dar um novo sentido à minha vida. Prometo compensá-los por cada minuto de companhia e atenção que devo a vocês.

Aos professores do curso de Mestrado em Gestão Econômica de Finanças Públicas da FACE/UnB, em especial, ao meu orientador, Prof. Dr. Pedro Henrique Zuchi da Conceição, pela paciência e pelos ensinamentos que me municiaram para a conclusão de mais esta etapa em minha vida acadêmica.

Ao GDF e à SEEC/DF, por terem me proporcionado a oportunidade de realizar um curso de mestrado e pela disponibilização de dados que foram de grande utilidade para a elaboração deste trabalho.

Só depois que a tecnologia inventou o telefone, o telégrafo, a televisão, a internet, foi que se descobriu que o problema de comunicação mais sério era o de perto.

Millôr Fernandes

RESUMO

Segundo Faria (2017, p. 1), "a comunicação é imprescindível para a vida de qualquer pessoa. Ela possibilita a interação do indivíduo com o mundo. Nos primórdios da existência humana, na idade da pedra já havia comunicação; da mesma forma que o homem utilizava sinais, expressões faciais e gestuais para se comunicar, ele também os utilizava para identificar o que o mundo lhe dizia – sabia distinguir rapidamente quando um animal era uma ameaça ou uma presa. Podemos dizer, sem medo de errar, que a comunicação foi o primeiro meio de sobrevivência de que o ser humano fez uso. (...) No decorrer do tempo, é notório o quanto o ser humano se dedicou a esta nobre tarefa fazendo uso de diversos meios para esse fim: sinal de fumaça, pombo correio, pergaminhos, cartas, telex, telefone – vale tudo: texto, imagem, som, formas, cores, expressões, gestos, ícones, códigos etc. Em consequência disto, a maneira do ser humano se comunicar foi se tornando cada vez mais sofisticada." O presente estudo objetiva explicitar o funcionamento, as características, vantagens e desvantagens de dois sistemas de telefonia usados atualmente: o convencional e o VoIP. O tema surgiu do grande crescimento desse novo sistema de telefonia, que funciona sob a rede mundial de computadores, a *Internet*, tendo como seu maior atrativo aos usuários, o custo. Pretendeu-se, na execução desta pesquisa, analisar financeiramente diversas opções de soluções VoIP, utilizando como parâmetros o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR), a fim de identificar qual seria a melhor opção para a Secretaria de Economia do Distrito Federal.

Palavras-chave: Sistema de Telefonia; VoIP; Análise Financeira; VPL; TIR.

ABSTRACT

According to Faria (2017, p. 1), “communication is essential for anyone’s life. It enables the people interaction with the world. In the beginning of human existence, in the stone age, there was already communication; in the same way that man used signs, facial and gestural expressions to communicate, he also used them to identify what the world was telling him – he knew how to quickly distinguish if an animal was a threat or prey. We can say, without fear of making mistakes, that communication was the first way of survival that the human being used. (...) In the course of time, it is clear how the human being dedicated to this noble task using various means for this purpose: smoke signal, carrier pigeon, parchments, letters, telex, telephone – anything goes: text, image, sound, shapes, colors, expressions, gestures, icons, codes etc. As a result, the way of human beings to communicate has become increasingly sophisticated. “The present study follows this idea and seeks to explain the operation, characteristics, advantages and disadvantages of two telephone systems currently used: conventional and VoIP. The theme arose from the great growth of this new telephone system that works under the world wide web, the Internet, with its greatest attraction to users, its cost. At the end of this study, the intention is to make a financial analysis of several options for VoIP solutions – using NPV and IRR as parameters – and to identify which would be the best option for the Secretary of Economy of Federal District.

Keywords: telephone system; VoIP; financial analysis; NPV; IRR.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Topologia do sistema de telefonia da SEEC/DF.....	15
Figura 2 -	Metodologia de ACB para projetos de investimento.....	21
Figura 3 -	Visão geral da estrutura de comunicação telefônica.....	32
Figura 4 -	Funcionamento de um sistema VoIP.....	35
Figura 5 -	Codificação do sinal de voz.....	36
Figura 6 -	Visão geral do funcionamento do Asterisk.....	38
Figura 7 -	Central telefônica Siemens Hipath 3750.....	43
Figura 8 -	Central telefônica Siemens Hipath 4000.....	44
Figura 9 -	Topologia de um sistema de telefonia VoIP.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Custos mensais dos Contratos nº 68/2017 e 33/2018.....	46
Tabela 2 - Custo total do cenário 1 a preços de 2021.....	47
Tabela 3 - Estimativa de custo do cenário 2A a preços de 2021.....	50
Tabela 4 - Estimativa de custo do cenário 2B a preços de 2021.....	52
Tabela 5 - Atualização e ajuste do valor unitário do Contrato nº 22/2017.....	54
Tabela 6 - Estimativa de custo do cenário 2C a preços de 2021.....	54
Tabela 7 - Estimativa de custo do cenário 2D a preços de 2021.....	55
Tabela 8 - Cálculo da redução de custos anual para o cenário 2A a preços de 2021.....	58
Tabela 9 - Fluxo de caixa, VPL e TIR para o cenário 2A (em R\$) a preços de 2021.....	58
Tabela 10 - Cálculo da redução de custos anual para o cenário 2B a preços de 2021.....	59
Tabela 11 - Fluxo de caixa, VPL e TIR para o cenário 2B (em R\$) a preços de 2021.....	60
Tabela 12 - Cálculo do investimento inicial para o cenário 2C a preços de 2021.....	60
Tabela 13 - Cálculo da redução de custos anual para o cenário 2C a preços de 2021.....	61
Tabela 14 - Fluxo de caixa, VPL e TIR para o cenário 2C (em R\$) a preços de 2021.....	61
Tabela 15 - Cálculo do investimento inicial para o cenário 2D a preços de 2021.....	62
Tabela 16 - Cálculo da redução de custos anual para o cenário 2D a preços de 2021.....	62
Tabela 17 - Fluxo de caixa, VPL e TIR para o cenário 2D (em R\$) a preços de 2021.....	63
Tabela 18 - Comparação entre todos os cenários a preços de 2021.....	64

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Etapas do orçamento de capital.....	24
Quadro 2 -	Classificação das centrais telefônicas.....	31
Quadro 3 -	Principais funcionalidades do Asterisk.....	38
Quadro 4 -	Requisitos de um sistema de comunicação.....	40
Quadro 5 -	Comparativo entre as telefonias convencional e VoIP.....	42
Quadro 6 -	Contratos administrativos de telefonia da SEEC/DF.....	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACB	Análise Custo-Benefício
ATA	Adaptador para Telefone Analógico
BC	Banco Central do Brasil
CPA	Centrais de Programa Armazenado
CTI	<i>Computer Telephony Integration</i>
DDG	Discagem Direta Gratuita
GDF	Governo do Distrito Federal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IETF	<i>Internet Engineering Task Force</i>
IL	Índice de Lucratividade
IP	<i>Internet Protocol</i>
IPCA	Índice Nacional de Preços ao Consumidor
PABX	<i>Private Automatic Branch eXchange</i>
PCM	<i>Pulse Code Modulation</i>
PGO	Plano Geral de Outorgas
SEEC/DF	Secretaria de Estado de Economia do Distrito Federal
SELIC	Sistema Especial de Liquidação e de Custódia
SEPLAG/DF	Secretaria de Planejamento, Orçamento e Gestão do DF
STFC	Serviço Telefônico Fixo Comutado
TER	Taxa Externa de Retorno
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
TIR	Taxa Interna de Retorno
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
URA	Unidade de Resposta Audível
VoIP	<i>Voice over Internet Protocol</i>
VPL	Valor Presente Líquido
WAVE	<i>Waveform Audio File Format</i>

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	13
	Justificativa.....	15
	Objetivos.....	17
	Estrutura da Dissertação.....	18
1	REFERENCIAL TEÓRICO	19
1.1	Eficiência na Administração Pública <i>versus</i> Eficiência Econômica.....	19
1.2	Análise Financeira <i>versus</i> Análise Econômica.....	20
1.3	Decisões de investimento.....	23
1.4	Técnicas de análise de investimentos.....	25
1.4.1	Valor Presente Líquido (VPL).....	25
1.4.2	Taxa Interna de Retorno (TIR).....	27
2	EVOLUÇÃO DO SISTEMA DE TELEFONIA	30
2.1	Breve histórico acerca da criação do telefone.....	30
2.2	Telefonia convencional.....	30
2.3	Transição do modelo convencional para a tecnologia VoIP.....	32
2.4	Telefonia VoIP.....	34
2.4.1	Software Asterisk.....	37
2.5	Telefonia convencional <i>versus</i> Telefonia VoIP.....	39
3	CENÁRIOS DE INVESTIMENTO DE CAPITAL	43
3.1	Cenário 1: Telefonia convencional.....	43
3.2	Cenário 2: Telefonia VoIP.....	48
4	ANÁLISE FINANCEIRA DOS CENÁRIOS DE INVESTIMENTO	57
4.1	Estudo de caso 1: Cenário 1 <i>versus</i> Cenário 2A.....	57
4.2	Estudo de caso 2: Cenário 1 <i>versus</i> Cenário 2B.....	59
4.3	Estudo de caso 3: Cenário 1 <i>versus</i> Cenário 2C.....	60
4.4	Estudo de caso 4: Cenário 1 <i>versus</i> Cenário 2D.....	62
4.5	Apresentação e análise dos resultados obtidos.....	63
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	66
	REFERÊNCIAS	68
	APÊNDICE: Slides apresentados para a banca examinadora	72

INTRODUÇÃO

Com este trabalho, pretende-se identificar a melhor solução de telefonia, sob a ótica financeira, para a Secretaria de Economia do Distrito Federal. Para tanto, serão apresentadas informações – características, pontos fortes e fracos, estimativa de custos etc. – a respeito das opções atualmente existentes no mercado.

O objetivo principal de um sistema de telefonia é permitir a comunicação entre pessoas. A palavra “comunicar” tem sua origem no latim *communicare*, que significa partilhar com todos, usar em comum, tornar comum. É por meio da comunicação que ocorrem as interações dos seres humanos com o mundo ao seu redor. (CARVALHO JÚNIOR, 2020; FARIA, 2017).

A comunicação é o artifício que se dispõe para criar e manter relacionamentos, sejam eles pessoais, sociais ou profissionais. É através dela que integrações e interações são estabelecidas, permitindo a geração de conhecimento, entendimento e ações. Sem ela seria impossível conhecer pessoas, descobrir caminhos e oportunidades de troca e crescimento. (GIMENES, 20--?).

No contexto corporativo, Faria (2017) traz que pesquisas realizadas na área de gestão de projetos apontaram a gestão de comunicação como fator decisivo para o sucesso dos projetos. É possível perceber também a importância da comunicação ao se avaliar os prejuízos e danos causados pela sua falta ou pela forma ineficaz como é realizada. Essas, por vezes, são as causas de um mal-entendido ou até mesmo da propagação de informações falsas – as, tão citadas nos noticiários atuais, *fake news*.

Desde os períodos mais remotos da humanidade, o homem já sentia a necessidade de comunicar-se. Gestos, expressões, sons eram alguns dos meios utilizados para se emitir uma mensagem. Com o passar dos tempos, os meios de transmissão evoluíram e foram ganhando novas variantes, como os desenhos e inscrições rupestres no período pré-histórico, pergaminhos, cartas, telégrafos, telefones analógicos, até os atuais *smartphones*, com todas as suas possibilidades de comunicação: voz, texto, imagem, vídeo etc.

Fazendo uma análise da evolução dos meios de comunicação, é fácil perceber que a tecnologia teve papel fundamental nesse processo. Utilizando-se inclusive o momento atual como parâmetro, pode-se afirmar que muitas empresas só se mantiveram ativas durante a pandemia da Covid-19, devido ao uso das

tecnologias disponíveis, em particular a *internet*, que permitiram que funcionários acessassem, de forma remota, suas ferramentas de trabalho.

Nesse contexto, o telefone também teve uma função de relevada importância. Após a adoção do teletrabalho pelas empresas, conversas durante o expediente e reuniões tiveram que ser substituídas por chamadas telefônicas e/ou conferências.

Hoje ao se falar em telefonia, não tem como deixar de fora da discussão o sistema Voz sobre IP, mais conhecido pela sua sigla em inglês VoIP (*Voice over Internet Protocol*). Trata-se da tecnologia mais recente no setor. Dentre suas vantagens, o mercado geralmente cita a redução nos custos com serviços telefônicos como a maior delas.

No entanto, por se tratar de um sistema novo, seu custo de implantação ainda é caro para muitas organizações, principalmente as de pequeno e médio porte. Por essa razão, o sistema de telefonia convencional, geralmente associado a uma central PABX (*Private Automatic Branch eXchange*)¹, ainda é bastante utilizado nos ambientes corporativos. Outro fator determinante para a (ainda) não aceitação total do sistema VoIP diz respeito à sua complexidade. Isso porque essa migração não se trata apenas de uma substituição do meio físico utilizado para a transmissão das mensagens, mas uma mudança de paradigma, em que a telefonia deixa de ser apenas um serviço de comunicação de voz e torna-se uma ferramenta de colaboração entre seus usuários.

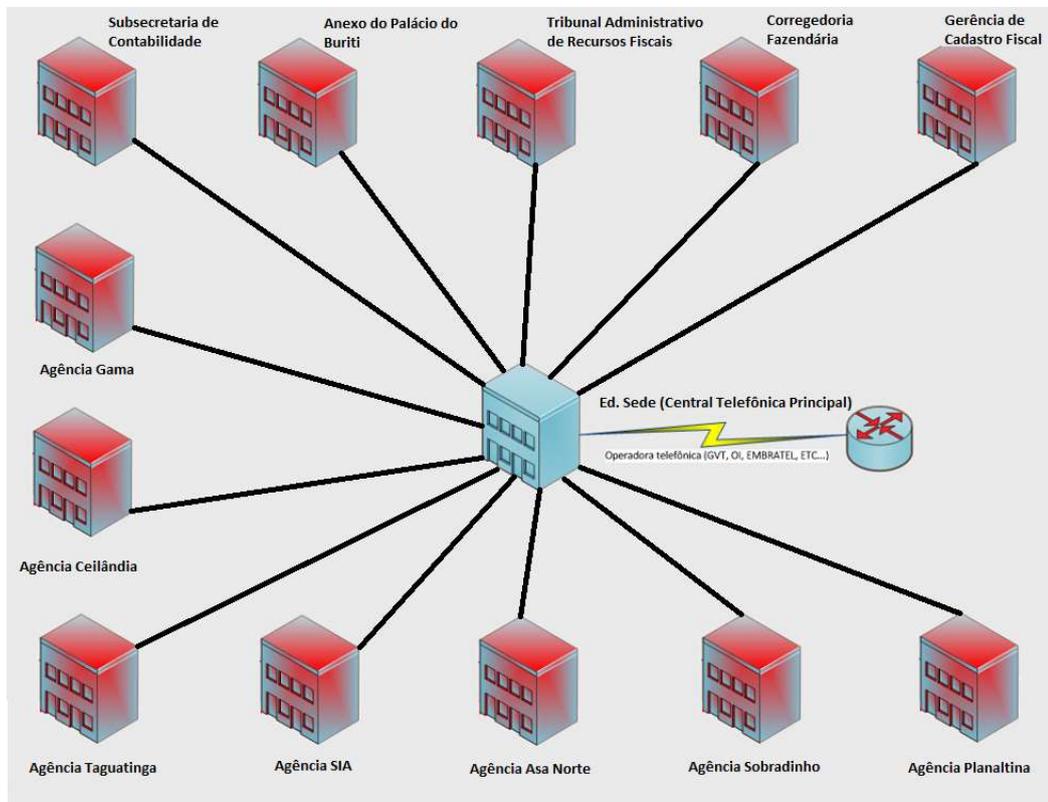
Diante dessas opções oferecidas pelo mercado de telefonia, fica a dúvida: qual a melhor solução, do ponto de vista financeiro, para uma determinada organização? Para responder essa pergunta, faz-se necessária a realização de um estudo de viabilidade que faça uma comparação de todos os cenários de investimento possíveis para aquela instituição.

¹ Equipamento de comutação telefônica automático, responsável por gerenciar e distribuir as chamadas para vários ramais. Um equipamento de PABX interliga-se à rede pública de telefonia através de linhas fornecidas por essa, chamadas de tronco, e as distribui em ramais (internos) bem mais numerosos. (MELO; VIVIURCA, 2007).

Justificativa

A Secretaria de Estado de Economia do Distrito Federal (SEEC/DF) conta hoje com um sistema de telefonia arcaico, composto por uma central telefônica principal, PABX, instalada em um de seus Centros de Dados, e doze centrais telefônicas de menor porte, conectadas à principal, distribuídas em diversas unidades remotas da Secretaria, tais como agências de atendimento, subsecretarias etc., conforme demonstrado na Figura 1.

Figura 1 - Topologia do sistema de telefonia da SEEC/DF



Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Esse modelo foi adotado em 2001, como um mecanismo de aprimoramento e melhoria da eficácia da comunicação para a Administração Pública. Na ocasião, a solução melhorou a relação custo-benefício do serviço de telefonia, permitindo à Secretaria o cumprimento do seu dever de observância aos princípios constitucionais da eficiência e economicidade.

Atualmente, com o advento de novas tecnologias de informação e comunicação, essa solução, apesar de funcional, mostra-se obsoleta. E essa

defasagem tecnológica vem causando uma série de transtornos aos responsáveis pelo serviço de telefonia da SEEC/DF. Isso porque, por se tratar de equipamentos de quase 20 anos, apresentam falhas constantes. Problemas esses que, na maioria das vezes, são corrigidos com a intervenção de um técnico. Porém, em alguns casos, o reparo só ocorre com a substituição de peças, o que dificulta consideravelmente o trabalho, pois o fabricante já as tirou de sua linha de produção, fazendo com que seja necessário recorrer ao mercado de peças usadas, portanto, sendo essas sem garantia e com vida útil reduzida.

Em meio a esse cenário, a tecnologia VoIP, como registra Sousa (2001), torna-se uma opção estratégica para o atendimento das mudanças estruturais e tecnológicas que vêm ocorrendo no mundo dos negócios. Como resultado, observa-se, entre os benefícios, a busca contínua por melhorias na comunicação e na qualidade, e melhoria da eficiência na prestação dos serviços essenciais pelos órgãos públicos que optam pela implantação dessa nova tecnologia.

No entanto, para que seja tomada qualquer decisão no sentido de se manter ou substituir a solução de telefonia da SEEC/DF, é indispensável fazer uma análise das diversas opções de projetos de investimento. Vale frisar que, desde a edição da primeira versão da Instrução Normativa nº 4 do antigo Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG)² em 2008, tornou-se obrigatório, durante a fase de planejamento da contratação de soluções de Tecnologia da Informação e Comunicação – TIC, realizar a comparação, inclusive quanto a aspectos financeiros, de diversos possíveis cenários que atendam a necessidade do órgão.

