



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Instituto de Ciência e Tecnologia
Câmpus de Sorocaba

WELLINGTON STEWART ARAÚJO DE BRITO

**DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTA PARA PROJEÇÃO DE OPERAÇÃO DE
ATENDIMENTO RECEPTIVO UTILIZANDO MODELO DE ERLANG C**

Sorocaba

2024

WELLINGTON STEWART ARAÚJO DE BRITO

**DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTA PARA PROJEÇÃO DE OPERAÇÃO DE
ATENDIMENTO RECEPTIVO UTILIZANDO MODELO DE ERLANG C**

Projeto Final de Curso apresentado ao Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba, Universidade Estadual Paulista (UNESP), como parte dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Controle e Automação.

Orientador: Prof. Dr. Everson Martins

Sorocaba

2024

B862d	Brito, Wellington Stewart Araújo de Desenvolvimento de ferramenta para projeção de operação de atendimento receptivo utilizando modelo de Erlang C / Wellington Stewart Araújo de Brito. -- Sorocaba, 2024 66 p. : il., tabs. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia de Controle e Automação) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba Orientador: Everson Martins 1. Teoria das filas. 2. Centros de atendimento ao cliente. 3. Previsão. 4. JavaScript (Linguagem de programação de computador). 5. Planilhas eletrônicas. I. Título.
-------	--

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

WELLINGTON STEWART ARAÚJO DE BRITO

**DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTA PARA PROJEÇÃO DE OPERAÇÃO DE
ATENDIMENTO RECEPTIVO UTILIZANDO MODELO DE ERLANG C**

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL
EM ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO

Prof. Dr. Everson Martins
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. EVERSON MARTINS
Orientador/UNESP – Campus de Sorocaba

Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO RIBEIRO BORTOLETO
UNESP – Campus de Sorocaba

VINICIUS DOS SANTOS ARAÚJO
Examinador Externo

Abril de 2024

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Maria de Fátima e Cláudio, por todo suporte e contribuição, criação com afeto, amor e carinho. Obrigado pelos ensinamentos e educação, proporcionando as melhores condições possíveis para meu desenvolvimento social e acadêmico.

Ao meu amor, Tatiane, por toda contribuição nessa trajetória, obrigado por sempre acreditar em mim, pelos ensinamentos e construções juntos nessa jornada.

BRITO, W. S. A. de. **Desenvolvimento de ferramenta para projeção de operação de atendimento receptivo utilizando modelo de Erlang C**. 2024. 66 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Controle e Automação) – Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Sorocaba, 2024.

RESUMO

O presente trabalho apresenta o desenvolvimento de uma ferramenta para dimensionamento de operação de atendimento receptivo utilizando o modelo Erlang C simulando o comportamento do volume de contatos de um sistema de atendimento ao cliente utilizando séries temporais e sazonalidade. Para o desenvolvimento da ferramenta foi usada programação em *Javascript* e aplicada na plataforma *Google* planilhas permitindo entender e estimar qual a necessidade de pessoas para atender. Além de estudar e analisar o impacto de cada variável que compõe uma operação de atendimento de ligação (call) e mensagens (chat), avaliando a capacidade necessária para o funcionamento de uma operação. Do ponto de vista de implementação, a ferramenta atende uma necessidade importante em ser usual, de fácil utilização e que determina a quantidade de agentes necessários dentro daquele mês para atender o volume de contatos esperado e de acordo com os parâmetros desejáveis no atendimento. Traz maior previsibilidade e entendimento no processo de planejamento do atendimento, reduzindo custos e melhor experiência do cliente.

Palavras-chave: dimensionamento; atendimento; Erlang C; *Javascript*; *Google* planilhas.

BRITO, W. S. A. de. **Development of a tool for projecting receptive service operation using the Erlang C model.** 2024. 66 p. Final Paper (Bachelor's degree in Automation and Control Engineering) – Institute of Science and Technology, São Paulo State University, Sorocaba, 2024.

ABSTRACT

This paper presents the development of a tool for sizing a customer service operation using the Erlang C model, simulating the behavior of the volume of contacts in a customer service system using time series and seasonality. JavaScript programming was used to develop the tool, which was applied to the Google Sheets platform, making it possible to understand and estimate the number of people needed. In addition to studying and analyzing the impact of each variable that makes up a call and message answering operation, assessing the capacity required for an operation to function. From the point of view of implementation, the tool meets an important need in that it is easy to use and determines the number of agents needed within that month to meet the expected volume of contacts and in accordance with the desirable parameters in the service. It brings greater predictability and understanding to the service planning process, reducing costs and improving the customer experience.

Keywords: sizing; service; Erlang C; *JavaScript*; *Google sheets*.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Janela para inserir dado no Google Planilhas.....	23
Figura 2 - Base de Dados canal de chat no Google Planilhas	24
Figura 3 - Base de Dados canal de call no Google Planilhas.....	25
Figura 4 - Projeção de volume Produto A - canal de chat	26
Figura 5 - Gráfico de projeção de volume Produto A - canal de chat.....	27
Figura 6 - Projeção de volume Produto A - canal de call	28
Figura 7 - Gráfico de Projeção de volume Produto A - canal de call.....	29
Figura 8 - Projeção de volume Produto B - canal de chat.....	30
Figura 9 - Gráfico de Projeção de volume Produto B - canal de chat.....	31
Figura 10 - Projeção de volume Produto B - canal de call.....	32
Figura 11 - Gráfico de Projeção de volume Produto B - canal de call.....	33
Figura 12 - Acesso a sessão Apps Script no Google Planilhas	34
Figura 13 - Ambiente de desenvolvimento Apps Script do Google Planilhas	34
Figura 14 - Função agentesFTE_R implementada no Google Planilhas via Javascript	36
Figura 15 - Painel de dimensionamento da operação do Produto A e B.....	39
Figura 16 - Quantidade de agentes para canal call do Produto A	40
Figura 17 - Quantidade de agentes para canal chat do Produto A	41
Figura 18 - Quantidade de agentes para canal call do Produto B	42
Figura 19 - Quantidade de agentes para canal chat do Produto B.....	43
Figura 20 - Quantidade de agentes para canal call do Produto A - impacto shrinkage	45
Figura 21 - Quantidade de agentes para canal chat do Produto A - impacto shrinkage	46
Figura 22 - Quantidade de agentes para canal call do Produto B - impacto shrinkage	47
Figura 23 - Quantidade de agentes para canal chat do Produto B - impacto shrinkage	48
Figura 24 - Quantidade de agentes para canal call do Produto A - impacto SLA do canal.....	49
Figura 25 - Quantidade de agentes para canal chat do Produto A - impacto SLA do canal.....	50
Figura 26 - Quantidade de agentes para canal call do Produto B - impacto SLA do canal.....	51
Figura 27 - Quantidade de agentes para canal chat do Produto B - impacto SLA do canal.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Volume de contato projetado para call e chat dos Produtos A e B para simulação	37
Tabela 2 - Quantidade de agentes por AHT - Produto A call	40
Tabela 3 - Quantidade de agentes por AHT - Produto A chat	41
Tabela 4 - Quantidade de agentes por AHT - Produto B call.....	42
Tabela 5 - Quantidade de agentes para canal chat do Produto B	43
Tabela 6 - Quantidade de agentes para canal call do Produto A - impacto shrinkage.....	44
Tabela 7 - Quantidade de agentes para canal chat do Produto A - impacto shrinkage	45
Tabela 8 - Quantidade de agentes para canal call do Produto B - impacto shrinkage	46
Tabela 9 - Quantidade de agentes para canal chat do Produto B - impacto shrinkage	47
Tabela 10 - Quantidade de agentes para canal call do Produto A - impacto SLA do canal.....	49
Tabela 11 - Quantidade de agentes para canal chat do Produto A - impacto SLA do canal.....	50
Tabela 12 - Quantidade de agentes para canal call do Produto B - impacto SLA do canal.....	51
Tabela 13 - Quantidade de agentes para canal chat do Produto B - impacto SLA do canal.....	52
Tabela 14 - Comparativo de custo do dimensionamento HCs com Ferramenta x HCs Fixo	53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SLA — Service Level Agreement

NS – Nível de Serviço

AHT – Average Handling Time

TMA – Tempo médio de atendimento

Pw – Probabilidade de espera de uma chamada

A - Intensidade de tráfego

N – Quantidade de agentes disponíveis

HC – Headcount

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1	Call center	13
2.2	Contact center	13
2.3	Projeção de demanda	13
2.4	Séries temporais.....	14
2.5	Teoria das filas.....	15
2.6	Modelo M/M/N	15
2.7	Erlang C	16
2.8	Tempo médio de atendimento (TMA/AHT)	17
2.9	Shrinkage	18
2.10	Nível de serviço (SLA).....	18
2.11	Google Planilhas	18
2.12	Javascript	19
3	DESENVOLVIMENTO.....	20
3.1	Método.....	20
3.2	Nível de serviço	21
3.3	Shrinkage	21
4	ANÁLISE DE DADOS.....	22
4.1	Seleção e preparo da base de dados.....	23
4.2	Seleção do arquivo de volume para importar para o Google Planilhas.....	23
4.3	Forecast - Tendência linear e sazonalidade	25
4.4	Erlang C em Javascript.....	34
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	37
5.1	Impacto do AHT no dimensionamento	39
5.1.1	Impacto do AHT no dimensionamento - Produto A - Call	39
5.1.2	Impacto do AHT no dimensionamento - Produto A - Chat	41
5.1.3	Impacto do AHT no dimensionamento - Produto B - Call	42
5.1.4	Impacto do AHT no dimensionamento - Produto B - Chat	43
5.2	Impacto do shrinkage no dimensionamento	44
5.2.1	Impacto do shrinkage no dimensionamento - Produto A Call	44
5.2.2	Impacto do shrinkage no dimensionamento - Produto A Chat.....	45
5.2.3	Impacto do shrinkage no dimensionamento - Produto B Call	46
5.2.4	Impacto do shrinkage no dimensionamento - Produto B Chat.....	47

5.3	Impacto do SLA do canal no dimensionamento	48
5.3.1	<i>Impacto do SLA do canal no dimensionamento - Produto A</i>	<i>49</i>
5.3.2	<i>Impacto do SLA do canal no dimensionamento - Produto B</i>	<i>51</i>
5.4	Comparativo entre ferramentas e método de dimensionamento	52
6	CONCLUSÃO	55
	REFERÊNCIAS.....	56
	APÊNDICE A – Pannel de Dimensionamento receptivo utilizando modelo de Erlang C	58
	APÊNDICE B – Código em Javascript utilizado para a implementação do Erlang C e Agents FTE	
	59	

1 INTRODUÇÃO

A preocupação das empresas, além de executar um serviço com elevado padrão de excelência, reside na prontidão em atender o cliente de maneira expedita e eficiente. Tal enfoque possibilita que, tanto o cliente atual, como o potencial estabeleçam um relacionamento mais sólido com a empresa e adquiram seus produtos ou serviços.

A partir do desenvolvimento da telefonia e internet, aumentou-se a necessidade de melhora da qualidade em comunicação e atendimento. Empresas de produtos e serviços utilizam os meios de comunicação como ferramenta de aproximação ao cliente, seja via atendimento ativo ou receptivo. Assim, como coloca Chiavenato (2005, p.209):

No negócio, o atendimento ao cliente é um dos aspectos mais importantes, sendo que o cliente é o principal objetivo do negócio, que todo negócio deve ser voltado ao cliente, sendo que só permanecerá se o cliente estiver disposto a continuar comprando o produto/serviço.

Nesse contexto, a experiência do cliente pressupõe que, em todas as interfaces e meios de comunicação entre sua empresa e o consumidor, haja uma gama de sentimentos e ações que concorrem para avaliar a satisfação do cliente.” É preciso saber ouvir qual sua necessidade para, somente depois, identificar o que oferecer para solucionar o seu problema.” (Zendesk, 2023)

Partindo da necessidade de respostas síncronas e rápidas, a estrutura de atendimento deve ser capaz de atender o volume de contatos estabelecido de acordo com as metas impostas pela empresa. O desenvolvimento da tecnologia da informação possibilita que esses contatos se deem por diversos canais de atendimento como ligação telefônica, mensagem de texto ou e-mail.