A partir do exposto, este trabalho objetiva fazer uma avaliação financeira para adoção de um sistema VoIP pela Secretaria de Economia do Distrito Federal, buscando, assim, melhorar a eficiência de seus gastos com o serviço de telefonia. Não se buscará realizar uma análise econômica, pois esta inclui, na sua elaboração, aspectos não apenas financeiros, mas também econômicos, que comumente são

² A Instrução Normativa nº 4 passou ainda por duas revisões, em 2010 e 2014, até ser revogada, em 2019, pela Instrução Normativa nº 1 da Secretaria de Governo Digital do Ministério da Economia. No entanto, a nova norma manteve a obrigatoriedade de se comparar soluções durante a fase de planejamento das contratações, como pode ser observado no inciso II do art. 11 que traz que uma das tarefas a serem realizadas é a “análise comparativa de soluções, que deve considerar, além do aspecto econômico, os aspectos qualitativos em termos de benefícios para o alcance dos objetivos da contratação”. (BRASIL, 2019). Em que pese essas instruções terem sido editadas no âmbito da União, o Governo do Distrito Federal emitiu decretos (o mais recente é o Decreto nº 37.667, de 2016) recepcionando essas normas e tornando obrigatória a sua observação pelos órgãos e entidades distritais.

questionados pelos órgãos de controle (Tribunais de Contas, Ministérios Públicos, Corregedorias etc.).

Isso ocorre porque, segundo o Acórdão nº 2.471/2008-TCU-Plenário, bens e serviços de TIC, quando considerados comuns (o que é o caso da telefonia fixa), devem ser contratados através de licitações da modalidade *pregão* e do tipo *menor preço*. Por serem de mensuração mais complexa e por geralmente elevarem o preço das contratações e/ou restringirem a competitividade entre licitantes, custos e benefícios econômicos – quando inseridos nas análises – acabam, por vezes, provocando desconfiança quanto à lisura do processo licitatório, pois podem ser vistos como uma forma de direcionamento do *pregão* para um determinado participante.

Sendo assim, em que pese o reconhecimento de que existem aspectos econômicos que poderiam influenciar no processo de tomada de decisão de qual seria a solução de telefonia mais eficiente para a SEEC/DF, a análise a ser apresentada neste trabalho será meramente financeira.

Objetivos

Objetivo geral

O objetivo geral deste estudo é realizar uma análise financeira para a adoção de uma solução VoIP pela Secretaria de Economia do Distrito Federal – SEEC/DF, em substituição ao modelo convencional de telefonia. Para tanto, propõem-se os seguintes objetivos específicos:

Objetivos específicos

- Estimar os custos da migração para a telefonia VoIP;
- Calcular os parâmetros utilizados para a análise financeira: VPL e TIR;
- Analisar a viabilidade dessa migração no âmbito da SEEC/DF a partir dos cenários de investimentos identificados.

Estrutura da Dissertação

Esta dissertação está dividida em 6 capítulos. O primeiro consiste na Introdução, no qual se apresentam a justificativa da pesquisa e os objetivos geral e específicos.

O capítulo 2 traz um breve histórico acerca da criação do telefone. Aqui também são apresentados alguns conceitos, características, vantagens e desvantagens dos dois principais sistemas em uso hoje: convencional e VoIP.

No capítulo 3, são introduzidos os conceitos de eficiência na Administração Pública, eficiência econômica, análises financeira e econômica, além de decisões de investimento. Por fim, apresentam-se os métodos que serão utilizados na análise deste estudo: o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR).

O capítulo 4 apresenta o cenário atual e os cenários de investimento de capital identificados como possíveis soluções para a demanda de telefonia da SEEC/DF. Cada cenário é descrito detalhadamente e todos os seus custos são relacionados de forma que possam ser analisados no capítulo seguinte.

O quinto capítulo apresenta os estudos de caso comparativos dos cenários identificados no capítulo 4 e analisa os resultados obtidos. E, por fim, no capítulo 6, são tecidas as considerações finais da pesquisa e as recomendações deste autor para trabalhos futuros.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 Eficiência na Administração Pública *versus* Eficiência Econômica

Na seara jurídica, a eficiência é o mais recente dos princípios constitucionais da Administração Pública brasileira, tendo sido adotado a partir da chamada reforma administrativa, ocorrida com a Emenda Constitucional nº 19, de 1998. O princípio da eficiência exige que a atividade administrativa seja exercida com presteza, perfeição e rendimento funcional.

O princípio da eficiência, segundo Moraes (1999), é aquele que impõe à Administração Pública a persecução do bem comum, por meio do exercício de suas competências de forma imparcial, neutra, transparente, participativa, eficaz, sem burocracia e sempre em busca da qualidade, primando pela adoção dos critérios legais e morais necessários para a melhor utilização possível dos recursos públicos, de maneira a evitar-se desperdícios e garantir-se uma maior rentabilidade social.

Antes mesmo da promulgação da Constituição Federal de 1988, a doutrina já apontava a existência do princípio da eficiência em relação à administração pública; isso porque a Carta Magna já previa que os Poderes manteriam, de forma integrada, sistema de controle interno com a finalidade de comprovar a legalidade e avaliar os resultados quanto à eficácia e eficiência da gestão orçamentária, financeira e patrimonial nos órgãos e entidades da administração federal. (MORAES, 1999).

Já a eficiência econômica está intimamente relacionada com a maximização da utilização de riqueza e do bem-estar social. Dessa forma, a compreensão do conceito de eficiência pressupõe a compreensão do conceito de ótimo de Pareto, ou eficiência de Pareto. (NIED, 2012; BOTELHO, 2016).

O ótimo de Pareto foi um conceito originalmente concebido pelo economista e sociólogo Vilfredo Pareto, como um critério de avaliação do bem-estar social. No entanto, sua aplicação deu início a uma nova linha de pensamento e provocou importantes mudanças nos fundamentos teóricos econômicos. Segundo o ótimo de Pareto, o bem-estar máximo de uma sociedade é alcançado quando não existir outro estado em que seja possível aumentar o bem-estar de um indivíduo, sem diminuir o bem-estar de outro. Assim, a eficiência, para Pareto, é entendida como um ponto de equilíbrio nas decisões individuais que, quando atingido, impossibilita que a situação

de um agente socioeconômico seja melhorada, sem que a situação de outro piore. (NIED, 2012; REIS, 2018).

A partir do ótimo de Pareto, as partes não serão induzidas a realizar novas trocas de forma voluntária, pois cada um dos bens estará de posse da pessoa que mais o valoriza. Baseado nisso, Cooter e Ulen (1996 apud NIED, 2012) afirmaram que uma configuração eficiente no sentido de Pareto implica um ótimo social, uma vez que a soma das utilidades individuais dos bens – se tal cálculo pudesse ser feito – resultaria no maior valor possível.

Anos depois, o conceito de eficiência econômica foi expandido pelos economistas Nicholas Kaldor e John Hicks, através do critério de Kaldor-Hicks. Aqui, diferentemente do ótimo de Pareto, admite-se que uma tomada de decisões possa ter um resultado mais eficiente a partir de uma situação na qual alguns agentes passem por pioras ou deteriorações, desde que recebam compensações para manter o seu nível de satisfação. (NIED, 2012).

Ainda segundo Nied (2012), pode-se dizer que uma decisão eficiente, no sentido Kaldor-Hicks, deve aumentar o bem-estar dos ganhadores em um montante tal que seja possível, ao menos em tese, a compensação da redução do bem-estar dos perdedores. Entretanto, o critério de Kaldor-Hicks prevê apenas que haja a possibilidade de compensação, não exigindo que ela de fato ocorra. Sendo assim, segundo a eficiência de Kaldor-Hicks, uma melhoria pode diminuir o nível de satisfação de alguns agentes. Já as melhorias, segundo Pareto, garantem que todas as partes envolvidas fiquem melhor, ou, pelo menos, nenhuma fique pior.

Enquanto cada melhoria, segundo Pareto, é uma melhoria; na visão de Kaldor-Hicks, a recíproca não é verdadeira. Isso ocorre porque o conjunto de melhorias de Pareto é um subconjunto das melhorias de Kaldor-Hicks, o que implica também numa maior flexibilidade e aplicabilidade do critério de Kaldor-Hicks em relação ao critério de Pareto.

1.2 Análise Financeira versus Análise Econômica

Como já mencionado, o objetivo desta dissertação é realizar uma análise do ponto de vista exclusivamente financeiro, e não econômico, do projeto. Sendo assim, faz-se mister apresentar suas características e diferenças.

Contador (2014 apud SILVA, 2020) revela a existência de críticas quanto à validade e pertinência da realização de avaliação econômica de projetos (incluindo a incorporação dos valores das externalidades). O autor destaca ainda a imprecisão envolvida nos cálculos de preços sociais e das externalidades, que, em última instância, seria um juízo de valor.

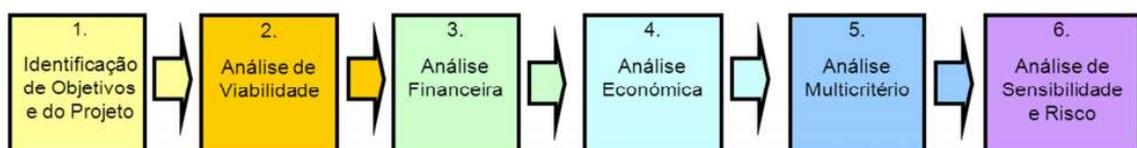
De qualquer forma, em análise de investimentos, outros aspectos devem ser observados, como questões ambientais, sociais, de satisfação pessoal, entre outros. Uma ferramenta muito utilizada para essa finalidade é a Análise Custo-Benefício (ACB).

A fundamentação teórica da ACB baseia-se na teoria neoclássica do bem-estar, especialmente no critério de eficiência postulado por Pareto. É uma ferramenta que tem como objetivo principal auxiliar na escolha de projetos ou políticas eficientes e de resultado líquido positivo, tanto do ponto de vista econômico quanto do ponto de vista social. (MUELLER, 2007 apud ROSCOE, 2011).

Para Silva (2020), o princípio básico por trás da análise custo-benefício é, de certa maneira, simples de ser entendido: ante uma decisão de compra ou de investimento, é aconselhável avaliar os custos e os benefícios envolvidos. A compra ou o investimento só deveria ser realizado quando os benefícios superassem os custos. A grande maioria das decisões mais corriqueiras do cotidiano de qualquer cidadão se baseia na diferença entre custos e benefícios. Porém, quando se avolumam os recursos, é preciso incorporar alguns refinamentos, pois, enquanto ferramenta de análise de projetos, a ACB deve considerar os valores incrementais futuros.

Segundo Silva e Salgado (2015), uma ACB para apoio ao desenvolvimento de projetos de investimento deve seguir as etapas apresentadas na Figura 6.

Figura 2 - Metodologia de ACB para projetos de investimento



Fonte: Silva e Salgado (2015).

Para as autoras, "a definição dos objetivos do projeto e do objeto do estudo é essencial à identificação do projeto". (SILVA; SALGADO, 2015, p. 11). Deve-se, primeiramente, identificar o projeto e o contexto em que será implementado, além de estabelecer com clareza os objetivos a serem cumpridos.

Cumprida essa etapa, o próximo passo é a realização de uma análise que possibilite assegurar, do ponto de vista técnico, a viabilidade do projeto em estudo. A análise de viabilidade não diz respeito apenas à verificação da possibilidade de atendimento das diferentes particularidades do projeto. Inclui também a consideração de aspectos relacionados com *marketing*, gestão, análise da execução etc., uma vez que existem diversas alternativas a serem analisadas, tendo em vista os objetivos levantados. Para um dado projeto, é preciso se certificar de que a opção escolhida corresponde à melhor dentre as possibilidades disponíveis, e que as alternativas preteridas foram devidamente ponderadas. (SILVA; SALGADO, 2015).

Realizada a análise de viabilidade, é chegado o momento da análise financeira, onde são calculados os indicadores de desempenho financeiro do projeto. É na análise financeira que são obtidas as informações necessárias, em nível de receitas e despesas, preços de mercado e como se distribuem ao longo do tempo previsto para a implementação e exploração do projeto. Seu resultado será útil para a análise econômica que virá a seguir. De acordo com Silva e Salgado (2015), a análise financeira tem três finalidades:

- reunir as informações necessárias para a análise do fluxo de caixa;
- avaliar a viabilidade financeira do projeto (análise de sustentabilidade); e
- avaliar os benefícios financeiros, calculando a rentabilidade do ponto de vista do investidor.

Em seguida, na análise econômica, são feitas correções nos dados financeiros e incluem-se os benefícios e custos sociais não contabilizados na análise anterior. Essas correções consistem em eliminar efeitos fiscais, em considerar as externalidades que conduzem a custos e benefícios sociais e em converter os preços de mercado utilizados na análise financeira. Ao final dessa etapa, deverá ser possível identificar a solução que permite melhor uso dos recursos, em termos de otimização da relação custo-benefício expressa em termos econômicos, isto é, a que promover os maiores benefícios a menores custos. (SILVA; SALGADO, 2015).

Como pode ser observado, a análise financeira é uma das etapas que compõem a ACB. É neste ponto que este trabalho se encerrará. As fases seguintes (análise econômica, análise multicritério e análise de sensibilidade e risco) poderão ser objeto de trabalhos futuros, pois, como dito anteriormente, não se pretende incluir custos e benefícios econômicos neste estudo, devido ao fato dos órgãos controladores costumeiramente questionarem o seu uso nas análises que precedem licitações de bens e serviços de TIC.

1.3 Decisões de investimento

Para Souza e Clemente (1995 apud KLANN; TOMASI, 2010), a decisão de investir é de natureza complexa, uma vez que vários fatores exercem influência, inclusive os de ordem pessoal. Ela depende do retorno esperado; quanto maior forem os benefícios futuros, mais atraente o investimento se mostrará.

Considerando que os ganhos futuros, em geral, são incertos, existem dois fatores atuando em sentidos opostos: (i) a expectativa de retorno, que atrai o investidor, e (ii) o risco, que o afasta. É importante destacar que cada investimento demanda riscos e pode receber diferentes avaliações. No entanto, quanto mais informações o investidor tiver, menor será seu risco. (op. cit.).

Por essa razão, Klann e Tomasi (2010) afirmam que os projetos de investimento apenas ajudam a tomada de decisão, mas não descartam a necessidade da informação para minimizar os riscos. Esses projetos de investimento, no que se refere à questão financeira, são operacionalizados por meio do orçamento de capital.

De acordo com Lemes Júnior *et al.* (2002, p. 168), “orçamento de capital é o processo de ordenamento das premissas e informações que visam à montagem do fluxo de caixa projetado para a tomada de decisão de investimento de longo prazo”. O orçamento de capital visa a atender uma série de objetivos organizacionais estratégicos fundamentais na determinação do sucesso ou do fracasso das organizações. Segundo os autores, entre os principais objetivos, pode-se citar: maximizar a riqueza do acionista, por meio de investimentos em projetos mais rentáveis; criar sinergia entre os diversos projetos; **substituir os ativos obsoletos**; proteger mercado; **conhecer e dominar novas tecnologias**; dominar novos mercados; inibir concorrentes; aproveitar recursos existentes e potencial de crédito e

de novas captações; **reduzir custos e deficiências**; e **aproveitar novas oportunidades**.

Para Horngren *et al.* (1997 apud KLANN; TOMASI, 2010), o orçamento de capital se divide em seis etapas, as quais estão expostas no Quadro 5.

Quadro 1 - Etapas do orçamento de capital

ETAPA	DESCRIÇÃO
Identificação	Identifica os tipos de investimentos de capital necessários ao cumprimento dos objetivos da organização.
Pesquisa	Identifica projetos alternativos de investimentos que atinjam as metas da organização. A equipe avalia tecnologias, alternativas e especificações dos projetos.
Obtenção de dados	Aqui são levadas em consideração as previsões dos custos e das consequências dos investimentos alternativos.
Seleção	Escolhem-se os projetos a serem implantados. As organizações escolhem os projetos, cujos resultados previstos superem os custos em maior escala.
Financiamento	É a etapa na qual a organização deve obter fundos para o projeto. As fontes de financiamento incluem disponibilidades geradas internamente e os recursos do mercado de capitais.
Implantação e controle	Consiste em iniciar a execução do projeto e acompanhá-la. Conforme o projeto é implantado, a organização deve avaliar se os investimentos de capital estão sendo feitos conforme programados e dentro do orçamento.

Fonte: Elaborado pelo autor com dados de Horngren *et al.* (1997 apud KLANN; TOMASI, 2010).

Escolhido o projeto de investimento, dentre as alternativas apresentadas, é preciso elaborar o fluxo de caixa desse projeto para se realizar a análise de viabilidade do investimento. Será durante esse estudo que se verificará se os benefícios gerados superam os gastos realizados. Para isso, é necessário construir estimativas futuras de fluxos de caixa. (KLANN; TOMASI, 2010).

De um modo geral, as estimativas futuras de fluxo de caixa apresentam-se compostas pelo investimento inicial, pelos fluxos de caixa incrementais e pelo valor residual. Outro fator que deve ser observado na análise de investimentos é a determinação do custo do capital da organização, que analisa a perspectiva do investimento. (op. cit.)

1.4 Técnicas de análise de investimentos

Investir, segundo Famá e Bruni (2003, p. 27), “consiste em fazer um desembolso presente em prol da obtenção de uma série de fluxos de caixa futuros”. Por essa razão, o fluxo de caixa representa a principal ferramenta de demonstrativo financeiro do empreendedor, cujo objetivo é projetar para períodos futuros todas as entradas (*inputs*) e saídas (*outputs*) de recursos financeiros da organização e indicar como será o saldo de caixa para o período projetado. (MORAES FILHO, 2017).

A análise desses investimentos se trata de uma avaliação das suas viabilidades financeiras, realizadas em um contexto que envolve uma série de parâmetros, critérios e objetivos. A principal dificuldade da análise de investimentos refere-se à interpretação das ocorrências futuras. (BROM; BALIAN, 2007).

Para Klann e Tomasi (2010), hoje as técnicas de análise de investimentos estão sendo usadas tanto para investimentos de grande porte como para operações de curto prazo. Ainda segundo esses autores, “a decisão de investimento de capital é parte de um processo que envolve a geração e avaliação das diversas alternativas que atendam às especificações técnicas dos investimentos”. (op. cit., p. 15).

Existem diversos métodos para a avaliação de projetos de investimentos de capital. No entanto, os mais indicados são aqueles que consideram o valor do dinheiro no tempo. Todas essas técnicas, segundo Gitman (2001 apud KLANN; TOMASI, 2010), de uma forma ou de outra, descontam os fluxos de caixa da empresa com uma taxa específica. Essa taxa – muitas vezes chamada de taxa de desconto, retorno exigido ou custo de oportunidade – refere-se ao retorno mínimo que deve ser obtido de um projeto de investimento, para não alterar o valor da empresa no mercado.

1.4.1 Valor Presente Líquido (VPL)

De acordo com Akalu (2001), o conceito de valor presente data de 1540. No entanto, apenas em 1930 o economista americano Irving Fisher estabeleceu os fundamentos do dinheiro no tempo, ao afirmar que o cálculo do valor de um bem deve levar em consideração o valor presente dos seus benefícios futuros.