Devido ao aumento das linhas telefônicas e sua dinâmica de atendimento, tornou-se cada vez mais necessário a existência de centrais telefônicas para atender essas ligações.

A avaliação do comportamento do atendimento de uma empresa se baseia na análise dos dados de volume, indicadores característicos de atendimento utilizando da análise estatística para determinar o perfil dos contatos realizados e simulações em relação a capacidade necessária para atender os clientes. Por meio dessas métricas, é possível entender e desenvolver um sistema apto a mensurar qual a quantidade de pessoas necessárias para atender os clientes da empresa. Saber a probabilidade de uma ligação ficar em espera por falta de um operador disponível e a porcentagem de contatos que seria atendida tornou-se um grande desafio.

Apesar do sistema de dimensionamento dedicar-se apenas em determinar a capacidade de atendentes disponíveis para o atendimento, ele também permite entender quais as

características do cliente e como está respondendo ao seu negócio. Para a empresa de atendimento ao cliente Zendesk, “73% das empresas com notas acima da média em experiência do cliente têm desempenho financeiro 44% melhor que seus concorrentes.” (Zendesk, 2023)

A solução e implementação de um sistema computacional utilizando o modelo de Erlang C é capaz de mensurar uma operação de atendimento. Este trabalho tem, portanto, o propósito de facilitar o processo de dimensionamento de uma operação, melhorar a qualidade do atendimento ao cliente e impactar na redução de custos da operação. O desenvolvimento de uma ferramenta de dimensionamento para a operação de atendimento, utilizando linguagem Javascript, com aplicação na plataforma de Planilhas Google, torna sua utilização acessível e prática. Serão considerados os seguintes objetivos:

- I. Compreender o atendimento ao cliente, a teoria das filas, projeção de demanda e Erlang C;
- II. Gerar uma base do histórico de contatos, construir uma projeção utilizando Modelo de Regressão e simulação de volume de contatos recebidos pela operação;
- III. Desenvolver uma ferramenta de dimensionamento da operação de atendimento utilizando Javascript e aplicar na plataforma de Google Planilhas;
- IV. Analisar os resultados da operação dimensionada e qual o impacto financeiro e na experiência do cliente;
- V. Realizar um cenário comparativo com uma empresa que não utiliza ferramenta para dimensionamento de operação de atendimento.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Call center

Com o intuito de estabelecer a comunicação entre empresa e consumidor, o call center por meio de ligações telefônicas permite a um grupo de pessoas especializadas atender um volume de chamadas. De acordo com Gans, Koole e Mandelbaum (2003) *call center* é uma central de atendimento telefônico que recebe e realiza chamadas com o objetivo de fornecer suporte, atendimento, vendas e outras atividades relacionadas. Essas centrais geralmente empregam agentes que usam sistemas de telefonia e computadorizados para gerenciar chamadas e interações com os clientes.

Já segundo Sakamoto (2001), *call center* é o lugar onde os chamados são feitos ou recebidos em grande quantidade com o objetivo de apoiar alguma atividade de atendimento específica, como processos de vendas, marketing, serviço ao cliente. O objetivo principal do *call center* é prestar um serviço de qualidade, oferecendo atendimento personalizado e solucionando as necessidades dos clientes de forma eficiente.

2.2 Contact center

Vivendo na era da prestação de serviço e atendimento o *Contact Center* ou Central de Contatos permite que haja a comunicação entre o cliente e empresa por um modelo multicanal, ou seja, atendimentos não restritos a ligação (*call*), mas também por chat online, aplicativo de mensagens, redes sociais e email. Por isso o termo *Contact Center* passa a ser adotado ao invés de *Call Center* para algumas centrais de relacionamento com o cliente, permitindo dessa forma maior liberdade de escolha em como será seu contato com a empresa.

Segundo Sakamoto (2001) *contact center* é a evolução do *call center* tradicional devido a integração dos meios de comunicação em prol do atendimento, ou seja, meios como internet e plataformas de mensagens também irão fazer parte do contato, permitindo um relacionamento amplo mais amplo com o cliente.

2.3 Projeção de demanda

Visando o melhor desempenho e aumento da rentabilidade do negócio, a otimização de alocação de recursos financeiros e de mão de obra é de grande valia. No contexto dos call centers, isso passa por maior precisão nas métricas utilizadas para realizar o dimensionamento. Então, a previsão de volume de demanda é um parâmetro primordial, apesar das possíveis

imprecisões em prever o futuro, projeções são determinantes para entender cenários e planejar tomadas de decisão. No *call center* a demanda refere-se à quantidade de chamadas, mensagens ou interações que os clientes farão ao longo do tempo.

As projeções de demanda, portanto, são estimativas que a empresa realiza sobre o volume esperado de contatos com os clientes, considerando fatores como horários de pico, sazonalidade e tendências do mercado. Portanto, baseado em métodos para manipulação de dados e a partir de eventos históricos é possível ter uma previsibilidade do que pode ocorrer no futuro.

Considerar as técnicas de previsão quantitativa é apenas o ponto de partida para uma previsão eficaz de resultados importantes para a organização. Análise, julgamento, bom senso e experiência de negócios devem ser empregados no processo através do qual essas importantes técnicas geraram seus resultados. (HANKE; WICHERN, 2014, p. 1)

Segundo Zotteri, Kalchschmidt e Caniato (2005), a previsão é muito mais complexa do que o simples projeto ou seleção de um algoritmo apropriado e envolve a escolha das informações relevantes, o projeto de sistemas de informação, o controle da qualidade dos dados e a definição de processos gerenciais. A adoção de técnicas de previsão apresenta grande criticidade na escolha do nível apropriado no qual as previsões devem ser avaliadas.

Uma questão crítica relativa à implementação e adoção de técnicas de previsão é a escolha do nível apropriado no qual as previsões devem ser avaliadas. (...) O que torna o problema mais complexo em contextos reais é que geralmente vários níveis de agregação são adotados dentro de uma empresa específica, pois vários processos de tomada de decisão ocorrem ao mesmo tempo; assim, geralmente as empresas precisam avaliar as previsões em diferentes níveis de agregação. Isso leva à necessidade de identificar um processo de previsão adequado para que as previsões em diferentes níveis de agregação sejam consistentes e forneçam as informações necessárias para cada processo de tomada de decisão. (ZOTERRI; KALCHSCHMIDT; CANIATO, 2005)

2.4 Séries temporais

Segundo Downing e Clark (2006, p. 299), "As séries temporais (ou históricas) são conjuntos de medidas de uma mesma grandeza, relativas a vários períodos consecutivos", ou seja, é um conjunto de informações sobre uma variável ordenado no tempo e que traz comportamento com registros em períodos regulares. Com o objetivo de identificar padrões que não apresentam aleatoriedade na variável e entendendo o comportamento do passado é possível prever o futuro.