Para Lemes Júnior *et al.* (2002, p. 182), o “valor presente líquido é o valor presente das entradas líquidas de caixa menos o valor presente das saídas de caixa

para investimento, descontadas ao custo de capital da empresa”. Analogamente, Motta e Calôba (2012 apud MORAES FILHO, 2017) o definem como a soma algébrica de todos os fluxos de caixa descontados para instante presente, ou seja, o investimento inicial. Também conhecido como método de avaliação de fluxos de caixa descontados, o VPL proporciona uma comparação entre o valor do investimento e o valor dos retornos esperados, com todos os valores considerados no momento atual.

Para o cálculo do VPL, deve-se converter, em valores monetários atuais, todas as entradas e saídas de caixa. Feito isso, esses fluxos são somados e o resultado será o VPL do projeto. Por essa razão, Horngren *et al.* (1997 apud KLANN; TOMASI, 2010) afirmam que o método do valor presente líquido (VPL) calcula o ganho monetário líquido, ou a perda de um projeto, descontando todas as entradas e desembolsos futuros esperados para o momento atual, utilizando a taxa de retorno esperada.

O VPL é calculado subtraindo-se o investimento inicial do valor presente das entradas de caixa, descontadas a uma taxa igual ao custo de oportunidade da organização. Matematicamente, o VPL pode ser obtido conforme a equação (I):

$$VPL = - \textit{Investimento Inicial} + \frac{FC_1}{(1+i)^1} + \frac{FC_2}{(1+i)^2} + \frac{FC_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{FC_n}{(1+i)^n} \quad (I)$$

Onde:

VPL é o Valor Presente Líquido;

FC_n é o fluxo de caixa total no tempo *n*;

i é a taxa de desconto ou custo de oportunidade; e

n é o número de períodos a que se refere o fluxo de caixa.

Em relação ao resultado do VPL, a literatura é unânime quanto aos critérios de decisão, no caso de aceitar ou rejeitar um projeto, conforme as situações a seguir:

- a) Se o $VPL > 0$: o projeto é viável e deve ser aceito, pois os retornos oferecidos superam o capital investido, acrescido do retorno mínimo exigido pelo investidor;
- b) Se o $VPL = 0$: o projeto seria indiferente, pois o retorno do investimento apenas cobrirá o capital investido e o retorno mínimo cobrado pelo investidor, ou seja, não oferece qualquer vantagem ou ganho;
- c) Se o $VPL < 0$: o projeto deve ser rejeitado, pois os retornos oferecidos serão inferiores ao capital investido, acrescido do retorno mínimo exigido pelo investidor.

As principais vantagens do método VPL, segundo Famá e Bruni (2003), são: o método VPL informa sobre o aumento do valor da empresa em função da decisão de investimento tomada; são analisados todos os fluxos de caixa originários do projeto; o custo de capital é considerado nas análises; e é considerado também o risco, já que este é embutido no custo de capital.

Como uma desvantagem do método, Meirelles (2004) enxerga como principal problema o fato de que, como os fluxos de caixa futuros são estimados, podem destoar do esperado. Shinoda (2008) ressalta ainda duas situações em que sua aplicação não seria indicada: na comparação de projetos mutuamente excludentes, com investimentos iniciais diferentes, e na comparação de projetos com durações diferentes.

1.4.2 Taxa Interna de Retorno (TIR)

Keynes (1988 apud SHINODA, 2008, p. 52) assim conceitua a taxa interna de retorno: “Eu defino a eficiência marginal do capital como sendo a taxa de desconto que tornaria o valor presente do fluxo de anuidades esperadas deste capital, durante toda a sua existência, exatamente igual ao seu preço de oferta”.

Já Brigham e Houston (1999 apud KLANN; TOMASI, 2010) definem a TIR como o método de ordenação de propostas de investimento que utiliza a taxa de retorno sobre um investimento, calculada encontrando-se a taxa de desconto, que iguala o valor presente das entradas de caixa futuras ao custo do projeto. Em outras palavras, é a taxa média periódica de retorno de projeto suficiente para suprir, de

forma integral, o investimento realizado. Matematicamente, a TIR é obtida ao se igualar o VPL, equação (I), a zero, como demonstrado na equação (II):

$$\text{VPL} = 0 = - \text{Investimento Inicial} + \sum_{n=1}^N \frac{F_n}{(1+TIR)^n} \quad (\text{II})$$

A taxa interna de retorno de um investimento é a maior taxa de retorno do fluxo de caixa, pois qualquer outra acima dela tornará o VPL negativo. Com a TIR, procura-se determinar uma única taxa de retorno para sintetizar os méritos de um projeto. Essa taxa é dita “interna”, uma vez que depende somente dos fluxos de caixa de certo investimento, e não de taxas externas oferecidas em algum outro lugar. (op. cit.).

Para Moraes Filho (2017), um ponto importante a ser elencado para a aceitação, indiferença ou rejeição da TIR é determinar-se a Taxa Mínima de Atratividade (TMA). O autor a define como uma taxa de retorno minimamente requerida pelo investidor, ou seja, de um retorno mínimo aceitável pelo investidor. Acrescenta, ainda, que pode ser definida como o custo de capital (próprio) da organização, que é a expectativa mínima de remuneração dos investidores.

Assim como para o VPL, a literatura adota uma regra de decisão básica pelo método TIR, conforme abaixo:

- a) Se a TIR > TMA: o projeto de investimento deve ser aceito;
- b) Se a TIR = TMA: VPL será igual a zero, ou seja, projeto indiferente;
- c) Se a TIR < TMA: o projeto de investimento deve ser rejeitado.

Segundo Klann e Tomasi (2010), a explicação para a TIR é a seguinte: se o projeto oferecer um retorno igual ou superior ao custo de capital da empresa, vai gerar caixa suficiente para pagar os juros e para remunerar os acionistas, de acordo com suas exigências. Quando a TIR for maior que o custo de capital da empresa, significa que a empresa estará aumentando sua riqueza ao aceitar o projeto de investimento. Sendo assim, quanto maior for a TIR, melhor o projeto.

Lemes Júnior *et al.* (2002) trazem algumas considerações importantes quanto à opção pelo uso da TIR:

- a) Se os fluxos de caixa de um projeto forem convencionais e se os projetos forem independentes, o VPL e a TIR levarão às mesmas decisões de aprovar ou rejeitar;
- b) Se um projeto apresentar um fluxo de caixa não convencional, poderá apresentar mais de uma TIR;
- c) Em caso de fluxos de caixa não convencionais, como, por exemplo, o fluxo de caixa do tipo empréstimo (entrada de caixa primeiro e depois saídas de caixa), a TIR é realmente uma taxa de empréstimo e, nesse caso, quanto menor, melhor;
- d) Se os fluxos de caixa se alternam em saídas, entradas e saídas, mais de uma TIR é possível (múltiplas taxas de retorno). Nesse caso, o método do VPL é mais indicado.

Diversas outras técnicas de análise de investimento podem ser encontradas na literatura, como o Índice de Lucratividade (IL), Taxa Externa de Retorno (TER), Período de *Payback*, entre outras. No entanto, as mais comuns são o VPL e a TIR, motivo pelo qual se optou por essas duas técnicas na análise dos resultados deste trabalho.

2 EVOLUÇÃO DO SISTEMA DE TELEFONIA

2.1 Breve histórico acerca da criação do telefone

Em 1876, nos Estados Unidos, Alexander Graham Bell inventou o telefone, patenteou-o, e em 1878 criou sua empresa, *Bell Telephone Company*. No início, os usuários dessa nova criação tinham que conectar um fio de cobre interligando o seu endereço ao ponto de destino desejado. Foi então que a empresa de Graham Bell, observando o desorganizado cenário que isso proporcionava, abriu sua primeira estação de comutação. A empresa era encarregada de conectar a casa ou escritório do usuário com a central telefônica, dessa forma, o usuário precisava somente girar uma manivela para chamar a atenção de um operador de plantão, e esse conectava manualmente o emissor ao receptor da chamada, utilizando um *jumper*³ para realizar a comutação. Essa técnica era conhecida como chaveamento físico manual. (PEREIRA JUNIOR, 2014).

Poucos anos depois, em 1891, foi desenvolvida a primeira central telefônica automática eletromecânica de chaveamento. Nesse caso, não era mais necessária a intervenção humana para realizar o chaveamento das chamadas, dispensando, assim, a manivela de comutação manual. Com isso, os procedimentos de chamadas eram realizados por meio de novos dispositivos de discagem. (op. cit.).

2.2 Telefonia convencional

O telefone é um dos dispositivos de telecomunicações desenhado para transmitir sons por meio de sinais elétricos nas vias telefônicas. É definido como um aparelho eletroacústico que permite a transformação, no ponto transmissor, de energia acústica em energia elétrica; e no ponto receptor, a transformação da energia elétrica em acústica, permitindo, desta forma, a troca de informações (falada e ouvida) entre dois ou mais assinantes. É lógico que, para haver êxito nessa comunicação, os aparelhos necessitam estar ligados a vários equipamentos, que formam uma central. (RIBEIRO, 2013).

³ *Jumper* é um pequeno condutor utilizado para conectar dois pontos de um circuito eletrônico.

O funcionamento da telefonia convencional se dá através de linhas de cabo de par metálico ligando usuários a centrais telefônicas. Essas, por sua vez, comutam chamadas feitas por meio de números, de um aparelho telefônico a outro, com a cobrança de tarifas por essas chamadas, dependendo da duração da ligação e da distância que separa os usuários envolvidos. (ANDREOLLA, 2015).

As linhas telefônicas dos vários assinantes chegam às centrais telefônicas e são conectadas entre si quando um usuário deseja se comunicar com outro. A central telefônica, então, estabelece circuitos temporários entre os usuários, permitindo o compartilhamento de meios e promovendo uma otimização dos recursos disponíveis. (TUDE; SOUZA, 2014). O Quadro 1 demonstra a classificação das centrais telefônicas.

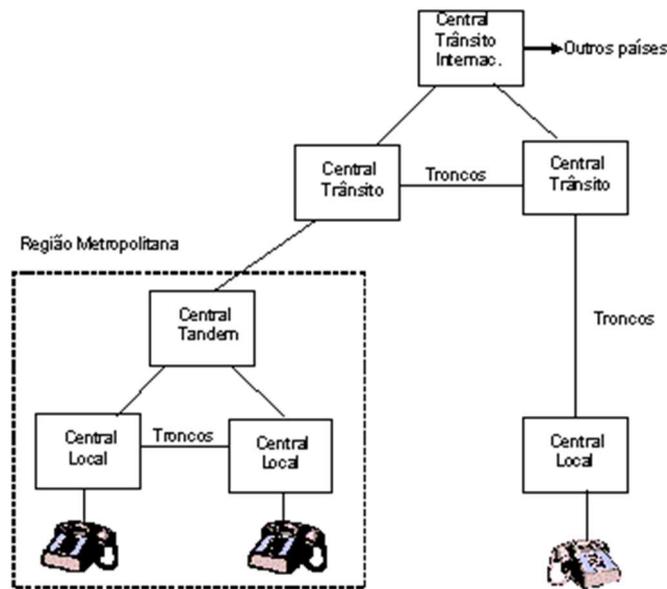
Quadro 2 - Classificação das centrais telefônicas

Tipo	Características
Local	- Conecta usuários de uma rede telefônica em uma região; - São interligadas entre si para permitir que usuários ligados a uma central local se comuniquem com usuários de outra central local.
Tandem	- Interligam centrais locais para otimizar o encaminhamento do tráfego.
Mista	- Centrais que têm as funções local e tandem concomitantemente.
Trânsito	- Interliga centrais locais de diferentes cidades, estados e países; - São organizadas hierarquicamente, conforme sua área de abrangência (as internacionais possuem hierarquia mais alta).

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Tude e Souza (2014).

Trata-se, então, de uma estrutura de comunicação complexa e de grande capilaridade. Como verificada na Figura 2, é composta pela rede de longa distância (centrais interurbanas e internacionais), os respectivos entroncamentos, rede local (composta pelas centrais locais e entroncamentos urbanos) e o enlace de assinante, constituído pelos terminais e linhas de assinante. (TUDE; SOUZA, 2014).

Figura 3 - Visão geral da estrutura de comunicação telefônica



Fonte: Tude e Souza (2014).

2.3 Transição do modelo convencional para a tecnologia VoIP

Segundo Armênio Neto e Graeml (2010), o objetivo da telefonia é facilitar a comunicação entre usuários. Essa comunicação se dá com a transmissão de voz através de um sistema que deve atender a alguns requisitos importantes, como continuidade da transmissão, confiabilidade, disponibilidade, entre outros. Esses requisitos são barreiras à entrada nesse mercado, principalmente pelo alto investimento necessário para o desenvolvimento de *know-how* e de produtos. Por essa razão, o mercado corporativo de telefonia foi dominado, durante muito tempo, por poucas grandes empresas estabelecidas, que detinham o conhecimento e os recursos físicos e financeiros necessários para desenvolver e produzir os equipamentos dedicados para implementar o serviço de transmissão de voz. (SULKIN, 2006 apud ARMÊNIO NETO; GRAEML, 2010).

No século passado, principalmente na época em que o serviço de telefonia era transmitido de forma analógica, as organizações mantinham em suas estruturas tecnológicas duas redes paralelas e distintas: uma para voz e outra para dados. Essa característica pode ser observada até hoje, apesar de já existirem soluções para convergência desses serviços há muitos anos. (MESSERSCHMITT, 1996; HUBAUX *et al.*, 1999).

Messerschmitt (1996) afirmava que a distinção entre os setores de telecomunicações e informática não seria fácil após a integração de todos os tipos de mídia (como voz, áudio, vídeo e dados) em uma mesma rede. O autor destacava que tais setores sofreriam uma transformação irreversível. No entanto, alertava que essas disciplinas permaneceriam intelectualmente apartadas, seguindo agendas distintas e sendo dominadas por culturas diferentes, em que pesasse o compartilhamento de equipamentos e meios físicos de comunicação.

Para que pudessem permanecer no mercado de telefonia, as empresas precisaram, então, adotar inovações, e assim evoluírem tecnologicamente. Dessa forma, presenciou-se a migração da tecnologia de telefonia analógica para a digital e, posteriormente, a evolução da *Computer Telephony Integration* (CTI), que permitiu que os serviços de telefonia fossem integrados aos sistemas de informação. (WETTERAU, 1998).

Como resultado dessa integração, surgiu a tecnologia VoIP, telefonia IP ou telefonia sobre *internet*, que, resumidamente, trata-se da utilização de redes de dados para a transmissão de voz. Para Armênio Neto e Graeml (2010), o sistema VoIP concretizou de vez a chamada “convergência digital”. Ainda de acordo com esses autores, essa foi a novidade que transformou, nas últimas décadas, completamente o mercado, tanto sob a ótica das operadoras do serviço de telefonia quanto dos fornecedores de soluções e dos seus usuários empresariais e domésticos.

A partir da década de 90, com o aumento da concorrência entre as empresas de telefonia e a ampliação do uso das redes de dados, principalmente a *internet*, as empresas de telefonia passaram a prover um grande volume de serviços de dados. O volume de dados ultrapassou o de ligações telefônicas, forçando as empresas de telecomunicações, não mais chamadas de empresas de telefonia, como antes, a adaptarem suas infraestruturas. Com isso, a convergência das comunicações passou a ser possível, incentivando o uso de serviços de VoIP no aproveitamento dos recursos já existentes e a consequente redução de custos para as empresas de telecomunicações e seus usuários. (MONKS, 2006).

A chegada dessa inovação disruptiva forçou os gigantes da telefonia mundial a mudarem suas estratégias, passando a suportar a nova tecnologia. Concomitante a isso, empresas que atuavam em outras vertentes passaram a voltar suas atenções para a tecnologia VoIP, como Cisco e 3Com, que atuavam

anteriormente no fornecimento de infraestrutura de dados; e Microsoft, IBM, Oracle e HP, conhecidas por fornecer soluções de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), além de pequenos “aventureiros”. Até mesmo a comunidade *Open Source*⁴ passou a desenvolver aplicações, dentre as quais a mais conhecida é o Asterisk, que possibilitam a implementação de novas soluções de telefonia, isentas dos elevados custos de desenvolvimento que sempre marcaram esse mercado. (SULKIN, 2006 apud ARMÊNIO NETO; GRAEML, 2010).

2.4 Telefonia VoIP

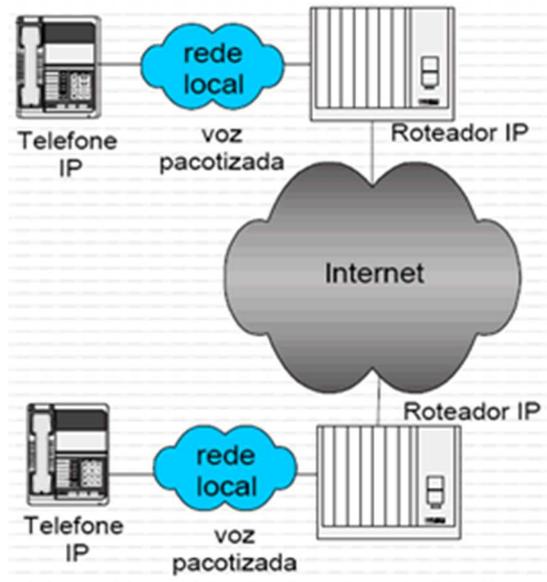
VoIP é uma sigla em inglês para “*Voice over Internet Protocol*” ou, em português, “voz sobre protocolo de *internet*”. A tecnologia permite que a transmissão de voz, normalmente feita pela rede de telefonia, dê-se via *internet*. E como a *internet* é uma rede mundial, é possível usar a tecnologia em qualquer lugar do planeta que possua conexão com a *web*. (CARVALHO, 2008; COLCHER *et al.*, 2005 apud CRISTOFOLI, LAGO JUNIOR e FEITERA, 2006).

A tecnologia VoIP é baseada no funcionamento da telefonia convencional. Embora o objetivo final, a comunicação entre usuários, seja o mesmo, algumas características são particulares para cada uma das tecnologias.

Netto (2016) ensina que o funcionamento da tecnologia VoIP se dá através da conversão de sinais de voz em pacotes de dados, que serão trafegados pela *internet*, possibilitando a comunicação por voz com qualidade comparável ao sistema de transmissão de voz tradicional. Andreolla (2015), de forma muito similar, define como se dá a utilização das redes de dados, que usam o conjunto de protocolos das redes IP para a transmissão de sinais de voz, em tempo real, na forma de pacotes de dados, possibilitando a comunicação entre usuários com qualidade próxima àquela disponível nas redes convencionais dos sistemas públicos de telefonia comutada ou de telefonia móvel (Figura 3).

⁴ A *Open Source Initiative* (OSI) é uma organização dedicada a promover o *software* de código aberto ou *software* livre. Sua atuação principal é certificar quais licenças se enquadram como licenças de *software* livre e promover a divulgação do *software* livre e suas vantagens tecnológicas e econômicas.

Figura 4 - Funcionamento de um sistema VoIP

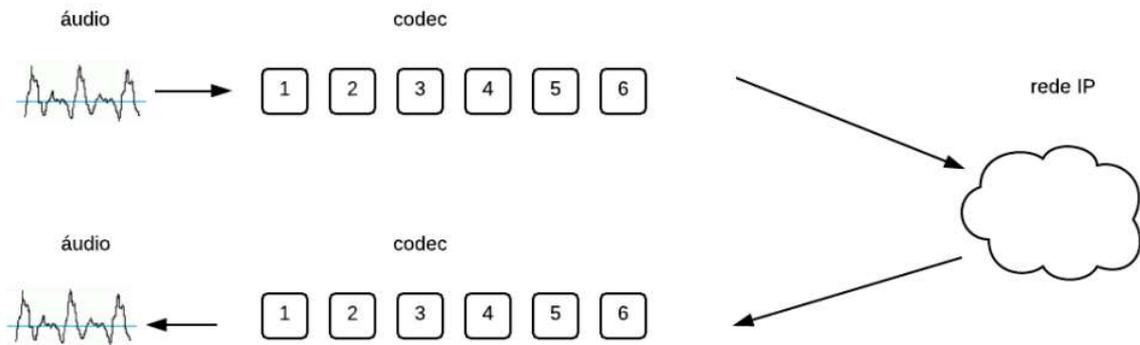


Fonte: Rambalducci (2008).

A transmissão de voz digitalizada através de redes já vem sendo estudada há bastante tempo. Na década de 60, Paul Baran elaborou o primeiro artigo, intitulado “*On distributed communications networks*”, que aborda acerca do uso de redes para tráfego multimídia. Em 1977, foi proposta pelo *Internet Engineering Task Force* (IETF), a criação de um protocolo para transmissão de voz em forma de pacotes de dados para uso militar. (MONKS, 2006).

De forma resumida, para a realização de chamadas telefônicas utilizando-se a tecnologia VoIP, é necessário transformar o sinal analógico de voz em um formato digital, e depois convertê-lo em pacotes de dados para transmissão pela *internet*. Chegando ao destinatário, o processo precisa ser revertido (Figura 4). A codificação de voz geralmente necessita de algum algoritmo de compressão de dados para economizar largura de banda. Os sistemas de voz sobre IP possibilitam a realização de chamadas entre dois computadores, entre dois telefones e entre computadores e telefones. (KULARATNA; DIAS, 2004 apud COIMBRA; MOURA; POLO, 2005).

Figura 5 - Codificação do sinal de voz



Fonte: Nogueira (2018).

São requisitos para a utilização da telefonia VoIP: ter acesso à *internet* banda larga e a um dispositivo feito especialmente para o uso dessa tecnologia. Nesse caso, existem basicamente três opções: (1) computador ou outro dispositivo (como *smartphone*, *tablet*) com *softphone*; (2) adaptador ATA; e (3) telefone IP. (VOIPDOBRASIL, 2018).

Softphone é um *software* fornecido por operadoras VoIP, que permite efetuar e receber ligações telefônicas sem precisar de um telefone convencional pela *internet*. Os dispositivos mais comuns para uso do *softphone* são: computador, *tablet* ou *smartphone*. Skype⁵ é o exemplo mais famoso de *softphone* existente no mercado. (op. cit.).

Outra opção para o uso da tecnologia VoIP é o Adaptador para Telefone Analógico (ATA), um conversor analógico digital conectado à *internet*, que permite usar um aparelho de telefone comum para fazer chamadas VoIP. Essa é uma alternativa mais prática e que preserva o investimento feito anteriormente com a compra dos aparelhos convencionais. (op. cit.).

O telefone IP é um aparelho já integrado com a tecnologia VoIP. Ele permite ao usuário fazer e receber ligações, conferências, transferências de chamadas, com excelente qualidade de voz. É ideal para quem busca as vantagens da tecnologia VoIP com a simplicidade do telefone convencional. Seus recursos e funções podem variar de acordo com o modelo e seus fabricantes. É conectado direto à rede de *internet* e se parece com um aparelho convencional. (op. cit.).

⁵ Skype é um *software* que permite comunicação pela internet através de conexões de voz e vídeo. Criado por Janus Friis e Niklas Zennstrom, o Skype foi lançado no ano de 2003. Em 2005, foi vendido para a empresa eBay e pertence, desde maio de 2011, à Microsoft.

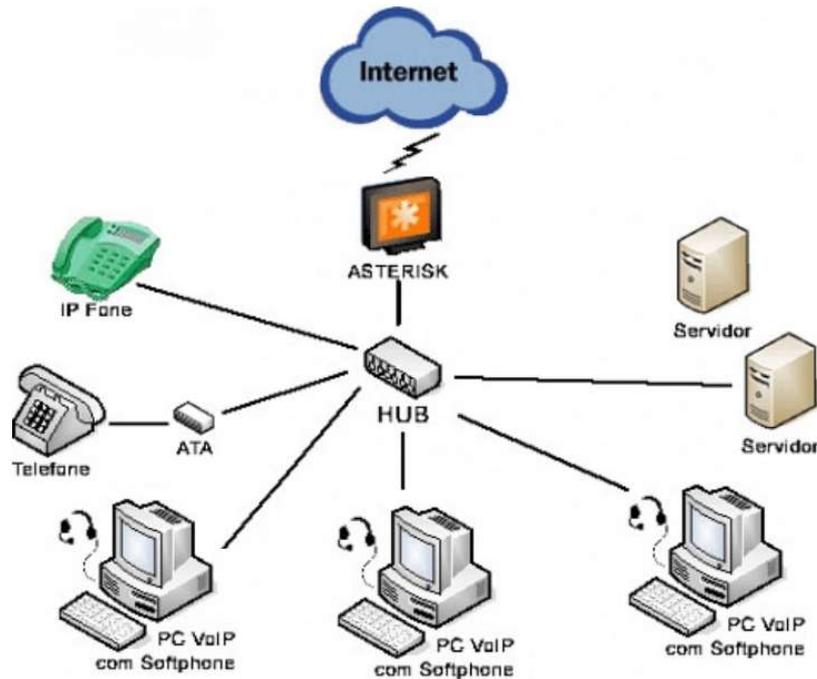
De acordo com Souto (2014), as principais vantagens que levam à adoção da tecnologia VoIP são: a redução do custo das ligações, redução do custo operacional — uma vez que utiliza apenas uma única rede para transportar dados e voz — e a flexibilidade — já que facilita as tarefas e promove serviços não atingidos pelo sistema de telefonia convencional. Já Carvalho (2008) destaca que as vantagens obtidas com o uso da VoIP em relação ao serviço de telefonia convencional são várias, mas a mais percebida pelos usuários é a redução de custos.

2.4.1 *Software Asterisk*

O Asterisk é um *software* livre desenvolvido com o objetivo de implementar as funcionalidades de um equipamento de PABX, tais como: chamada em espera, redirecionamento de chamadas, música em espera, conferências, entre outras; utilizando como base a tecnologia VoIP para seu funcionamento. O código do Asterisk é aberto, podendo ser alterado por qualquer usuário, o que possibilita uma infinidade de configurações e a realização de mudanças de forma rápida. O grande conjunto de opções de configurações e o código aberto permitem um alto grau de adaptação às necessidades das organizações e dos usuários. (MELO; VIVIURKA, 2007; COELHO, 2014).

Conforme demonstra a Figura 5, abaixo, o Asterisk é o centralizador das chamadas, sendo que essas podem ser realizadas por computadores com *softphones*, telefones que suportam comunicação VoIP ou telefones convencionais com um *hardware* adicional, o ATA. O funcionamento básico do Asterisk consiste no seu servidor receber uma chamada e fazer o direcionamento dela ao seu destino, independentemente desse ser interno, como um ramal, ou ser externo, como por exemplo ligações interurbanas. (MELO; VIVIURKA, 2007).

Figura 6 - Visão geral do funcionamento do Asterisk



Fonte: Melo e Viviurka (2007).

O Asterisk provê todas as funcionalidades de um PABX convencional, além de outros recursos, como suporte a *call center*, salas de conferência, chamadas em espera e caixas postais. O Quadro 2 enumera as principais funcionalidades desse *software*.

Quadro 3 - Principais funcionalidades do Asterisk

Gateway VoIP	Conecta terminais telefônicos comuns, codifica os sinais de voz recebidos desses terminais para empacotá-los em <i>frames</i> IP e transmiti-los pela rede de dados (e vice-versa).
Gateway de mídia	Entre a rede IP e a RTCP, traduz protocolos de sinalização e codecs, transmitindo fluxos de áudio entre a rede IP e a central telefônica, efetuando codificação e decodificação da voz e transcodificação entre outros formatos digitais diferentes.
Gateway de sinalização	Controlando os pedidos de chamada entre a rede IP e a central telefônica e efetuando a conversão de mensagens ou tons entre a rede IP e a central telefônica.
Servidor URA (Unidade de Resposta Audível)	Toca mensagens pré-programadas (gravadas) para prover maior interação com os usuários.
Discador automático	Visa a dar maior agilidade ao processo de discagem feita pelos usuários.

Correio de voz	Semelhante a uma secretária eletrônica ou caixa de mensagem do celular.
Sistema de mensagens unificadas	Todas as mensagens de um mesmo usuário são direcionadas para um mesmo local, como uma caixa de mensagens.
Distribuidor automático de chamadas	Redireciona as chamadas para outro ramal, no caso de indisponibilidade.
Filas de atendimento	Caso haja ligações simultâneas para um mesmo número.
Registro detalhado de chamadas	Para integração com sistemas de tarifação.
Servidor de música em espera	Vários formatos de arquivo, para clientes esperando na fila, podem ser reproduzidos, como WAVE (<i>Waveform Audio File Format</i>), MP3 (<i>MPEG-1/2 Audio Layer 3</i>), entre outros.
Servidor de conferência	Para que várias pessoas possam falar umas com as outras simultaneamente.
Identificador de chamadas	Permite saber quem está ligando antes de atender ao telefone.
Chamada em espera	Gera um aviso, no caso de estar utilizando o telefone quando outra chamada for recebida, perguntando se deseja atender à segunda ligação, colocando a primeira em espera.
Não perturbe	Todas as ligações são direcionadas para sua Secretária Eletrônica de voz, não permitindo que o telefone toque.
Bloqueio de ligações	Executa o bloqueio para algumas chamadas efetuadas, tais como internacionais ou celulares, dependendo do caso.
Secretária eletrônica	Possibilita escutar as mensagens de seu correio de voz, podendo também salvá-las ou deletá-las.

Fonte: Elaborado pelo autor com dados de Coelho (2014).

2.5 Telefonia convencional versus Telefonia VoIP

Para efeito de comparação entre os sistemas de telefonia convencional e VoIP, quanto às suas vantagens e desvantagens, serão utilizados como parâmetros os critérios de desempenho de um sistema de comunicação frente aos custos de sua implementação e utilização. O bom desempenho dos sistemas de comunicação relaciona-se com o projeto, a qualidade dos equipamentos e o desempenho das equipes técnicas de instalação e manutenção (MEDEIROS, 2004 apud RAMBALDUCCI, 2008). O sistema de comunicação deve atender aos seguintes

requisitos: confiabilidade, qualidade, segurança, rapidez de respostas, flexibilidade e duplicação dos meios, conforme exposto no Quadro 3. Ressalta-se que cada um desses requisitos será abordado nas subseções seguintes.

Quadro 4 - Requisitos de um sistema de comunicação

Confiabilidade	Continuidade da comunicação, garantia da efetivação do enlace, garantia de conexão com os usuários de destino e ausência de interrupções. Caso haja interrupção inesperada do sistema, um meio de comunicação paralelo deve assegurar a continuidade das operações de comunicação.
Qualidade	Condições das informações recebidas entre os usuários, mensurada por meio da relação sinal/ruído e distorção.
Segurança	Aplicações de medidas de proteção dos enlaces que visam a dificultar o entendimento de informações captadas por terceiros e prevenir possíveis interferências.
Rapidez	Decurso de tempo entre a ação inicial do assinante que inicia o processo de chamada e a efetivação do enlace.
Flexibilidade	Convergência com outros sistemas com diferentes tipos de sinal, como voz, dados e vídeos.
Duplicação	Possibilidade de ampliação dos meios de comunicação, caso haja um aumento de demanda pelo sistema.

Fonte: Elaborado pelo autor com dados de Medeiros (2004 apud RAMBALDUCCI, 2008).

Quanto à confiabilidade, a telefonia convencional leva vantagem. A disponibilidade do serviço VoIP apresenta oscilações, conforme a operadora contratada e de acordo com o sistema de alimentação de rede. (LIMA, 2006 apud RAMBALDUCCI, 2008).

Se houver uma interrupção elétrica e a empresa não possuir um sistema de *no-break*, não será possível realizar chamadas telefônicas via VoIP até a normalização do abastecimento de energia. Já no sistema convencional, a alimentação dos terminais é fornecida pela própria central telefônica. Sendo assim, caso haja uma interrupção da alimentação local, o sistema de comunicação não será interrompido.

De acordo com Rambalducci (2008), a telefonia convencional caracteriza-se por apresentar uma maior qualidade de voz, se comparada à telefonia VoIP, uma vez que a conexão entre os usuários estabelece circuitos dedicados.

Ainda segundo a autora, na telefonia VoIP o tráfego de pacotes não é constante, pois o envio destes não obedece a uma rota fixa, variando de acordo com a disponibilidade e o fluxo das rotas na rede. Tal fator é responsável pelo atraso e pela presença de ecos inconstantes, que diminuem a qualidade do serviço.

Quanto à segurança, a telefonia VoIP tem vantagem sobre a convencional. Nessa última, as ligações trocadas entre os usuários podem ser facilmente interceptadas através da escuta telefônica, pela utilização de um método conhecido popularmente como grampo telefônico. Já para fazer o mesmo na telefonia VoIP, o infrator precisa ter conhecimentos avançados em redes. (RAMBALDUCCI, 2008).

No quesito flexibilidade, mais uma vez, a telefonia VoIP caracteriza-se por ser mais vantajosa, uma vez que converge diferentes sistemas de sinais (dados, voz e imagens). Já a convencional, converge apenas com o sistema de sinais de voz. No primeiro caso, a infraestrutura de rede pode ser compartilhada, o que representa grande redução de custos; enquanto na telefonia convencional é preciso manter as duas redes (voz e dados) independentes.

Segundo Canuto (2006), a integração dos serviços de telefonia com as redes de dados possibilita uma comunicação mais eficiente dentro das empresas, resultando numa maior agilização dos processos administrativos e aumento significativo na produtividade interna, simplificação e redução da infraestrutura de rede. A implementação de uma infraestrutura única de rede convergente, em contraste com as atuais plataformas independentes, representa redução do custo operacional e de manutenção.

Com relação à duplicação, ambos os sistemas permitem a ampliação do número de terminais, caso haja necessidade. Porém, cabe ressaltar que no caso da telefonia VoIP deve-se contratar, da operadora, um serviço de banda larga de maior capacidade quando a quantidade de terminais ultrapassar o limite de oferta de banda da empresa, podendo comprometer a qualidade do serviço. (CANUTO, 2006).

Além dos parâmetros analisados acima, existem outras diferenças entre a telefonia convencional e VoIP, as quais estão explicitadas no Quadro 4.

Quadro 5 - Comparativo entre as telefonias convencional e VoIP

Características	Telefonia Convencional	Telefonia VoIP
Conexão na casa do usuário	Cabo de cobre (par trançado).	Banda larga de <i>internet</i> .
Mobilidade	Limitada à casa do usuário.	Acesso em qualquer lugar do mundo, desde que conectado à <i>internet</i> .
Número telefônico	Associado ao domicílio do usuário.	Associado à área local do número contratado.
Chamadas locais	Área local do domicílio do usuário.	Área local do número contratado.

Fonte: Elaborado pelo autor com dados de Barbariole (2011).

3 CENÁRIOS DE INVESTIMENTO DE CAPITAL

Neste estudo, serão comparados dois cenários, no intuito de identificar o mais vantajoso financeiramente para a Secretaria de Economia do Distrito Federal – SEEC/DF: o cenário atual, com a telefonia convencional, chamado aqui de "**Cenário 1**"; e o cenário imaginado, com a telefonia VoIP, referenciado como "**Cenário 2**".

Para identificar os custos do **Cenário 1**, foram listados todos aqueles que a SEEC/DF tem hoje com seu serviço de telefonia, desde os gastos com as ligações telefônicas até os valores pagos para manter funcionando todo o sistema. Já para o **Cenário 2**, foram utilizados contratos atuais e antigos da própria Secretaria, além de pesquisa junto ao mercado privado de telefonia, para identificar os custos necessários à implantação de um sistema VoIP que atendesse a todos os usuários. Em ambos os casos, foi adotado o horizonte de tempo de 3 anos, que é o prazo médio dos projetos de TIC da SEEC/DF. Após esse período, é sempre feita uma avaliação do projeto com relação à sua eficiência.

3.1 Cenário 1: Telefonia convencional

Como já mencionado, o sistema de telefonia da SEEC/DF é composto hoje por doze centrais telefônicas do modelo Siemens Hipath 3750 (Figura 7), espalhadas por diversas unidades da Secretaria. Todas elas estão interligadas à central telefônica principal, de modelo Siemens Hipath 4000 (Figura 8), localizada no Centro de Dados do seu Edifício Sede. Esta última é quem recebe o sinal da operadora de telefonia e o distribui para as demais.

Figura 7 - Central telefônica Siemens Hipath 3750



Fonte: Disponível em: <http://www.pabxseminovos.com.br/produto/central-pabx-siemens-hipath-3750/>. Acesso em: 15 jun.2020.

Figura 8 - Central telefônica Siemens Hipath 4000

Fonte: Disponível em: <http://tgsindo.weebly.com/siemens-hipath-4000-series.html>. Acesso em: 15 jun. 2020.

Para prestar um serviço que atenda à demanda de seus usuários por serviços telefônicos, a SEEC/DF possui atualmente quatro diferentes contratos administrativos, que lhe dão o suporte necessário, conforme demonstrado no Quadro 6.

Quadro 6 - Contratos administrativos de telefonia da SEEC/DF

Nº do Contrato	Contratada	Objeto Contratual
68/2017	Oi	Prestação de Serviço Telefônico Fixo Comutado – STFC ⁶ (fixo-fixo e fixo-móvel), na modalidade local (LL), Entroncamentos Digitais E1 e serviços de Discagem Direta Gratuita – DDG (0800).
33/2018	Oi	Prestação de serviços contínuos de chamadas telefônicas de longa distância, nacionais e internacionais (chamadas interurbanas), originadas de telefones fixos.

⁶ Serviço Telefônico Fixo Comutado (STFC) 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, nos termos dos arts. 18, inciso I, 64 e 65, inciso II, da Lei nº 9.472, de 16/07/1997, e conforme o Plano Geral de Outorgas (PGO), aprovado pelo Decreto nº 2.534, de 02/04/1998, bem como de acordo com regulamentos específicos e normas aplicáveis a tal serviço, derivados dos contratos ou termos de concessão, permissão ou autorização, celebrados entre as prestadoras do STFC e a Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL).