De acordo com Hanke e Wichern (2014, p. 119) "Observações de uma variável Y que se tornam disponíveis ao longo do tempo são chamadas de dados de séries temporais, ou

simplesmente uma série temporal. Essas observações geralmente são registradas em intervalos de tempo fixos.”

De acordo com Souza, Samohyl e Miranda (2008), há três padrões básicos para as séries temporais: tendência, sazonalidade e ciclo. A tendência acontece quando há um crescimento ou decrescimento da variável ao longo do tempo. Sazonalidade está relacionada com o momento em que a variável sofre influência de fatores determinados e conhecidos.

Para Bruni (2007) o entendimento completo de uma série temporal está atrelado a decomposição e estudo das componentes que a envolvem, sendo: tendência, sazonalidade, ciclo e erro.

De acordo com Gans, Koole e Mandelbaum (Telephone Call Centers: Tutorial, Review, and Research Prospects, 2003) a relação entre a projeção de demanda e a série temporal pode ser vista como, o processo se inicia agregando o número relatado de chamadas recebidas a cada meia hora em totais mensais. Esses totais são a base histórica das previsões que serão construídas a partir de uma combinação de métodos simples de séries temporais, como a suavização exponencial, e opinião gerencial sobre o que acontecerá com o negócio que o centro de atendimento suporta. O resultado é uma previsão mês a mês dos volumes de chamadas.

2.5 Teoria das filas

Fogliatti e Mattos (2007) definem que um sistema com fila é baseado na chegada de usuários que necessitam de um determinado serviço, esperam numa fila – que se forma quando a taxa de atendimento é menor que a taxa de chegada de usuários –, são atendidos e saem do sistema após o serviço ser prestado. A Teoria das Filas é um método analítico que aborda o assunto por meio de fórmulas matemáticas. A abordagem matemática de filas se iniciou no princípio do Século XX (1908) em Copenhague, Dinamarca, com A. K. Erlang, considerado o pai da Teoria das Filas, no período que atuava em uma companhia telefônica estudando o problema de redimensionamento de centrais telefônicas. (Prado, 2006).

2.6 Modelo M/M/N

Call centers são muitas vezes modelados como sistemas de espera M/M/n, ou na terminologia base da indústria – modelo Erlang C. Este modelo assume várias hipóteses que são questionáveis no contexto dos Call Centers. Especificamente, assume que as chamadas são distribuídas exponencialmente equivalentes, ou com tempo entre chegadas Markovianas (M). Ainda mais significativo, o modelo Erlang C assume que todos os clientes esperam o tempo

que for necessário para serem servidos, sem desligarem (sendo uma das suas limitações). E o tempo de espera é o mesmo para qualquer tipo de cliente e de agente de atendimento (N).

Segundo Araújo (2015), uma das formas que a fila pode ser servida é com o princípio base FIFO – *First In First Out*, ou seja, a primeira a chegar é a primeira a sair, seguindo uma ordem de chegada e todas as chamadas que entram na fila são servidas por um grupo de agentes homogêneos (estatisticamente idênticos) a uma taxa média.

2.7 Erlang C

Desenvolvido pelo matemático dinamarquês A.K. Erlang, em 1917, o modelo de tráfego de *call center* Erlang C pode ser aplicado em diversos setores e ambientes de telefonia e atendimento. Aplicado amplamente no gerenciamento de centrais de atendimento, com o propósito de estimar demoras e antever os períodos de espera para os clientes.

Essa expressão matemática permite a antecipação da carga de trabalho nas centrais de atendimento, permitindo a determinação do volume de agentes de atendimento necessários para suprir à quantidade almejada de chamadas, com o intuito de alcançar um nível de serviço desejado.

$$P_w = \frac{\frac{A^N}{N!} \frac{N}{N-A}}{\left(\sum_{i=0}^{N-1} \frac{A^i}{i!} \right) + \frac{A^N}{N!} \frac{N}{N-A}} \quad (1)$$

P_w: probabilidade de espera de uma chamada

A: intensidade de tráfego [Erlangs]

N: número de agentes disponíveis

Segundo Alencar (2011), Erlang é uma unidade medida de intensidade de tráfego, sendo o número médio de ocupações simultâneas por um período definido. A intensidade de tráfego telefônico pode ser calculada como volume de tráfego / tempo de observação. A fórmula Erlang C faz algumas suposições, como as seguintes:

- As solicitações dos clientes seguem um processo de chegada de Poisson (número de eventos em um determinado período):
- O número de clientes é grande.

- O impacto de um único cliente tem impacto mínimo no desempenho geral do sistema.
- Todos os clientes usam o sistema independentemente dos outros.
- Todas as chamadas perdidas não são abandonadas, mas simplesmente atrasadas.
- Um agente de suporte atende apenas um cliente exclusivamente pelo período especificado.
- O número total de recursos de suporte é menor que o número de clientes.

2.8 Tempo médio de atendimento (TMA/AHT)

O *Average Handling Time* (AHT), em português, Tempo Médio de Atendimento, é uma métrica amplamente utilizada em diferentes setores de atendimento ao cliente e suporte, como centrais de atendimento telefônico, *helpdesks*, *e-commerce*, entre outros. Essa métrica refere-se ao tempo médio que uma equipe leva para concluir uma interação ou atendimento com um cliente, desde o momento em que se inicia o contato até o momento em que o problema ou consulta é resolvido.