05/2018	A. Telecom	Serviço continuado de manutenção e suporte técnico (...) com fornecimento de peças e componentes sob demanda (...) em centrais telefônicas digitais CPA temporal – PCM.
37/2014	MI Montreal	Prestação de serviços de infraestrutura de TI, inclusive suporte tecnológico (...) ao ambiente computacional da Secretaria de Estado de Economia do Distrito Federal – SEEC/DF, para execução das tarefas de operação, sustentação, gerenciamento e monitoramento, suporte, <u>telefonia</u> , (...) e atendimento a usuários em terceiro nível.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Como pode ser observado, existem dois contratos com a empresa OI S/A: um para o fornecimento de linhas telefônicas (entroncamentos digitais E1) e o serviço de ligações locais para telefones fixos e celulares; e outro para o serviço de chamadas interurbanas nacionais e internacionais. Percebe-se, nesse caso, que se tratam de contratos complementares, cujos objetos não se sobrepõem, o que não contraria a legislação vigente.

Além desses, há o contrato com a empresa A. Telecom, que faz a manutenção das centrais telefônicas, equipamentos necessários para a criação e distribuição dos ramais telefônicos entre as diversas localidades remotas da Secretaria de Economia. Um detalhe a ser mencionado, referente ao Contrato nº 05/2018, é que o fornecimento de peças e componentes contempla apenas a central telefônica principal, Siemens Hipath 4000. As demais, por terem sua fabricação e comercialização descontinuadas pelo fabricante, não contam com esse serviço por parte da contratada. Com isso, em caso de manutenções que necessitem de reposição de peças, a Secretaria precisa recorrer ao mercado de peças usadas a fim de adquirir tais componentes, o que nem sempre é uma tarefa fácil e rápida, fazendo com que os usuários daquela unidade impactada fiquem temporariamente sem o serviço de telefonia fixa.

E, por fim, tem-se o contrato com a empresa MI Montreal, responsável por monitorar todo o sistema de telefonia da SEEC/DF e auxiliar os usuários na utilização do serviço de telefonia. São os colaboradores desta última que acionam as outras duas contratadas quando o sistema de monitoramento detecta uma interrupção ou diminuição na performance dos serviços telefônicos.

O contrato com a empresa A. Telecom possui custo mensal fixo no valor de R\$ 13.778,70, dos quais R\$ 7.062,00 referem-se apenas à central telefônica principal e os R\$ 6.716,70 restantes, às demais centrais periféricas. Da mesma forma, o pagamento feito à empresa MI Montreal⁷, no valor de R\$ 6.182,40, permanece o mesmo todos os meses.

Já os dois contratos com a empresa Oi apresentam custos que variam de acordo com o consumo da Secretaria, mês a mês. Para esta análise, foi utilizado o ano de 2019 como referência, uma vez que em virtude da pandemia de Covid-19 e a adoção do regime de teletrabalho, 2020 e 2021 foram anos atípicos e o consumo de serviços de telefonia foi fortemente impactado. De posse dos valores gastos em cada um dos contratos no período, foi calculada a média aritmética para se chegar a um custo médio mensal, conforme demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1 - Custos mensais dos Contratos nº 68/2017 e 33/2018

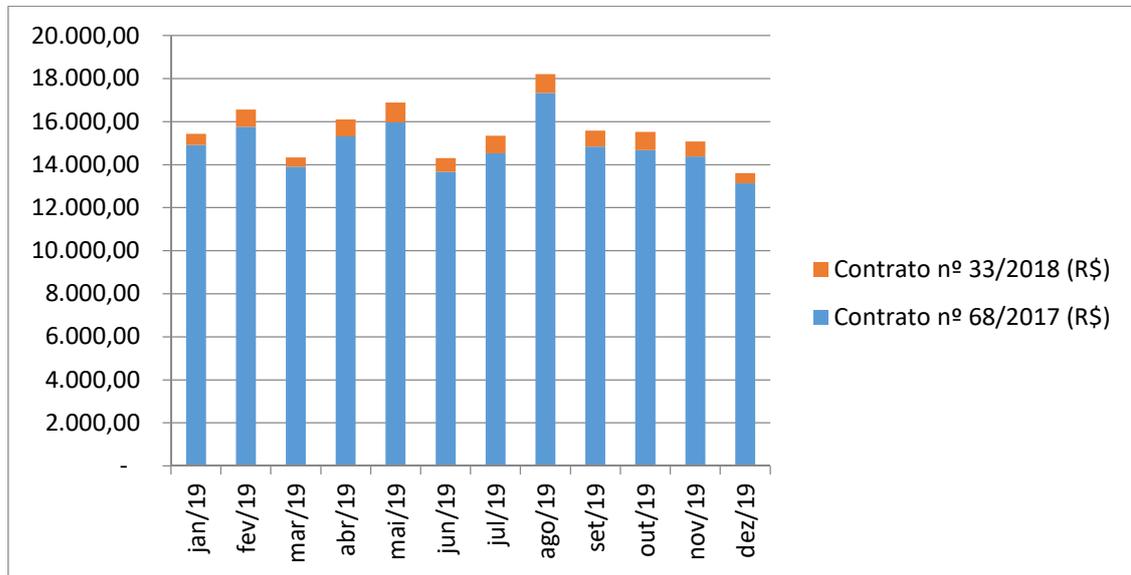
Período	Contrato nº 68/2017	Contrato nº 33/2018	Total
Janeiro	R\$ 14.913,98	R\$ 517,83	R\$ 15.431,81
Fevereiro	R\$ 15.754,98	R\$ 807,20	R\$ 16.562,18
Março	R\$ 13.903,48	R\$ 433,38	R\$ 14.336,86
Abril	R\$ 15.320,40	R\$ 779,61	R\$ 16.100,01
Maiο	R\$ 15.959,06	R\$ 928,28	R\$ 16.887,34
Junho	R\$ 13.667,44	R\$ 639,44	R\$ 14.306,88
Julho	R\$ 14.531,41	R\$ 817,22	R\$ 15.348,63
Agosto	R\$ 17.324,78	R\$ 878,68	R\$ 18.203,46
Setembro	R\$ 14.841,98	R\$ 731,00	R\$ 15.572,98
Outubro	R\$ 14.679,29	R\$ 834,44	R\$ 15.513,73
Novembro	R\$ 14.372,10	R\$ 705,54	R\$ 15.077,64
Dezembro	R\$ 13.125,62	R\$ 478,54	R\$ 13.604,16
Média	R\$ 14.866,21	R\$ 712,60	R\$ 15.578,81

Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

⁷ Apesar da abrangência desse contrato incluir diversos serviços de TI, foram contabilizados apenas os custos referentes à telefonia.

Para melhor visualização, o Gráfico 1 demonstra os gastos com ligações telefônicas na Secretaria de Estado de Economia do Distrito Federal (SEEC/DF).

Gráfico 1 - Despesas da SEEC/DF com ligações telefônicas em 2019



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Os valores referentes aos Contratos nºs 68/2017 e 33/2018, firmados com a empresa Oi, não foram corrigidos, pois os preços praticados permaneceram inalterados nos últimos dois anos. Além desses custos mensais, há uma previsão de gasto com reposição de peças e componentes da central telefônica principal no valor de R\$ 42.000,00 (quarenta e dois mil reais) para o interstício de 60 meses. Sendo assim, a planilha de custos do **Cenário 1** está explicitada na Tabela 2.

Tabela 2 - Custo total do cenário 1 a preços de 2021

Contrato	Custo Mensal (A)	Custos Adicionais (B)	Custo do Contrato (C = A x 60 + B)
68/2017	R\$ 14.866,21	-	R\$ 891.972,60
33/2018	R\$ 712,60	-	R\$ 42.755,80
05/2018	R\$ 13.778,70	R\$ 42.000,00	R\$ 868.722,00
37/2014	R\$ 6.182,40	-	R\$ 370.944,00
CUSTO TOTAL DO CENÁRIO 1			R\$ 2.174.394,40

Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

Os valores das centrais telefônicas não foram incluídos nos cálculos porque se tratam de equipamentos que já fazem parte do inventário da Secretaria há aproximadamente 20 anos. Foram computados apenas os custos que a SEEC/DF terá com a manutenção desses equipamentos, caso opte por esse cenário.

3.2 Cenário 2: Telefonia VoIP

O cenário aqui proposto objetiva modernizar o sistema de telefonia da SEEC/DF para alcançar o estado da arte em tecnologias de comunicação telefônica: VoIP (Figura 9). Para atingir esse objetivo, o mercado atualmente oferece uma gama de soluções e, com isso, algumas alternativas precisam ser avaliadas, e decisões, tomadas.

Figura 9 - Topologia de um sistema de telefonia VoIP



Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

A primeira questão a ser discutida refere-se ao uso de uma central telefônica física ou virtual. A central telefônica principal da SEEC/DF já se encontra apta a funcionar com a tecnologia VoIP. No entanto, para o seu pleno funcionamento, faz-se necessário que haja um contrato de manutenção e suporte técnico, com reposição de peças e componentes, semelhante ao existente hoje (Contrato nº 05/2018). As vantagens proporcionadas por essa opção são: contar com um equipamento que foi desenvolvido para exercer especificamente essa função e preservar parte do investimento feito no passado, uma vez que as centrais

telefônicas que estão distribuídas nas localidades remotas da Secretaria (modelo Siemens Hipath 3750) não terão mais utilidade.

Porém, caso opte-se por uma central telefônica virtual, será necessário um computador (servidor) configurado exclusivamente para fazer esse papel. Dessa forma, não se recomenda que ele seja compartilhado por outros sistemas e/ou serviços. Nele deverá ser instalado o *software* que implemente os recursos de um PABX convencional. Existem diversos programas para esse fim, sendo o Asterisk o mais utilizado mundialmente. Dentre os ganhos, nesse caso, tem-se a possibilidade de ter duas ou mais centrais telefônicas virtuais trabalhando de forma redundante para que, em caso de falha de uma delas, a(s) outra(s) possa(m) assumir o serviço de forma transparente para os usuários, ou seja, sem interrupções. Além disso, pode-se citar o fato de a Secretaria poder aposentar, de uma vez, todas as suas centrais telefônicas, e não ficar mais refém da política de preços do fabricante, que altera os preços cobrados para a realização de manutenções e suportes técnicos a seu bel-prazer.

Outra discussão que deve ser feita é a respeito da substituição dos aparelhos telefônicos tradicionais por IPs, ou o seu reaproveitamento com a utilização de adaptadores para telefones analógicos (ATA). Em levantamento realizado em janeiro de 2020, foi verificado que existem exatamente 636 ramais habilitados na central telefônica principal da SEEC/DF. Isso significa que deverão ser adquiridos, pelo menos, 636 telefones IP ou 318 ATAs, uma vez que cada adaptador atende a dois aparelhos analógicos. O principal benefício da opção pelos telefones IP é fazer uso de uma série de funcionalidades adicionais que a tecnologia VoIP proporciona, como a realização de chamadas de vídeo com qualidade; já com o uso dos ATAs, a única vantagem é a preservação do investimento feito na compra dos terminais telefônicos. Como os aparelhos serão os mesmos, os usuários não terão ganhos de funcionalidade.

Feitas essas considerações, podem ser visualizadas quatro alternativas de soluções para o **cenário 2**:

- Cenário 2A: central telefônica física com o uso de adaptadores ATA;
- Cenário 2B: central telefônica física com o uso de telefones IP;
- Cenário 2C: central telefônica virtual com o uso de adaptadores ATA; e
- Cenário 2D: central telefônica virtual com o uso de telefones IP.

Em todas essas alternativas, estima-se que os custos referentes ao fornecimento de linhas telefônicas, às ligações telefônicas – sejam locais ou interurbanas – e ao monitoramento do sistema de telefonia, sejam os mesmos do **cenário 1**. Isso porque entende-se que o uso desses serviços ocorra por necessidade do serviço prestado pela Secretaria, e a mudança de tecnologia não produzirá impacto algum. Ou seja, espera-se que a curva da demanda por serviços telefônicos e de monitoramento não sofra deslocamentos devido à adoção do sistema de telefonia VoIP.

No cenário 2A (Tabela 3), tem-se o serviço de manutenção e suporte técnico da central telefônica principal. A estimativa desse item foi feita baseada no contrato atual, o de nº 05/2018. No entanto, foram eliminados os valores referentes às centrais Siemens Hipath 3750, que não mais farão parte da solução de telefonia com a tecnologia VoIP. O custo referente à reposição de peças e componentes foi mantido igual ao **cenário 1**, pois esse serviço só contempla a central telefônica principal.

De acordo com o mercado, o valor de cada ano de garantia adicional de um produto corresponde a 20% do seu preço de compra. Sendo assim, o valor de cada ano adicional de garantia dos ATAs foi calculado aplicando-se esse percentual à estimativa de valor total para sua aquisição (R\$ 95.905,62). Como a garantia original desses adaptadores é de 12 meses, para uma cobertura de 5 anos, será necessária a contratação de 4 anos de garantia adicional.

Tabela 3 - Estimativa de custo do cenário 2A* a preços de 2021

Bem / Serviço	Valor Unitário (A)	Quantidade (B)	Valor Total (C = A x B)
Fornecimento de linhas telefônicas e o serviço de ligações locais (<i>idem Contrato nº 68/2017</i>). ⁸	R\$ 14.866,21	60	R\$ 891.972,60
Serviço de chamadas interurbanas (<i>idem Contrato nº 33/2018</i>).	R\$ 712,60	60	R\$ 42.755,80

⁸ Os custos dos Contratos nºs 68/2017, 33/2018, 05/2018 e 37/2014 são os mesmos do Cenário 1, apresentados na Tabela 2.

Manutenção e suporte técnico da central telefônica principal (<i>idem Contrato nº 05/2018</i>).	R\$ 7.062,00	60	R\$ 423.720,00
Reposição de peças e componentes para a central telefônica principal (<i>idem Contrato nº 05/2018</i>).	R\$ 42.000,00	1	R\$ 42.000,00
Monitoramento de todo o sistema de telefonia da SEEC/DF (<i>idem Contrato nº 37/2014</i>).	R\$ 6.182,40	60	R\$ 370.944,00
Adaptador para telefones analógicos (ATA) com garantia de 12 meses. ⁹	R\$ 301,59	318	R\$ 95.905,62
Extensão de garantia por mais 12 meses dos 318 ATAs.	R\$ 19.181,12	4	R\$ 76.724,48
ESTIMATIVA DE CUSTO DO CENÁRIO 2A			R\$ 1.944.022,50

Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

* Cenário 2A: central telefônica física com o uso de adaptadores ATA

Entre Secretário, Secretário Adjunto, Chefe de Gabinete, Secretários Executivos e Subsecretários, a SEEC/DF possui 25 usuários. Para esses, a estimativa realizada previu a aquisição de telefones IP mais completos, que possuam, inclusive, a função de videochamadas. Cada um dos ocupantes desses cargos de chefia possui, em média, duas secretárias ou assessores. Para elas/es, foram cotados aparelhos intermediários, que executem as funções mais utilizadas por essas/es profissionais, como captura e transferência de chamadas. E, por fim, para os demais usuários, um telefone mais simples atenderia às principais necessidades laborais diárias. Dessa forma, no cenário 2B (Tabela 4), os 636 aparelhos IP que necessitam ser adquiridos foram assim distribuídos: 25 superiores, 50 intermediários e 561 simples.

⁹ A estimativa de valor dos ATAs foi baseada no menor preço encontrado no sítio de pesquisa de preços Zoom, em 15/04/2021.

Tabela 4 - Estimativa de custo do cenário 2B* a preços de 2021

Bem / Serviço	Valor Unitário (A)	Quantidade (B)	Valor Total (C = A x B)
Fornecimento de linhas telefônicas e o serviço de ligações locais (<i>idem Contrato nº 68/2017</i>). ¹⁰	R\$ 14.866,21	60	R\$ 891.972,60
Serviço de chamadas interurbanas (<i>idem Contrato nº 33/2018</i>).	R\$ 712,60	60	R\$ 42.755,80
Manutenção e suporte técnico da central telefônica principal (<i>idem Contrato nº 05/2018</i>).	R\$ 7.062,00	60	R\$ 423.720,00
Reposição de peças e componentes para a central telefônica principal (<i>idem Contrato nº 05/2018</i>).	R\$ 42.000,00	1	R\$ 42.000,00
Monitoramento de todo o sistema de telefonia da SEEC/DF (<i>idem Contrato nº 37/2014</i>).	R\$ 6.182,40	60	R\$ 370.944,00
Telefone IP simples. ¹¹	R\$ 178,99	561	R\$ 100.413,39
Telefone IP intermediário.	R\$ 547,84	50	R\$ 22.892,00
Telefone IP superior.	R\$ 1.363,64	25	R\$ 34.091,00
Extensão de garantia por mais 12 meses dos 561 telefones IP simples. ¹²	R\$ 20.082,68	4	R\$ 80.330,72
Extensão de garantia por mais 12 meses dos 50 telefones IP intermediários.	R\$ 4.578,40	4	R\$ 18.313,60
Extensão de garantia por mais 12 meses dos 25 telefones IP superiores.	R\$ 6.818,20	4	R\$ 27.272,80
ESTIMATIVA DE CUSTO DO CENÁRIO 2B			R\$ 2.054.705,91

Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

* Cenário 2B: central telefônica física com o uso de telefones IP

¹⁰ Os custos dos Contratos nºs 68/2017, 33/2018, 05/2018 e 37/2014 são os mesmos do Cenário 1, apresentados na Tabela 2.

¹¹ A estimativa de valor dos telefones IP foi baseada no menor preço encontrado no sítio de pesquisa de preços Zoom, em 15/04/2021.

¹² Na estimativa da extensão de garantia dos telefones IP, foi aplicada a mesma metodologia utilizada para o cálculo da extensão de garantia dos ATAs no cenário 2A.

Como dito anteriormente, uma central telefônica virtual necessita estar hospedada em um servidor (computador) adequado. Há alguns anos, a Secretaria vem promovendo a virtualização de seus sistemas, o que fez com que ocorresse uma mudança no visual do seu centro de dados: deixou-se de utilizar vários servidores de pequeno e médio portes e passou-se a adotar o uso de poucos, mas grandes, servidores, pois esses equipamentos têm o poder de condensar a infraestrutura. Isso fez com que muitos equipamentos – alguns deles em bom estado de conservação, como é o caso dos servidores HP Proliant DL980 – ficassem sem uso e pudessem ser perfeitamente utilizados em outros projetos, como o sistema de telefonia.

Para a implementação do cenário 2C (Tabela 6), faz-se necessária a contratação de serviço de manutenção e suporte técnico para esses servidores, nos mesmos moldes do extinto Contrato nº 22/2017, que tinha como objeto a prestação de serviço de extensão de garantia e de suporte técnico de *hardware* e *software* para 10 (dez) servidores HP Proliant DL980. Esse contrato venceu em dezembro de 2019 e não foi renovado devido à falta de uso de todos os equipamentos que estavam por ele cobertos. Alguns foram inclusive doados a outras secretarias do GDF, que necessitavam desses aparelhos.

Nesse contrato, diferentemente dos demais que se referem a serviços de manutenção e suporte técnico de equipamentos, não ocorreram pagamentos mensais pelo serviço prestado. Foi efetuado apenas um, logo após a assinatura do contrato, no valor total de R\$ 530.000,00 (quinhentos e trinta mil reais), para uma vigência de 30 meses.

Nesse caso, para que esse valor pudesse ser utilizado na estimativa, foi necessário atualizá-lo, uma vez que o contrato ao qual ele se refere já está vencido. Por essa razão, foi utilizada a variação do Índice Nacional de Preços ao Consumidor (IPCA), calculado pelo IBGE, ocorrida entre dezembro de 2019 (fim do contrato) e maio de 2021, data do último índice disponibilizado pelo instituto. Além disso, como a abrangência contratual era de 30 meses, o valor corrigido foi multiplicado por 2 para se obter a estimativa para um contrato com vigência de 60 meses. A Tabela 5 expõe a atualização e os ajustes do Contrato 22/2017.

Tabela 5 - Atualização e ajuste do valor unitário do Contrato nº 22/2017

Valor total do Contrato nº 22/2017	R\$ 530.000,00
Quantidade de equipamentos cobertos	10
Valor unitário (vigência: 30 meses)	R\$ 53.000,00
Índice de correção no período ¹³	1,09121880
Valor unitário corrigido (vigência: 30 meses)	R\$ 57.834,60
Multiplicador (vigência: 60 meses)	2
Valor unitário corrigido (vigência: 60 meses)	R\$ 115.669,20

Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

Outro serviço adicional que precisou ser incluído na estimativa do cenário 2C (Tabela 6) foi a consultoria Asterisk. A Secretaria não possui, em seu quadro de funcionários ou de terceirizados, equipe de profissionais com conhecimento e experiência no *software* Asterisk. No entanto, o contrato nº 37/2014, firmado com a empresa MI Montreal, permite a solicitação de quaisquer consultorias de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), ao valor de R\$ R\$ 32.972,80/consultor/mês. Sendo assim, poder-se-ia fazer uso desse contrato para suprir essa necessidade.

A antiga Secretaria de Planejamento, Orçamento e Gestão do Distrito Federal (SEPLAG/DF), que hoje faz parte da SEEC/DF, adotou o Asterisk como central telefônica há poucos anos. Baseado nessa experiência, estima-se que dois consultores seniores, em 30 dias, serão capazes de planejar e implementar o novo ambiente de telefonia, caso os equipamentos necessários estejam disponíveis.

Tabela 6 - Estimativa de custo do cenário 2C* a preços de 2021

Bem / Serviço	Valor Unitário (A)	Quantidade (B)	Valor Total (C = A x B)
Fornecimento de linhas telefônicas e o serviço de ligações locais (<i>idem</i> Contrato nº 68/2017). ¹⁴	R\$ 14.866,21	60	R\$ 891.972,60

¹³ Índice obtido através da ferramenta Calculadora do Cidadão fornecida pela Banco Central do Brasil – BC, disponível em <<https://www.bcb.gov.br/acessoinformacao/calculadoradocidadao>>.

¹⁴ Os custos dos Contratos nºs 68/2017, 33/2018 e 37/2014 são os mesmos do Cenário 1, apresentados na Tabela 2.

Serviço de chamadas interurbanas (<i>idem Contrato nº 33/2018</i>).	R\$ 712,60	60	R\$ 42.755,80
Manutenção e suporte técnico de um servidor HP Proliant DL980 (<i>idem Contrato nº 22/2017</i>).	R\$ 1.927,82	60	R\$ 115.669,20
Consultoria Asterisk (<i>via Contrato nº 37/2014</i>).	R\$ 32.972,80	2	R\$ 65.945,60
Monitoramento de todo o sistema de telefonia da SEEC/DF (<i>idem Contrato nº 37/2014</i>).	R\$ 6.182,40	60	R\$ 370.944,00
Adaptador para telefones analógicos (ATA) com garantia de 12 meses. ¹⁵	R\$ 301,59	318	R\$ 95.905,62
Extensão de garantia por mais 12 meses dos 318 ATAs.	R\$ 19.181,12	4	R\$ 76.724,48
ESTIMATIVA DE CUSTO DO CENÁRIO 2C			R\$ 1.659.917,30

Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

* Cenário 2C: central telefônica virtual com o uso de adaptadores ATA

Por fim, a Tabela 7 apresenta os custos estimados para o cenário 2D (central telefônica virtual com o uso de telefones IP).

Tabela 7 - Estimativa de custo do cenário 2D a preços de 2021

Bem / Serviço	Valor Unitário (A)	Quantidade (B)	Valor Total (C = A x B)
Fornecimento de linhas telefônicas e o serviço de ligações locais (<i>idem Contrato nº 68/2017</i>). ¹⁶	R\$ 14.866,21	60	R\$ 891.972,60
Serviço de chamadas interurbanas (<i>idem Contrato nº 33/2018</i>).	R\$ 712,60	60	R\$ 42.755,80

¹⁵ Os custos dos ATAs e das extensões de garantia são os mesmos do Cenário 2A, apresentados na Tabela 3.

¹⁶ Os custos dos Contratos nºs 68/2017, 33/2018 e 37/2014 são os mesmos do Cenário 1, apresentados na Tabela 2.

Manutenção e suporte técnico de um servidor HP Proliant DL980 (<i>idem Contrato nº 22/2017</i>). ¹⁷	R\$ 1.927,82	60	R\$ 115.669,20
Consultoria Asterisk (<i>via Contrato nº 37/2014</i>).	R\$ 32.972,80	2	R\$ 65.945,60
Monitoramento de todo o sistema de telefonia da SEEC/DF (<i>idem Contrato nº 37/2014</i>).	R\$ 6.182,40	60	R\$ 370.944,00
Telefone IP simples. ¹⁸	R\$ 178,99	561	R\$ 100.413,39
Telefone IP intermediário.	R\$ 547,84	50	R\$ 22.892,00
Telefone IP superior.	R\$ 1.363,64	25	R\$ 34.091,00
Extensão de garantia por mais 12 meses dos 561 telefones IP simples.	R\$ 20.082,68	4	R\$ 80.330,72
Extensão de garantia por mais 12 meses dos 50 telefones IP intermediários.	R\$ 4.578,40	4	R\$ 18.313,60
Extensão de garantia por mais 12 meses dos 25 telefones IP superiores.	R\$ 6.818,20	4	R\$ 27.272,80
ESTIMATIVA DE CUSTO DO CENÁRIO 2D			R\$ 1.770.600,71

Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

Em todas as alternativas do cenário 2, foram excluídos dos cálculos os custos dos equipamentos que já fazem parte do acervo da SEEC/DF, tais como: servidores, *switches*, aparelhos telefônicos analógicos etc. Foram computados apenas os custos que a Secretaria terá, caso opte por cada uma dessas alternativas.

¹⁷ Os custos dos serviços de manutenção e suporte técnico e consultoria Asterisk são os mesmo do Cenário 2C, apresentados na Tabela 6.

¹⁸ Os custos dos telefones IPs e de suas extensões de garantia são os mesmo do cenário 2B, apresentados na Tabela 4.

4 ANÁLISE FINANCEIRA DOS CENÁRIOS DE INVESTIMENTO

Aqui serão apresentadas as análises, sob a ótica financeira, dos investimentos de capital a serem realizados para a adoção de cada uma das quatro alternativas de cenário de um sistema de telefonia VoIP. Para tanto, serão calculados os investimentos iniciais das entradas operacionais de caixa e os fluxos de caixa operacionais, além da análise, com base no valor presente líquido e na taxa interna de retorno.

Para esta análise, assumiu-se que o sistema de telefonia VoIP, independentemente do cenário escolhido, estaria apto a ser utilizado a partir de janeiro de 2022, momento em que os desembolsos começariam a ser computados como saídas do fluxo de caixa. Além disso, foi adotada, como custo de oportunidade, a projeção da taxa Selic (Sistema Especial de Liquidação e de Custódia) para os próximos 5 anos.

Segundo o Relatório Focus¹⁹, do dia 4 de junho de 2021, o mercado estima que a meta da taxa Selic para os anos de 2022, 2023 e 2024 será de 6,5% a.a. Dada a estabilidade observada no período, para efeitos deste estudo, assumir-se-á que a expectativa de mercado para 2025 e 2026 também será de 6,5% a.a.

4.1 Estudo de caso 1: cenário 1 versus cenário 2A

Para a implementação do cenário 2A (central telefônica física com o uso de adaptadores ATA), faz-se necessário um investimento inicial no valor de R\$ 95.905,62 para a aquisição de 318 adaptadores ATA. A redução de custos anual gerada por esse cenário seria de R\$ 80.600,40, conforme demonstrado na Tabela 8.

¹⁹ O Relatório Focus resume as estatísticas calculadas considerando as expectativas de mercado coletadas até a sexta-feira anterior à sua divulgação. O relatório traz a evolução gráfica e o comportamento semanal das projeções para índices de preços, atividade econômica, câmbio, taxa Selic, entre outros indicadores. As projeções são do mercado, não do BC.

Tabela 8 - Cálculo da redução de custos anual para o cenário 2A a preços de 2021

Descrição	Valor	Observações
Gastos mensais com o cenário 1.	R\$ 35.539,91	Contratos nº 68/2017, 33/2018, 05/2018 e 37/2014.
Gastos mensais com o cenário 2A.	R\$ 28.823,21	Contratos nº 68/2017, 33/2018, 05/2018 (apenas o custo da central principal) e 37/2014.
Diferença mensal (custo reduzido)	R\$ 6.716,70	-
Diferença anual (custo reduzido)	R\$ 80.600,40	-

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Após o cálculo da redução de custos anual, pode-se elaborar o fluxo de caixa do projeto, tendo, como horizonte de tempo, a duração média dos projetos de TIC da SEEC/DF: 5 anos. Esse prazo, visto como curto por alguns, deve-se à velocidade com que as TICs ficam obsoletas e necessitam ser atualizadas.

No primeiro ano, uma vez que os ATAs estarão em garantia, os gastos referem-se apenas ao consumo de ligações telefônicas e aos serviços de manutenção da central telefônica principal e de monitoramento do sistema de telefonia. Já nos demais anos, além desses, tem-se as extensões de garantia dos adaptadores. Com isso, o fluxo de caixa operacional do primeiro ano é um pouco maior do que os demais (Tabela 9).

Tabela 9 - Fluxo de caixa, VPL e TIR para o cenário 2A (em R\$) a preços de 2021

Custo de oportunidade: 6,50% a.a.			
Anos	Custos Reduzidos	(-) Gastos	Fluxo de Caixa
Investimento inicial	-	-	- R\$ 95.905,62
2022	80.600,40	-	R\$ 80.600,40
2023	80.600,40	19.181,12	R\$ 61.419,28
2024	80.600,40	19.181,12	R\$ 61.419,28
2025	80.600,40	19.181,12	R\$ 61.419,28
2026	80.600,40	19.181,12	R\$ 61.419,28
		VPL	R\$ 177.343,66
		TIR	67,17%

Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

4.2 Estudo de caso 2: cenário 1 versus cenário 2B

Já para a implementação do cenário 2B (central telefônica física com o uso de telefones IP), é necessário um investimento inicial de R\$ 157.396,39, um desembolso superior ao da comparação acima, para a aquisição de 636 telefones VoIP de três modelos diferentes. A redução de custos anual gerada por esse cenário também seria de R\$ 80.600,40, conforme demonstrado na Tabela 10.

Tabela 10 - Cálculo da redução de custos anual para o cenário 2B a preços de 2021

Descrição	Valor	Observações
Gastos mensais com o cenário 1.	R\$ 35.539,91	Contratos nº 68/2017, 33/2018, 05/2018 e 37/2014.
Gastos mensais com o cenário 2B.	R\$ 28.823,21	Contratos nº 68/2017, 33/2018, 05/2018 (apenas o custo da central principal) e 37/2014.
Diferença mensal (custo reduzido).	R\$ 6.716,70	-
Diferença anual (custo reduzido).	R\$ 80.600,40	-

Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

Mais uma vez, no primeiro ano do fluxo de caixa, os gastos referem-se apenas ao consumo de ligações telefônicas e aos serviços de manutenção da central telefônica principal e de monitoramento do sistema de telefonia. Como os telefones IP possuem um ano de garantia, os custos referentes às suas extensões só aparecerão nos anos seguintes (Tabela 11).

Tabela 11 - Fluxo de caixa, VPL e TIR para o cenário 2B (em R\$) a preços de 2021

Custo de oportunidade: 6,50% a.a.			
Anos	Custos Reduzidos	(-) Gastos	Fluxo de Caixa
Investimento inicial	-	-	- R\$ 157.396,39
2022	80.600,40	-	R\$ 80.600,40
2023	80.600,40	31.479,28	R\$ 49.121,12
2024	80.600,40	31.479,28	R\$ 49.121,12
2025	80.600,40	31.479,28	R\$ 49.121,12
2026	80.600,40	31.479,28	R\$ 49.121,12
			VPL R\$ 76.293,25
			TIR 24,96%

Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

4.3 Estudo de caso 3: cenário 1 versus cenário 2C

Dando continuidade às comparações entre o cenário atual e os cenários de sistema de telefonia VoIP, verifica-se que, para a implementação do cenário 2C (central telefônica virtual com o uso de adaptadores ATA), é necessário um investimento inicial ainda maior, estimado em R\$ 161.851,22, conforme demonstrado na Tabela 12.

Tabela 12 - Cálculo do investimento inicial para o cenário 2C a preços de 2021

Bem / Serviço	Valor
Consultoria Asterisk	R\$ 65.945,60
Adaptador para telefones analógicos (ATA) com garantia de 12 meses	R\$ 95.905,62
TOTAL	R\$ 161.851,22

Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

Aqui no cenário 2C, a redução de custos anual estimada, como apresentado na Tabela 13, seria de R\$ 142.210,56.

Tabela 13 - Cálculo da redução de custos anual para o cenário 2C a preços de 2021

Descrição	Valor	Observações
Gastos mensais com o cenário 1.	R\$ 35.539,91	Contratos nº 68/2017, 33/2018, 05/2018 e 37/2014.
Gastos mensais com o cenário 2C.	R\$ 23.689,03	Contratos nº 68/2017, 33/2018, 37/2014 e serviços, a serem contratados, de manutenção e suporte técnico de um servidor HP Proliant DL980.
Diferença mensal (custo reduzido).	R\$ 11.850,88	-
Diferença anual (custo reduzido).	R\$ 142.210,56	-

Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

Mais uma vez, não se tem registros de gastos adicionais no primeiro ano. Apenas nos demais, quando se findam as garantias originais dos equipamentos adquiridos e faz-se necessária suas extensões (Tabela 14).

Tabela 14 - Fluxo de caixa, VPL e TIR para o cenário 2C (em R\$) a preços de 2021

Custo de oportunidade: 6,50% a.a.			
Anos	Custos Reduzidos	(-) Gastos	Fluxo de Caixa
Investimento inicial	-	-	- R\$ 161.851,22
2022	142.210,56	-	R\$ 142.210,56
2023	142.210,56	19.181,12	R\$ 123.029,44
2024	142.210,56	19.181,12	R\$ 123.029,44
2025	142.210,56	19.181,12	R\$ 123.029,44
2026	142.210,56	19.181,12	R\$ 123.029,44
		VPL	R\$ 367.430,14
		TIR	76,75%

Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

4.4 Estudo de caso 4: cenário 1 versus cenário 2D

E, por fim, resta agora a última comparação: entre o cenário atual e o cenário 2D (central telefônica virtual com o uso de telefones IP). Nesse caso, verifica-se o maior investimento inicial desta análise, conforme apresentado na Tabela 15.

Tabela 15 - Cálculo do investimento inicial para o cenário 2D a preços de 2021

Bem / Serviço	Valor
Consultoria Asterisk	R\$ 65.945,60
Telefones IP simples	R\$ 100.413,39
Telefones IP intermediários	R\$ 22.892,00
Telefones IP superiores	R\$ 34.091,00
TOTAL	R\$ 223.341,99

Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

Para este último cenário, estima-se uma redução de custos anual no valor de R\$ 142.210,56. (Tabela 16).

Tabela 16 - Cálculo da redução de custos anual para o cenário 2D a preços de 2021

Descrição	Valor	Observações
Gastos mensais com o cenário 1.	R\$ 35.539,91	Contratos nº 68/2017, 33/2018, 05/2018 e 37/2014.
Gastos mensais com o cenário 2D.	R\$ 23.689,03	Contratos nº 68/2017, 33/2018, 37/2014 e serviços, a serem contratados, de manutenção e suporte técnico de um servidor HP Proliant DL980.
Diferença mensal (custo reduzido).	R\$ 11.850,88	-
Diferença anual (custo reduzido).	R\$ 142.210,56	-

Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

De forma análoga aos cenários anteriores, os equipamentos adquiridos possuem garantia de um ano e não geram gastos adicionais nesse período. Já nos

anos posteriores, é preciso incluir os custos das extensões de garantia ao fluxo de caixa para que a análise seja precisa (Tabela 17).

Tabela 17 - Fluxo de caixa, VPL e TIR para o cenário 2D (em R\$) a preços de 2021

Custo de oportunidade: 6,50% a.a.			
Anos	Custos Reduzidos	(-) Gastos	Fluxo de Caixa
Investimento inicial	-	-	- R\$ 223.341,99
2022	142.210,56	-	R\$ 142.210,56
2023	142.210,56	31.479,28	R\$ 110.731,28
2024	142.210,56	31.479,28	R\$ 110.731,28
2025	142.210,56	31.479,28	R\$ 110.731,28
2026	142.210,56	31.479,28	R\$ 110.731,28
		VPL	R\$ 266.379,72
		TIR	46,80%

Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

4.5 Apresentação e análise dos resultados obtidos

A partir dos cenários identificados, foram calculados os orçamentos de investimento de capital e seus respectivos retornos, a partir das técnicas do valor presente líquido e da taxa interna de retorno. Na Tabela 18, pode-se observar os resultados obtidos.

Tabela 18 - Comparação entre todos os cenários a preços de 2021

Custo de oportunidade: 6,50% a.a.				
Fluxos de Caixa				
Anos	Cenário 2A	Cenário 2B	Cenário 2C	Cenário 2D
Investimento inicial	- R\$ 95.905,62	- R\$ 157.396,39	- R\$ 161.851,22	- R\$ 223.341,99
2022	R\$ 80.600,40	R\$ 80.600,40	R\$ 142.210,56	R\$ 142.210,56
2023	R\$ 61.419,28	R\$ 49.121,12	R\$ 123.029,44	R\$ 110.731,28
2024	R\$ 61.419,28	R\$ 49.121,12	R\$ 123.029,44	R\$ 110.731,28
2025	R\$ 61.419,28	R\$ 49.121,12	R\$ 123.029,44	R\$ 110.731,28
2026	R\$ 61.419,28	R\$ 49.121,12	R\$ 123.029,44	R\$ 110.731,28
VPL	R\$ 177.343,66	R\$ 76.293,25	R\$ 367.430,14	R\$ 266.379,72
TIR	67,17%	24,96%	76,75%	46,80%

Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

Quanto aos resultados, no primeiro estudo de caso, verificou-se uma vantagem significativa em favor do cenário 2A, que sugeriu o uso de uma central telefônica física e adaptadores ATA. Segundo a análise, optando por essa mudança, a SEEC/DF economizaria R\$ 177.343,66 (cento e setenta e sete mil trezentos e quarenta e três reais e sessenta e seis centavos) em cinco anos e teria um retorno superior a 67% a.a., já descontado o custo de oportunidade. Mesmo que o preço dos adaptadores sofra alguma majoração até a data da sua compra, ainda assim, provavelmente seria vantajoso fazer a opção pela tecnologia VoIP.