Segundo Johnston, Shulver, Slck e Clark (2020) o AHT é uma métrica fundamental para avaliar o desempenho de operações de serviços, especialmente aquelas que envolvem interações diretas com clientes. Segundo os autores, o AHT pode ser calculado da seguinte forma:

$$AHT = \frac{\text{Tempo Total de Atendimento}}{\text{Número de Atendimentos}} \quad (2)$$

O "Tempo Total de Atendimento" inclui todos os minutos dedicados ao atendimento, desde o momento em que o cliente entra em contato até a conclusão da interação, incluindo o tempo de espera, o tempo de conversa com o agente ou representante de atendimento e qualquer tempo adicional necessário para concluir a solicitação ou resolver o problema.

Para cada canal de atendimento é utilizado um modo distinto para calcular. De acordo com a empresa de fornecimento de ferramentas de atendimento Zendesk (MARTIN, 2004) o AHT para ligações é dado por:

$$AHT = \frac{(\text{falar} + \text{esperar} + \text{tempos de acompanhamento})}{\text{Número total de chamadas}} \quad (3)$$

$$AHT \text{ Chat} = \frac{(\text{tempo total de atendimento})}{\text{Número total de chats}} \quad (4)$$

2.9 Shrinkage

Métrica utilizada para o gerenciamento de *contact center*, o *shrinkage* refere-se ao tempo em que os agentes de atendimento não estão disponíveis para receber as chamadas dos clientes, mas faz parte da sua jornada de trabalho. Atividades como tempo de pausa, tempo de treinamento, tempo de reuniões, atividades administrativas e tempo de ausências médias.

A gestão do shrinkage é vital para garantir as entregas dos níveis de serviços, garantindo que tenha agentes suficientes disponíveis para atender as chamadas dos clientes e manter a qualidade do atendimento e o bem-estar do agente de atendimento, uma vez que dentro desse período está contido pausas para descanso.

O shrinkage é calculado de forma percentual, a partir da soma dos tempos que o agente não atua sobre o total de tempo de trabalho do agente.

2.10 Nível de serviço (SLA)

Sendo um dos parâmetros de entrada mais relevantes no atendimento e com o propósito de manter o foco na satisfação do cliente, o acordo de nível de serviço (SLA - Service Level Agreement) ou contrato estabelece expectativas do prestador de serviço e do receptor. O nível de serviço pode ser determinado pela seguinte fórmula:

$$\text{Service Level} = 1 - \left(P_W * e^{-\left((N-A) * \frac{\text{Target Time}}{\text{AHT}} \right)} \right) \quad (5)$$

P_w - probabilidade de espera de uma chamada

A - Intensidade de tráfego [Erlangs]

N - Número de agentes disponíveis

AHT - Tempo médio de atendimento (TMA)

2.11 Google Planilhas

Quando se deseja dados utilizando planilha, há duas ferramentas presentes no mercado que permitem essas ações: Google Planilhas e Excel.

O uso do Google Planilhas, para a construção da ferramenta de projeção de operação de atendimento para contatos receptivos, está relacionado com aspectos de flexibilidade e acessibilidade.

Diferente da ferramenta *Microsoft Excel*, que exige o pagamento da licença para uso, o Google Planilhas é gratuito usando até o limite de 15 Gb por conta registrada na plataforma

Google. Apresenta praticidade por ser *online*, sem a necessidade de instalação no computador e já está vinculada a sua conta do Google, realizando salvamento automático.

Para visualização gráfica, traz bons recursos para as construções, porém com recursos um pouco mais limitados. Como funcionalidade avançada, utiliza a linguagem Javascript para a criação de *scripts* que permitem automações e conexões com outras ferramentas, favorecendo o desenvolvimento de novas funcionalidades e recursos utilizando a ferramenta.

2.12 Javascript

O Javascript é uma linguagem de programação da Web, segundo FLANAGAN, David (2011) compõe uma tríade de linguagens para desenvolvimento Web junto com HTML e CSS. Javascript é uma linguagem de alto nível, dinâmica, interpretada e não tipada, conveniente para estilos de programação orientados a objetos e funcionais.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Método

O início da conceituação teórica ocorre pelo entendimento da composição do volume que será usado como ponto de partida para a projeção de demanda, ou seja, obtenção e avaliação do histórico. Após compreender a curva de volume, foi utilizado como variável de entrada para calcular a capacidade de recursos necessários para o atendimento. O processo de projeção de volume permite entender o comportamento futuro dos contatos recebidos, para os parâmetros de qualidade, eficiência e capacidade operacional em atender aos contatos.

Para o *forecasting* (projeção de demanda), o uso de modelos matemáticos para determinar o comportamento do volume é comum no planejamento de um *contact center* o uso do Modelo de Regressão que utiliza dados históricos de demanda de chamadas e outras variáveis que podem influenciá-la, como dias da semana, feriados, eventos sazonais e campanhas de marketing, para elaborar previsões precisas. A regressão pode ser linear ou não linear, dependendo dos dados e das características da demanda.

Modelo de Séries Temporais a partir da sazonalidade e as tendências na demanda de chamadas, permite analisá-la ao longo do tempo e usa esses padrões para prever a demanda futura. A série temporal pode ser sazonal (com variações regulares e previsíveis) ou não sazonal (com variações imprevisíveis).

Definiu-se, pelo método de regressão linear, a média de volume dos dias da semana utilizados para realizar a projeção do efeito calendário. Consequente, o entendimento do tempo de atendimento, tempo de pausa, percentual de ocupação e nível de serviço que foi adotado para realizar o dimensionamento será abordado, a partir do padrão do mercado de atendimento, descrevendo a variável e qual o impacto na ferramenta de dimensionamento.

Na prática, a ferramenta terá início da construção a partir da projeção de volume feita por meio das Planilhas Google e a ferramenta de dimensionamento será desenvolvida no ambiente App Script das Planilhas Google utilizando a linguagem Javascript. Por fim haverá a mensuração do impacto da construção desta ferramenta no ponto de vista financeiro e operacional para uma situação.

Para obter maior precisão no dimensionamento e consequentemente melhor atendimento ao cliente, os dados com histórico de entrada como volume de contatos, tempo médio de atendimento, tempo de pausa, ocupação, nível de serviço realizado, são necessários para garantir uma operação com histórico sólido. Com isso, ter os dados estruturados e detalhados disponíveis permite entender o comportamento dos contatos recebidos ou realizados

pela operação e colabora com a qualidade no dimensionamento realizado para o atendimento ao cliente.