Em relação ao segundo estudo de caso, mesmo com a aquisição dos telefones IPs – que representam um desembolso inicial bem maior que o caso anterior –, ainda assim, a substituição do sistema de telefonia se mostrou vantajosa. A análise demonstrou que a Secretaria gastaria aproximadamente R\$ 76.000,00 (setenta e seis mil reais) a menos no próximo quinquênio com serviços telefônicos, com uma TIR de quase 25% anuais. No entanto, esse investimento é mais sensível a uma elevação no preço dos insumos (telefones), em relação ao primeiro estudo de caso.

Já o terceiro caso apresenta o cenário mais favorável financeiramente para a SEEC/DF: formado por uma solução que utiliza uma central telefônica virtual e

adaptadores ATA. Segundo o estudo realizado, essa composição, por si só, resultaria numa redução de custos de R\$ 367.430,14 (trezentos e sessenta e sete mil quatrocentos e trinta reais e quatorze centavos) aos cofres públicos, o que representa um retorno superior a 76% a.a. Mais uma vez, ainda que se tenha subestimado os valores dos adaptadores e/ou da consultoria, existe grande probabilidade de que esse novo cenário continue sendo o mais financeiramente vantajoso.

Finalmente, o estudo de caso 4 traz a comparação entre os cenários atual e 2D (central telefônica virtual e telefones IP). Assim como nos anteriores, esse cenário VoIP também demonstra ser uma melhor opção do que a de hoje. Essa, dentre as alternativas apresentadas, certamente é a solução de maior evolução tecnológica e que pode prover os maiores ganhos de qualidade no serviço telefônico ofertado aos usuários. No entanto – mesmo o estudo tendo demonstrado que sua adoção seria vantajosa –, ela não é a melhor opção, sob a ótica financeira. Sua estimativa de redução dos custos é de pouco mais de R\$ 265.000,00 (duzentos e sessenta e cinco mil reais), e sua taxa interna de retorno ficou na ordem de 47% a.a.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para Carvalho Júnior (2020), a realidade vivida hoje deixa claro o quanto a comunicação é imprescindível para a sociedade. Ainda segundo o autor, o fato de todos estarem conectados uns aos outros é a real constatação de que comunicação e tecnologia influenciam a vida das pessoas e o dia a dia das organizações.

Jaeger Neto *et al.* (2009) afirmam que a crescente dependência das organizações com as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) e os altos custos dos projetos nessa área fazem com que ela tenha um impacto marcante no negócio. Os investimentos normalmente são elevados e há dificuldade em mensurá-los; mesmo assim, para Weill e Ross (2006), a informação e a Tecnologia da Informação (TI) estão entre os principais ativos de uma organização.

A redução do custo das ligações é considerada uma das principais razões da alavancagem do uso da tecnologia VoIP, tanto na iniciativa privada como na administração pública. Analisando outros aspectos, observa-se que o fato desse novo sistema de comunicação facilitar a criação de serviços e a consolidação de suas redes, também figura como excelente atrativo para a sua implantação. (SOUSA, 2001).

A tecnologia VoIP vem ganhando espaço no mundo dos negócios, uma vez que permite que novos competidores ingressem no mercado de voz, mesmo aqueles que não pertencem ao ramo de telefonia. A presença desses novos competidores no mercado está favorecendo o surgimento de novas estratégias e modelos de negócio nessa área. (FERREIRA, 2010). Já Carvalho (2008) crê que o uso da telefonia IP vem aumentando sua participação no mercado, por apresentar-se como uma tecnologia que possibilita o desenvolvimento de aplicações que integrem voz e dados, simplificando a experiência do usuário.

Nesse cenário, a adoção do sistema VoIP como modelo de comunicação interna na administração pública demonstra ser uma nova e promissora oportunidade de negócios. Como bem destaca Ferreira (2010), o gerenciamento das instituições públicas, nos dias de hoje, requer maiores investimentos em novas tecnologias, uma vez que a sociedade atual se caracteriza pela necessidade de respostas rápidas.

O objetivo deste trabalho foi analisar, sob o ponto de vista financeiro, a viabilidade da adoção, pela Secretaria de Economia do DF, de um sistema de

telefonia VoIP. A partir dos resultados obtidos pode-se concluir que, de maneira geral, as alternativas de cenários para adoção da tecnologia VoIP apresentadas neste estudo demonstraram ser um investimento rentável, representando uma boa opção a ser considerada pela SEEC/DF.

Dentre as opções apresentadas, a representada pelo cenário 2C (central telefônica virtual com o uso de adaptadores ATA) se mostrou a melhor opção, do ponto de vista financeiro – com os maiores valores de VPL e TIR –, apesar de não ofertar todos os benefícios tecnológicos que o cenário 2D (central telefônica virtual com o uso de telefones IP) poderia proporcionar. Isso deveu-se ao fato de os aparelhos VoIP possuírem custos de aquisição elevados. A tendência é que, com o passar dos anos, seus preços diminuam e a tecnologia se torne mais acessível à maioria dos usuários.

Por fim, como sugestão para trabalhos futuros, recomenda-se a realização de uma análise econômica dos cenários de investimentos elencados, de forma a corroborar ou refutar o resultado obtido neste estudo. Nessa nova pesquisa devem ser incluídos custos e benefícios econômicos, como: satisfação dos usuários, tanto internos (servidores públicos) como externos (contribuintes); descarte adequado do lixo eletrônico produzido; externalidades; entre outros aspectos sociais, ambientais etc.

REFERÊNCIAS

AKALU, M. M. Re-examing project appraisal and control: developing a focus on wealth creation. **International Project Management**, n. 19, p. 375-383, 2001.

ANDREOLLA, D. D. **Telefonia Convencional e Telefonia IP: Comparativo de Tecnologias**. Monografia. 2015. 68f. Universidade Tuiuti do Paraná, 2015.

ARMÊNIO NETO, J.; GRAEML, A. R. Voip: inovação disruptiva no mercado de telefonia corporativa. **Revista Alcance**, v. 17, n. 1, p. 7-21, 2010.

BARBARIOLE, L. F. **Telefonia IP I: Ferramenta Administrativa e de Comunicação nas Organizações**. 2011. Disponível em: <https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialteliporg1/default.asp>. Acesso em: 27 mar. 2020.

BOTELHO, M. M. A eficiência e o efeito Kaldor-Hicks: a questão da compensação social. **Revista de Direito, Economia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 2, n. 1, p. 27-45, 2016.

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. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 66, p. 54, 5 abr. 2019.

_____. Tribunal de Contas da União. **Acórdão nº 2.471/2008**. Plenário. Relator: Ministro Benjamin Zymler. Sessão de 05/11/2008. Disponível em: <https://portal.tcu.gov.br/biblioteca-digital/normativo-acordao-2471-2008-plenario-tcu.htm>. Acesso em: 29 jun. 2021.

BROM, L. G.; BALIAN, J. E. A. **Análise de investimentos e capital de giro: conceitos e aplicações**. São Paulo: Saraiva, 2007.

BRUNI, A. L. **As Decisões de Investimentos**. São Paulo: Atlas SA, 2000.

CANUTO, F. **Redes NGN Podem Unir Serviços Móveis de Voz e Dados**. 2006. Disponível em: <https://webinsider.com.br/redes-ngn-podem-unir-servicos-moveis-de-voz-e-dados>. Acesso em: 27 mar. 2020.

CARVALHO, P. F. de. **Modelagem de Negócios: Uma Aplicação na Implantação de um Sistema VoIP para fornecimento de Serviços de Telefonia IP por uma Empresa da Região de Campos dos Goytacazes**. Monografia. 2008. 80f. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2008.

CARVALHO JÚNIOR, I. T. de. **A importância da Comunicação**. 2020. Disponível em: <https://administradores.com.br/artigos/a-importancia-da-comunicacao-2>. Acesso em: 07 mar. 2021.

COELHO, M. L. **VOIP COM ASTERISK**: Uma proposta de implantação para interligar com as filiais de outros estados utilizando SIP. Monografia. 2014. 93f. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014.

COIMBRA, F. C.; POLO, E. F.; MOURA, G. L. de. O papel da tecnologia na estratégia: caso de uma operadora de telefonia fixa e a tecnologia VoIP. **RAI-Revista de Administração e Inovação**, v. 2, n. 2, p. 98-109, 2005.

CRISTOFOLI, F.; LAGO JÚNIOR, A. C.; FEITERA, C. H. Benefícios do Uso do VoIP: Um Estudo de Caso na GM. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios-RBGN**, v. 8, n. 21, p. 55-69, 2006.

FARIA, M. **Por que a comunicação é imprescindível?**. 2017. Disponível em: <https://administradores.com.br/noticias/por-que-a-comunicacao-e-imprescindivel>. Acesso em: 26 jun. 2020.

FERREIRA, M. K. de B. **As novas configurações da Gestão Pública: comunicação, conhecimento e pessoas**. 2010. Disponível em: <https://www3.faac.unesp.br/anais-comunicacao/textos/34.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2020.

GIMENES, N. M. **A importância da comunicação no dia a dia das pessoas**. [20--?] Disponível em: <http://www.ndh.com.br/img/documentos/A%20import%C3%A2ncia%20da%20Comunica%C3%A7%C3%A3o%20no%20dia%20a%20dia%20das%20pessoas%20docx.pdf>. Acesso em: 07 mar. 2021.

HUBAUX, J. P. *et al.* The impact of the internet on telecommunication architectures. **Computer Networks**, v. 31, n. 3, p. 257-273, 1999.

JAEGER NETO, J. I. *et al.* A percepção dos gestores de TI em relação às práticas de governança de TI adotadas em empresas do Rio Grande do Sul. **Revista Eletrônica de Sistemas de Informação**, v. 8, n. 1, 2009.

KLANN, R.C.; TOMASI, G. Análise de viabilidade de instalação de kit gnv em veículos com a utilização do valor presente líquido e taxa interna de retorno. **Revista Catarinense da Ciência Contábil**, v. 9, n. 27, p. 9-24, 2010.

LEMES JÚNIOR, A. B.; RIGO, C. M.; CHEROBIM, A. P. M. S. **Administração financeira**: princípios, fundamentos e práticas brasileiras. São Paulo: Campus, 2002.

MEIRELLES, J. L. F. **A teoria de opções reais como instrumento de avaliação de projetos de investimento**. 2004. 117 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2004.

MELO, M. C. S. Trajetória tecnológica do setor de telecomunicações no Brasil: a tecnologia VoIP. 2008. 231f. Dissertação (Mestrado em Economia). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

MELO, D. S. de; VIVIURCA, R. de F. **Implantação de Central Telefônica PABX Via Software Asterisk**. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

MESSERSCHMITT, D. G. The convergence of telecommunications and computing: What are the implications today?. **Proceedings of the IEEE**, v. 84, n. 8, p. 1167-1186, 1996.

MONKS, E. M. **Planejamento de Capacidade em Redes Corporativas para Implementação de Serviços VoIP**. 2006. 115f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação). Instituto de Informática. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.

MORAES, A. de. **Direito constitucional**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

MORAES FILHO, J. R. S. **Análise de viabilidade econômica do mercado de microgeração fotovoltaica on grid no Estado do Maranhão**. 2017. 121f. Dissertação (Mestrado em Energia e Ambiente) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2017.

NETTO, D. B. **Sistema VoIP como processo de alavancagem da comunicação interna na administração pública**. Monografia. 2017. 73f. Universidade do Extremo Sul Catarinense, 2017.

NIED, P. S. O conceito de eficiência econômica e a ruptura do contrato de sociedade. **XXI Encontro Nacional do CONPEDI**, p. 4297-4314, 2012.

NOGUEIRA, T. A. **Uma abordagem de segurança do sistema Asterisk em plataformas embarcadas usando o protocolo SIP**. 2018. 83f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação). Universidade Federal de Sergipe, 2018.

PEREIRA JÚNIOR, P. J. **VoIP I: Estudo da Tecnologia e Caso Prático**. 2014. Disponível em: <https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialvoipcp1/default.asp>. Acesso em: 27 mar. 2020.

RAMBALDUCCI, P. S. **Telefonia IP: Vantagens e Desvantagens do Uso no Universo Empresarial**, 2008. Disponível em: <https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialtelefoniaip/default.asp>. Acesso em: 27 mar. 2020.

REIS, T. **Ótimo de Pareto e eficiência dos mercados**. 2018. Disponível em: <https://www.sunoresearch.com.br/artigos/otimo-de-pareto>. Acesso em: 16 jun. 2020.

RIBEIRO, W. R. **Asterisk com café: telefonia digital**. São Paulo: Digital Publish & Print Editora, 2013.

ROSCOE, J. S. **A internalização de variáveis ambientais nas análises custo-benefício para projetos rodoviários: utopia ou realidade?**. 2011. 125f. Dissertação (Mestrado em Gestão Econômica do Meio Ambiente) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

SHINODA, C. **Viabilidade de projetos de investimento em equipamentos com tecnologia avançada de manufatura**: estudo de múltiplos casos na siderurgia brasileira. 2008. 176f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SILVA, E. D. P. da. **Velhos hábitos são difíceis de mudar**: avaliação econômica dos programas de incentivo ao desenvolvimento do Distrito Federal. 127f. 2020. Dissertação (Mestrado em Gestão Econômica de Finanças Públicas) – Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas Públicas, Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

SILVA, M.; SALGADO, A. **Análise Custo-Benefício**: Metodologia para apoio à decisão em intervenções de Arquitetura, Engenharia e Construção. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, IP, 2015.

SOUSA, J. M. de. **Protótipo de um sistema de VoIP (Voz sobre IP)**. Monografia. 2001. 66f. Universidade Regional de Blumenau, 2001.

SOUTO, A. F. L. **O princípio da eficiência administrativa na regulação da prestação do serviço de voz sobre internet-VoIP**. 2014. 168f. Dissertação (Mestrado em Direito). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2014.

TUDE, E.; SOUZA, J. L. de. **Telefonia Fixa no Brasil**. 2014. Disponível em: https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialstfc/pagina_1.asp. Acesso em: 27 mar. 2020.

VOIPDOBRASIL. **Voip**: O que é e como usar? 2018. Disponível em: <https://www.voipdobrasil.com.br/blog/voip-o-que-e-como-usar>. Acesso em: 27 mar. 2020.

WEILL, P.; ROSS, W. J. **Governança de TI**: Como as empresas com melhor desempenho administram os direitos decisórios de TI na busca por resultados superiores. Primeira Edição. São Paulo: M. Books do Brasil, 2006.

WETTERAU, J. CTI in the Corporate Enterprise. **International Journal of Network Management**, v. 8, n. 4, p. 235-243, 1998.

APÊNDICE: Slides apresentados para a banca examinadora



Universidade de Brasília
Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de P. Públicas
Departamento de Economia
Gestão Econômica de Finanças Públicas

DEFESA DE MESTRADO

Análise Financeira para Adoção de um Sistema de Telefonia VoIP:
Estudo de Caso da Secretaria de Economia do Distrito Federal

CLAUDIO SASAKI DA SILVA

Banca Examinadora:
Prof. Dr. Pedro Henrique Zuchi da Conceição
Prof. Dr. Jorge Madalena Hogueira
Prof. Dra. Elke Urbanavicius Costanti

29/06/2021

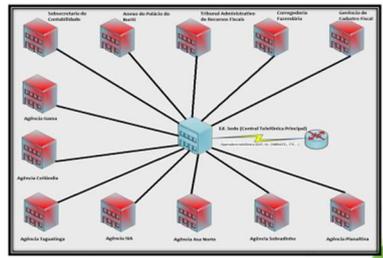
Estrutura da Apresentação



Sistema de Telefonia da SEEC/DF

Histórico	Acervo	Serviços	Desafios
<ul style="list-style-type: none"> 2001: Aquisição e implantação do atual sistema de telefonia. 2017: Substituição da central telefônica principal pela Siemens Hipath 4000 doada pelo STF. 	<ul style="list-style-type: none"> 01 central telefônica Siemens Hipath 4000. 12 centrais telefônicas Siemens Hipath 3750. 600 aparelhos telefônicos analógicos. 	<ul style="list-style-type: none"> Manutenção e suporte técnico das centrais telefônicas. Reposição de peças da central telefônica Siemens Hipath 4000. Monitoramento 24x7 do sistema de telefonia. 	<ul style="list-style-type: none"> Obsolescência do sistema. Falhas constantes devido à idade da solução. Descontinuidade, por parte do fabricante, dos equipamentos em uso.

Topologia do Sistema de Telefonia



Objetivo

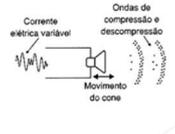
▶ Realizar uma análise financeira para a adoção de uma solução VoIP pela Secretaria de Economia do Distrito Federal - SEEC/DF, em substituição ao seu atual modelo convencional de telefonia.

Telefonia Convencional

Telefone Analógico



Funcionamento

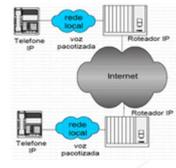


Telefonia VoIP

Telefone IP



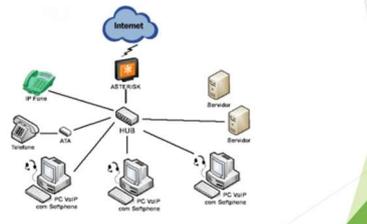
Funcionamento



Telefonia VoIP: Asterisk

- ▶ Software livre desenvolvido para implementar as funcionalidades de um PABX (chamada em espera, redirecionamento de chamadas, música em espera, conferências).
- ▶ Funcionamento baseado na tecnologia VoIP.
- ▶ Código-fonte aberto: possibilita uma infinidade de configurações e a realização de mudanças de forma rápida.

Asterisk: Visão Geral



Decisões de investimento

- ▶ A decisão de investir é de natureza complexa, uma vez que vários fatores exercem influência, inclusive os de ordem pessoal.
- ▶ Considerando que ganhos futuros, em geral, são incertos, existem dois fatores atuando em sentidos opostos:
 - ▶ a expectativa de retorno, que atrai o investidor; e
 - ▶ o risco, que o afasta.
- ▶ Projetos de investimento ajudam a tomada de decisão e, no que se refere à questão financeira, são operacionalizados por meio do orçamento de capital.