Para este projeto, foi utilizada a base de uma empresa real e aplicado um fator de escalonamento nos dados, os quais não podem ser compartilhados. Dessa forma a base adotada trás o seguinte histórico de dados para os canais de *call* e *chat*.

3.2 Nível de serviço

Como parâmetro de mercado, o nível de serviço para atendimento pode ser determinado de duas formas:

- Embasado em quais as normas o prestador de serviço deve cumprir para alcançar o nível contratado;
- Embasado na qualidade da experiência do cliente no atendimento.

Tais aspectos são de suma importância para o dimensionamento, uma vez que, a partir dessa métrica, será possível estipular qual a qualidade do atendimento e seu custo.

O nível de serviço (SLA) adotado neste projeto foi de 80% visando resultado de atendimento satisfatório ao cliente e passível de cumprimento do *contact center*.

3.3 Shrinkage

O percentual adotado para esse trabalho foi de 15%, no qual é contemplado esse período que o agente permanece na operação, porém sem atender aos contatos dos clientes.

4 ANÁLISE DE DADOS

Para o dimensionamento da operação de atendimento, é necessário conhecer o histórico de contatos recebido e, a partir disso, é possível construir a projeção de qual será a volumetria recebida nos meses seguintes e preparar a operação de modo ideal para realizar esse atendimento.

Com isso, há diversas formas de se realizar a projeção de demanda recebida, dentre elas, a realizada por Série Temporal utilizando tendência e sazonalidade. Dentre as ferramentas de análise de tendência, existem diferentes formas como: linear, polinomial exponencial. Neste trabalho, para a análise de tendência do volume de contatos recebidos, os dados foram ajustados ao modelo de tendência linear.

$$y = \alpha(x) + \beta \quad (5)$$

Onde:

x – índice de volume;

y – volume de contatos;

α – coeficiente angular da reta

β – valor da reta ajustada para o tempo $t = 0$;

Onde a tendência da série foi regida por:

$\alpha > 0$ – tendência positiva

$\alpha < 0$ – indica tendência negativa

A análise da Série Temporal do volume recebido apresenta sazonalidades, ou seja, um comportamento que se repete periodicamente. Para os dados de volume, a sazonalidade foi analisada mensalmente e semanalmente, desta forma o volume projetado terá ambos os comportamentos para realizar o dimensionamento da operação.

4.1 Seleção e preparo da base de dados

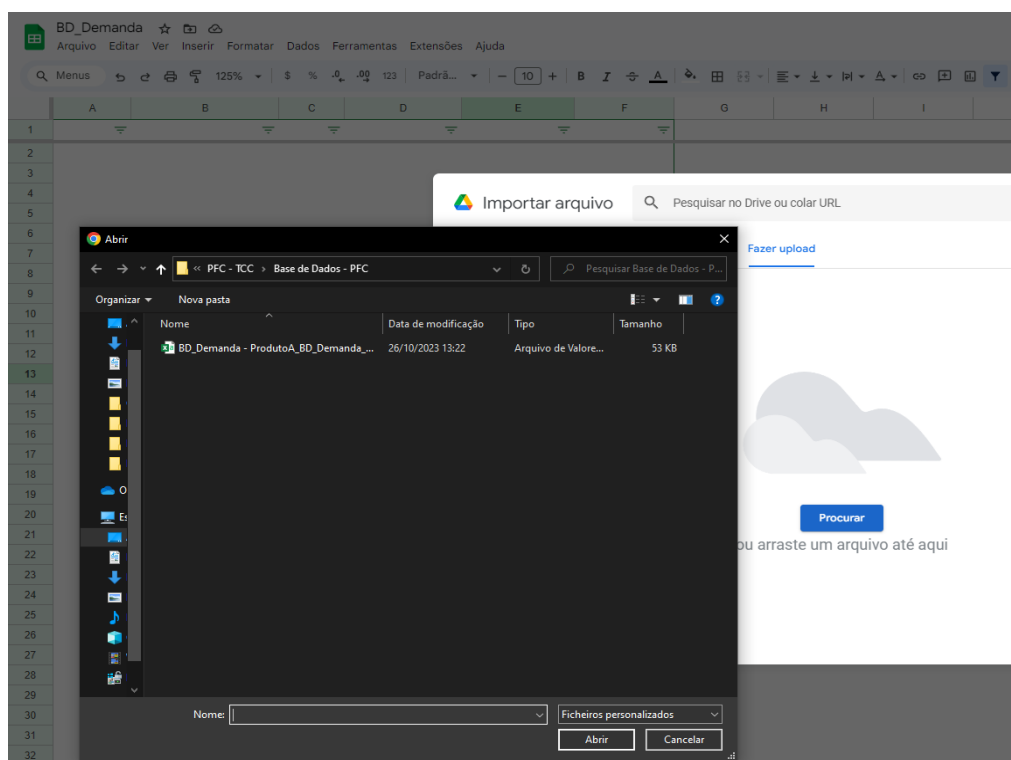
a. Obtenção dos dados:

A base de dados utilizada para a projeção de volume contempla dois canais de contatos, call (ligação) e chat (mensagem). As bases de dados foram extraídas de uma empresa de serviços que possui uma equipe de atendimento, foi aplicado um fator multiplicativo para captar apenas o comportamento da curva de volume de cada canal.

b. Base de dados:

A base de dados, extraída na extensão .csv, foi manipulada via Google Planilhas, desde a ordenação dos dados até a construção das análises para a projeção de volume de contatos recebidos, que será a principal variável utilizada para o dimensionamento.