Orçamento de Capital

- ▶ É o processo de ordenamento das premissas e informações que visam à montagem do fluxo de caixa projetado para a tomada de decisão de investimento de longo prazo.
- ▶ Principais objetivos:
 - ▶ maximizar a riqueza do acionista, por meio de investimentos em projetos mais rentáveis;
 - ▶ criar sinergia entre projetos;
 - ▶ proteger mercado;
 - ▶ dominar novos mercados e/ou inibir concorrentes;

Orçamento de Capital

- ▶ Principais objetivos: (continuação)
 - ▶ aproveitar recursos existentes e potencial de crédito;
 - ▶ substituir os ativos obsoletos;
 - ▶ conhecer e dominar novas tecnologias;
 - ▶ reduzir custos e deficiências; e
 - ▶ aproveitar novas oportunidades.
- ▶ É preciso elaborar o fluxo de caixa dos projetos para se realizar a análise de viabilidade do investimento.

Técnicas de Análise de Investimentos

- ▶ Valor Presente Líquido (VPL): soma algébrica de todos os fluxos de caixa descontados para instante presente.

$$VPL = - \text{Investimento Inicial} + \frac{FC_1}{(1+i)^1} + \frac{FC_2}{(1+i)^2} + \frac{FC_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{FC_n}{(1+i)^n}$$

- ▶ Critérios de decisão:
 - ▶ Se VPL > 0: o projeto é viável;
 - ▶ Se VPL = 0: o projeto seria indiferente;
 - ▶ Se VPL < 0: o projeto deve ser rejeitado.

Técnicas de Análise de Investimentos

- ▶ Taxa Interna de Retorno (TIR): é a taxa média periódica de retorno de projeto suficiente para suprir, de forma integral, o investimento realizado.

$$VPL = 0 = - \text{Investimento Inicial} + \sum_{t=1}^N \frac{FC_t}{(1+TIR)^t}$$

- ▶ Critérios de decisão:
 - ▶ Se TIR > TMA: o projeto é viável;
 - ▶ Se TIR = TMA: o projeto seria indiferente;
 - ▶ Se TIR < TMA: o projeto deve ser rejeitado.

OBS: TMA = Taxa Mínima de Atratividade.

Cenários de Investimento de Capital

- ▶ Cenário 1 (atual)
 - ▶ Central telefônica principal;
 - ▶ Centrais telefônicas distribuídas;
 - ▶ Aparelhos telefônicos analógicos.
- ▶ Cenário 2 (VoIP)
 - ▶ Central telefônica: física x virtual;
 - ▶ Ramais: ATA x aparelhos IP.

Central Telefônica \ Ramais	Adaptadores ATA	Aparelhos IP
Física	2A	2B
Virtual	2C	2D

Cenário 1: telefonia convencional

Nº do Contrato	Contratada	Objeto Contratual
68/2017	Oi	Prestação de Serviço Telefônico Fixo Comutado - STFC (fixo-fixo e fixo-móvel), na modalidade local (LL), Entroncamentos Digitais E1 e serviços de Discagem Direta Gratuita- DDG (0800).
33/2018	Oi	Prestação de serviços contínuos de chamadas telefônicas de longa distância, nacionais e internacionais (chamadas interurbanas), originadas de telefones fixos.
05/2018	A. Telecom	Serviço continuado de manutenção e suporte técnico (...) com fornecimento de peças e componentes sob demanda (...) em centrais telefônicas digitais CPA temporal - PCM.
37/2014	Mi Montreal	Prestação de serviços de infraestrutura de TI, inclusive suporte tecnológico (...) ao ambiente computacional da Secretaria de Estado de Economia do Distrito Federal - SEEC/DF, para execução das tarefas de operação, sustentação, gerenciamento e monitoramento, suporte, telefonia, (...) e atendimento a usuários em terceiro nível.

Cenário 1: telefonia convencional

Período (2019)	Contrato nº 68/2017 (LL)	Contrato nº 33/2018 (LD)	Total
Janeiro	R\$ 14.913,98	R\$ 517,83	R\$ 15.431,81
Fevereiro	R\$ 15.754,98	R\$ 807,20	R\$ 16.562,18
Março	R\$ 13.903,48	R\$ 433,38	R\$ 14.336,86
Abril	R\$ 15.320,40	R\$ 779,61	R\$ 16.100,01
Mai	R\$ 15.959,06	R\$ 928,28	R\$ 16.887,34
Junho	R\$ 13.667,44	R\$ 639,44	R\$ 14.306,88
Julho	R\$ 14.531,41	R\$ 817,22	R\$ 15.348,63
Agosto	R\$ 17.324,78	R\$ 878,68	R\$ 18.203,46
Setembro	R\$ 14.841,98	R\$ 731,00	R\$ 15.572,98
Outubro	R\$ 14.679,29	R\$ 834,44	R\$ 15.513,73
Novembro	R\$ 14.372,10	R\$ 705,54	R\$ 15.077,64
Dezembro	R\$ 13.125,62	R\$ 478,54	R\$ 13.604,16
Média	R\$ 14.866,21	R\$ 712,60	R\$ 15.578,81

Cenário 1: telefonia convencional

Contrato	Custo Mensal (A)	Custos Adicionais (B)	Custo do Contrato (C = A x 60 + B)
68/2017	R\$ 14.866,21	-	R\$ 891.972,60
33/2018	R\$ 712,60	-	R\$ 42.755,80
05/2018	R\$ 13.778,70	R\$ 42.000,00	R\$ 868.722,00
37/2014	R\$ 6.182,40	-	R\$ 370.944,00
CUSTO TOTAL DO CENÁRIO 1			R\$ 2.174.394,40

Cenário 2A: VoIP Central Telefônica Física e ATAs

Bem / Serviço	Valor Unitário (A)	Quantidade (B)	Valor Total (C = A x B)
Fornecimento de linhas telefônicas e o serviço de ligações locais (idem Contrato nº 68/2017)	R\$ 14.866,21	60	R\$ 891.972,60
Serviço de chamadas interurbanas (idem Contrato nº 33/2018)	R\$ 712,60	60	R\$ 42.755,80
Manutenção e suporte técnico da central telefônica principal (idem Contrato nº 05/2018)	R\$ 7.062,00	60	R\$ 423.720,00
Reposição de peças e componentes para a central telefônica principal (idem Contrato nº 05/2018)	R\$ 42.000,00	01	R\$ 42.000,00
Monitoramento de todo o sistema de telefonia da SEEC/DF (idem Contrato nº 37/2014)	R\$ 6.182,40	60	R\$ 370.944,00
Adaptador para telefones analógicos (ATA) com garantia de 12 meses	R\$ 301,59	318	R\$ 95.905,62
Extensão de garantia por mais 12 meses dos ATAs	R\$ 19.181,12	04	R\$ 76.724,48
ESTIMATIVA DE CUSTO DO CENÁRIO 2A			R\$ 1.944.022,50

Cenário 2B: VoIP Central Telefônica Física e Telefones IP

Bem / Serviço	Valor Unitário (A)	Quantidade (B)	Valor Total (C = A x B)
Fornecimento de linhas telefônicas e o serviço de ligações locais	R\$ 14.866,21	60	R\$ 891.972,60
Serviço de chamadas interurbanas	R\$ 712,60	60	R\$ 42.755,80
Manutenção e suporte técnico da central telefônica principal	R\$ 7.062,00	60	R\$ 423.720,00
Reposição de peças e componentes para a central telefônica principal	R\$ 42.000,00	01	R\$ 42.000,00
Monitoramento de todo o sistema de telefonia da SEEC/DF	R\$ 6.182,40	60	R\$ 370.944,00
Telefone IP simples com garantia de 12 meses	R\$ 178,99	561	R\$ 100.413,39
Telefone IP intermediário com garantia de 12 meses	R\$ 547,84	50	R\$ 22.892,00
Telefone IP superior com garantia de 12 meses	R\$ 1.363,64	25	R\$ 34.091,00
Extensão de garantia por mais 1 ano dos telefones IP simples	R\$ 20.082,68	04	R\$ 80.330,72
Extensão de garantia por mais 1 ano dos telefones IP Intermediários	R\$ 4.578,40	04	R\$ 18.313,60
Extensão de garantia por mais 1 ano dos telefones IP superiores	R\$ 6.818,20	04	R\$ 27.272,80
ESTIMATIVA DE CUSTO DO CENÁRIO 2B			R\$ 2.054.705,91

Cenário 2C: VoIP Central Telefônica Virtual e ATAs

Bem / Serviço	Valor Unitário (A)	Quantidade (B)	Valor Total (C = A x B)
Fornecimento de linhas telefônicas e o serviço de ligações locais (idem Contrato nº 68/2017)	R\$ 14.866,21	60	R\$ 891.972,60
Serviço de chamadas interurbanas (idem Contrato nº 33/2018)	R\$ 712,60	60	R\$ 42.755,80
Monitoramento de todo o sistema de telefonia da SEEC/DF (idem Contrato nº 37/2014)	R\$ 6.182,40	60	R\$ 370.944,00
Consultoria Asterisk (via Contrato nº 37/2014)	R\$ 32.972,80	02	R\$ 65.945,60
Manutenção e suporte técnico de um servidor HP Proliant DL980 (idem Contrato nº 22/2017)	R\$ 1.927,82	60	R\$ 115.669,20
Adaptador para telefones analógicos (ATA) com garantia de 12 meses	R\$ 301,59	318	R\$ 95.905,62
Extensão de garantia por mais 12 meses dos ATAs	R\$ 19.181,12	04	R\$ 76.724,48
ESTIMATIVA DE CUSTO DO CENÁRIO 2C			R\$ 1.659.917,30

Cenário 2D: VoIP Central Telefônica Virtual e Telefones IP

Bem / Serviço	Valor Unitário (A)	Quantidade (B)	Valor Total (C = A x B)
Fornecimento de linhas telefônicas e o serviço de ligações locais	R\$ 14.866,21	60	R\$ 891.972,60
Serviço de chamadas interurbanas	R\$ 712,60	60	R\$ 42.755,80
Monitoramento de todo o sistema de telefonia da SEEC/DF	R\$ 6.182,40	60	R\$ 370.944,00
Consultoria Asterisk (via Contrato nº 37/2014)	R\$ 32.972,80	02	R\$ 65.945,60
Manutenção e suporte técnico de um servidor HP Proliant DL980 (idem Contrato nº 22/2017)	R\$ 1.927,82	60	R\$ 115.669,20
Telefone IP simples com garantia de 12 meses	R\$ 178,99	561	R\$ 100.413,39
Telefone IP intermediário com garantia de 12 meses	R\$ 547,84	50	R\$ 22.892,00
Telefone IP superior com garantia de 12 meses	R\$ 1.363,64	25	R\$ 34.091,00
Extensão de garantia por mais 1 ano dos telefones IP simples	R\$ 20.082,68	04	R\$ 80.330,72
Extensão de garantia por mais 1 ano dos telefones IP intermediários	R\$ 4.578,40	04	R\$ 18.313,60
Extensão de garantia por mais 1 ano dos telefones IP superiores	R\$ 6.818,20	04	R\$ 27.272,80
ESTIMATIVA DE CUSTO DO CENÁRIO 2D			R\$ 1.770.600,71

Análise Financeira dos Cenários de Investimento

► Assunções:

- Os novos projetos estarão em uso a partir de janeiro de 2022, quando as entradas e saídas do fluxo de caixa começarão a ser computadas;
- O horizonte de tempo da análise será de 05 anos, que é o prazo em que a SEEC/DF geralmente reavalia seus projetos tecnológicos;
- Relatório Focus, do dia 4 de junho de 2021, traz que o mercado estima que a meta da taxa Selic para os anos de 2022, 2023 e 2024 será de 6,5% a.a. Dada a estabilidade observada no período, para efeitos deste estudo, assumir-se-á que a expectativa de mercado para 2025 e 2026 também será de 6,5% a.a.;
- Entradas de caixa serão representadas pelas economias, em relação ao cenário atual, provenientes dos investimentos;

Análise Financeira Cenário 1 x Cenário 2A (CT Física e ATAs)

► Economia anual com o cenário 2A

Descrição	Valor	Observações
Gastos mensais com o cenário 1	R\$ 35.539,91	Contratos nº 68/2017, 33/2018, 05/2018 e 37/2014.
Gastos mensais com o cenário 2A	R\$ 28.823,21	Contratos nº 68/2017, 33/2018, 05/2018 (apenas o custo da central principal) e 37/2014.
Diferença mensal (valor economizado)	R\$ 6.716,70	-
Diferença anual (valor economizado)	R\$ 80.600,40	-

Análise Financeira Cenário 1 x Cenário 2A (CT Física e ATAs)

► Fluxo de caixa, VPL e TIR para o cenário 2A (em R\$)

Custo de oportunidade: 6,50% a.a.			
Anos	Economias anuais	(-) Gastos	Fluxo de Caixa
Investimento Inicial	-	-	- R\$ 95.905,62
2022	80.600,40	-	R\$ 80.600,40
2023	80.600,40	19.181,12	R\$ 61.419,28
2024	80.600,40	19.181,12	R\$ 61.419,28
2025	80.600,40	19.181,12	R\$ 61.419,28
2026	80.600,40	19.181,12	R\$ 61.419,28
VPL			R\$ 177.343,66
TIR			67,17%

Análise Financeira Cenário 1 x Cenário 2B (CT Física e Ramais IP)

► Economia anual com o cenário 2B

Descrição	Valor	Observações
Gastos mensais com o cenário 1	R\$ 35.539,91	Contratos nº 68/2017, 33/2018, 05/2018 e 37/2014.
Gastos mensais com o cenário 2B	R\$ 28.823,21	Contratos nº 68/2017, 33/2018, 05/2018 (apenas o custo da central principal) e 37/2014.
Diferença mensal (valor economizado)	R\$ 6.716,70	-
Diferença anual (valor economizado)	R\$ 80.600,40	-

Análise Financeira Cenário 1 x Cenário 2B (CT Física e Ramais IP)

► Fluxo de caixa, VPL e TIR para o cenário 2B (em R\$)

Custo de oportunidade: 6,50% a.a.			
Anos	Economias anuais	(-) Gastos	Fluxo de Caixa
Investimento Inicial	-	-	- R\$ 157.396,39
2022	80.600,40	-	R\$ 80.600,40
2023	80.600,40	31.479,28	R\$ 49.121,12
2024	80.600,40	31.479,28	R\$ 49.121,12
2025	80.600,40	31.479,28	R\$ 49.121,12
2026	80.600,40	31.479,28	R\$ 49.121,12
VPL			R\$ 76.293,25
TIR			24,96%

Análise Financeira Cenário 1 x Cenário 2C (CT Virtual e ATAs)

► Economia anual com o cenário 2C

Descrição	Valor	Observações
Gastos mensais com o cenário 1	R\$ 35.539,91	Contratos nº 68/2017, 33/2018, 05/2018 e 37/2014.
Gastos mensais com o cenário 2C	R\$ 23.689,03	Contratos nº 68/2017, 33/2018, 37/2014 e serviços, a serem contratados, de manutenção e suporte técnico de um servidor HP Proliant DL980.
Diferença mensal (valor economizado)	R\$ 11.850,88	-
Diferença anual (valor economizado)	R\$ 142.210,56	-

Análise Financeira Cenário 1 x Cenário 2C (CT Virtual e ATAs)

► Fluxo de caixa, VPL e TIR para o cenário 2C (em R\$)

Custo de oportunidade: 6,50% a.a.			
Anos	Economias anuais	(-) Gastos	Fluxo de Caixa
Investimento Inicial	-	-	- R\$ 161.851,22
2022	142.210,56	-	R\$ 142.210,56
2023	142.210,56	19.181,12	R\$ 123.029,44
2024	142.210,56	19.181,12	R\$ 123.029,44
2025	142.210,56	19.181,12	R\$ 123.029,44
2026	142.210,56	19.181,12	R\$ 123.029,44
VPL			R\$ 367.430,14
TIR			76,75%

Análise Financeira Cenário 1 x Cenário 2D (CT Virtual e Ramais IP)

► Economia anual com o cenário 2D

Descrição	Valor	Observações
Gastos mensais com o cenário 1	R\$ 35.539,91	Contratos nº 68/2017, 33/2018, 05/2018 e 37/2014.
Gastos mensais com o cenário 2D	R\$ 23.689,03	Contratos nº 68/2017, 33/2018, 37/2014 e serviços, a serem contratados, de manutenção e suporte técnico de um servidor HP Proliant DL980.
Diferença mensal (valor economizado)	R\$ 11.850,88	-
Diferença anual (valor economizado)	R\$ 142.210,56	-

Análise Financeira Cenário 1 x Cenário 2D (CT Virtual e Ramais IP)

► Fluxo de caixa, VPL e TIR para o cenário 2D (em R\$)

Custo de oportunidade: 6,50% a.a.			
Anos	Economias anuais	(-) Gastos	Fluxo de Caixa
Investimento inicial	-	-	- R\$ 223.341,99
2022	142.210,56	-	R\$ 142.210,56
2023	142.210,56	31.479,28	R\$ 110.731,28
2024	142.210,56	31.479,28	R\$ 110.731,28
2025	142.210,56	31.479,28	R\$ 110.731,28
2026	142.210,56	31.479,28	R\$ 110.731,28
		VPL	R\$ 266.379,72
		TIR	46,80%

Análise Financeira Comparação entre todos os cenários

Custo de oportunidade: 6,50% a.a.				
Fluxos de Caixa				
Anos	Cenário 2A	Cenário 2B	Cenário 2C	Cenário 2D
Investimento inicial	- R\$ 95.905,62	- R\$ 157.396,39	- R\$ 161.851,22	- R\$ 223.341,99
2022	R\$ 80.600,40	R\$ 80.600,40	R\$ 142.210,56	R\$ 142.210,56
2023	R\$ 61.419,28	R\$ 49.121,12	R\$ 123.029,44	R\$ 110.731,28
2024	R\$ 61.419,28	R\$ 49.121,12	R\$ 123.029,44	R\$ 110.731,28
2025	R\$ 61.419,28	R\$ 49.121,12	R\$ 123.029,44	R\$ 110.731,28
2026	R\$ 61.419,28	R\$ 49.121,12	R\$ 123.029,44	R\$ 110.731,28
VPL	R\$ 177.343,66	R\$ 76.293,25	R\$ 367.430,14	R\$ 266.379,72
TIR	67,17%	24,96%	76,75%	46,80%

Análise Financeira Comparação entre todos os cenários

Custo de oportunidade: 6,50% a.a.				
Fluxos de Caixa				
Anos	Cenário 2A	Cenário 2B	Cenário 2C	Cenário 2D
Investimento inicial	- R\$ 95.905,62	- R\$ 157.396,39	- R\$ 161.851,22	- R\$ 223.341,99
2022	R\$ 80.600,40	R\$ 80.600,40	R\$ 142.210,56	R\$ 142.210,56
2023	R\$ 61.419,28	R\$ 49.121,12	R\$ 123.029,44	R\$ 110.731,28
2024	R\$ 61.419,28	R\$ 49.121,12	R\$ 123.029,44	R\$ 110.731,28
2025	R\$ 61.419,28	R\$ 49.121,12	R\$ 123.029,44	R\$ 110.731,28
2026	R\$ 61.419,28	R\$ 49.121,12	R\$ 123.029,44	R\$ 110.731,28
VPL	R\$ 177.343,66	R\$ 76.293,25	R\$ 367.430,14	R\$ 266.379,72
TIR	67,17%	24,96%	76,75%	46,80%

Obrigado!