Figura 1- Janela para inserir dado no Google Planilhas

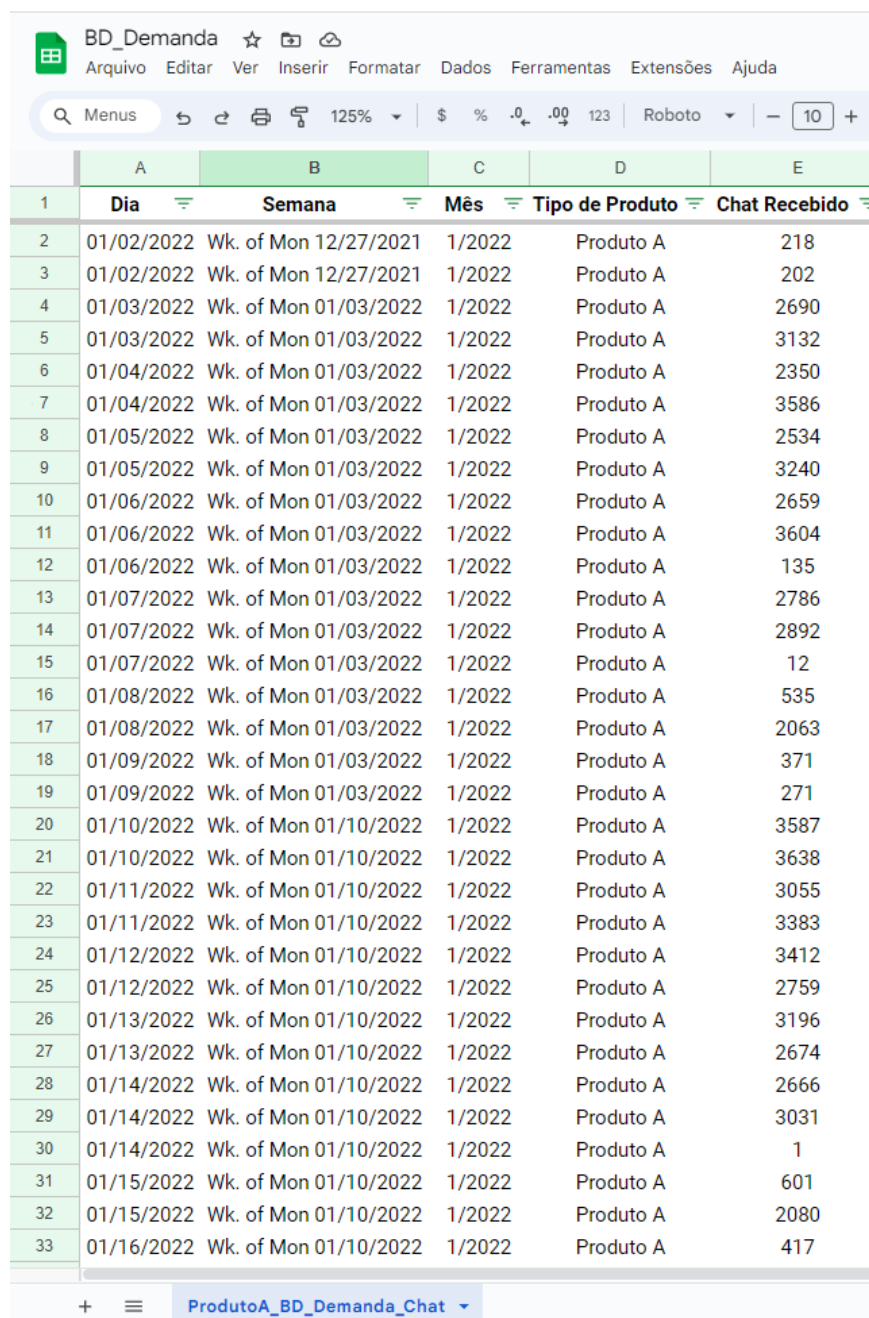


Fonte: Autoria própria

4.2 Seleção do arquivo de volume para importar para o Google Planilhas.

A partir da importação dos dados em csv, a estrutura de dados com o volume de demanda está organizada com os dados de data, semana e mês do volume recebido, tipo do produto (grupo de atendimento que recebeu o contato), volume de chat recebido. Com um histórico de janeiro de 2022 até setembro de 2023.

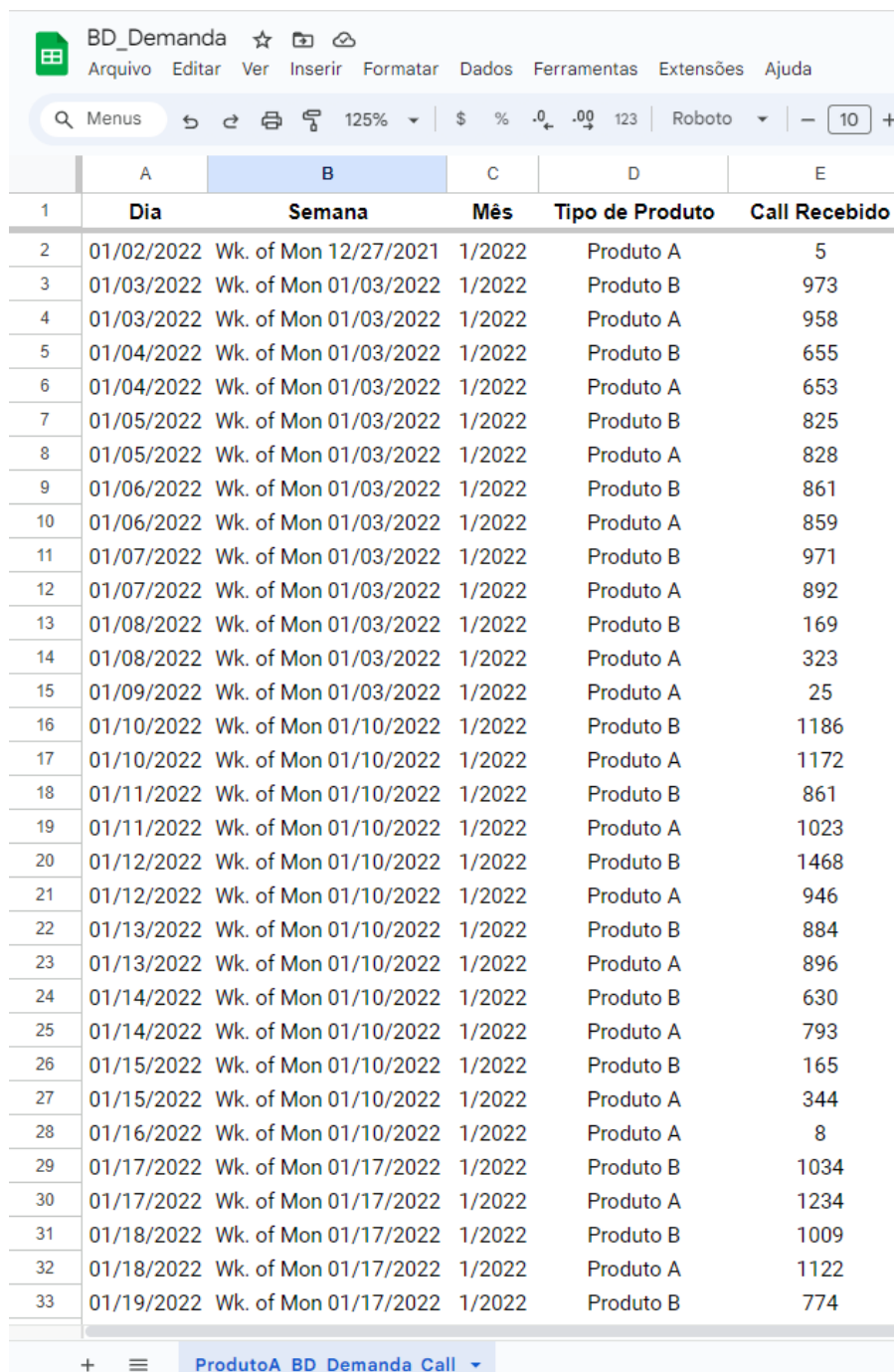
Figura 2 - Base de Dados canal de chat no Google Planilhas



	A	B	C	D	E
1	Dia	Semana	Mês	Tipo de Produto	Chat Recebido
2	01/02/2022	Wk. of Mon 12/27/2021	1/2022	Produto A	218
3	01/02/2022	Wk. of Mon 12/27/2021	1/2022	Produto A	202
4	01/03/2022	Wk. of Mon 01/03/2022	1/2022	Produto A	2690
5	01/03/2022	Wk. of Mon 01/03/2022	1/2022	Produto A	3132
6	01/04/2022	Wk. of Mon 01/03/2022	1/2022	Produto A	2350
7	01/04/2022	Wk. of Mon 01/03/2022	1/2022	Produto A	3586
8	01/05/2022	Wk. of Mon 01/03/2022	1/2022	Produto A	2534
9	01/05/2022	Wk. of Mon 01/03/2022	1/2022	Produto A	3240
10	01/06/2022	Wk. of Mon 01/03/2022	1/2022	Produto A	2659
11	01/06/2022	Wk. of Mon 01/03/2022	1/2022	Produto A	3604
12	01/06/2022	Wk. of Mon 01/03/2022	1/2022	Produto A	135
13	01/07/2022	Wk. of Mon 01/03/2022	1/2022	Produto A	2786
14	01/07/2022	Wk. of Mon 01/03/2022	1/2022	Produto A	2892
15	01/07/2022	Wk. of Mon 01/03/2022	1/2022	Produto A	12
16	01/08/2022	Wk. of Mon 01/03/2022	1/2022	Produto A	535
17	01/08/2022	Wk. of Mon 01/03/2022	1/2022	Produto A	2063
18	01/09/2022	Wk. of Mon 01/03/2022	1/2022	Produto A	371
19	01/09/2022	Wk. of Mon 01/03/2022	1/2022	Produto A	271
20	01/10/2022	Wk. of Mon 01/10/2022	1/2022	Produto A	3587
21	01/10/2022	Wk. of Mon 01/10/2022	1/2022	Produto A	3638
22	01/11/2022	Wk. of Mon 01/10/2022	1/2022	Produto A	3055
23	01/11/2022	Wk. of Mon 01/10/2022	1/2022	Produto A	3383
24	01/12/2022	Wk. of Mon 01/10/2022	1/2022	Produto A	3412
25	01/12/2022	Wk. of Mon 01/10/2022	1/2022	Produto A	2759
26	01/13/2022	Wk. of Mon 01/10/2022	1/2022	Produto A	3196
27	01/13/2022	Wk. of Mon 01/10/2022	1/2022	Produto A	2674
28	01/14/2022	Wk. of Mon 01/10/2022	1/2022	Produto A	2666
29	01/14/2022	Wk. of Mon 01/10/2022	1/2022	Produto A	3031
30	01/14/2022	Wk. of Mon 01/10/2022	1/2022	Produto A	1
31	01/15/2022	Wk. of Mon 01/10/2022	1/2022	Produto A	601
32	01/15/2022	Wk. of Mon 01/10/2022	1/2022	Produto A	2080
33	01/16/2022	Wk. of Mon 01/10/2022	1/2022	Produto A	417

Fonte: Autoria própria

A partir da importação dos dados em csv, a estrutura de dados com o volume de demanda está organizada com os dados de data, semana e mês do volume recebido, tipo do produto (grupo de atendimento que recebeu o contato), volume de ligações recebidas. Com um histórico de janeiro de 2022 até setembro de 2023.

Figura 3 - Base de Dados canal de call no Google Planilhas


	A	B	C	D	E
	Dia	Semana	Mês	Tipo de Produto	Call Recebido
2	01/02/2022	Wk. of Mon 12/27/2021	1/2022	Produto A	5
3	01/03/2022	Wk. of Mon 01/03/2022	1/2022	Produto B	973
4	01/03/2022	Wk. of Mon 01/03/2022	1/2022	Produto A	958
5	01/04/2022	Wk. of Mon 01/03/2022	1/2022	Produto B	655
6	01/04/2022	Wk. of Mon 01/03/2022	1/2022	Produto A	653
7	01/05/2022	Wk. of Mon 01/03/2022	1/2022	Produto B	825
8	01/05/2022	Wk. of Mon 01/03/2022	1/2022	Produto A	828
9	01/06/2022	Wk. of Mon 01/03/2022	1/2022	Produto B	861
10	01/06/2022	Wk. of Mon 01/03/2022	1/2022	Produto A	859
11	01/07/2022	Wk. of Mon 01/03/2022	1/2022	Produto B	971
12	01/07/2022	Wk. of Mon 01/03/2022	1/2022	Produto A	892
13	01/08/2022	Wk. of Mon 01/03/2022	1/2022	Produto B	169
14	01/08/2022	Wk. of Mon 01/03/2022	1/2022	Produto A	323
15	01/09/2022	Wk. of Mon 01/03/2022	1/2022	Produto A	25
16	01/10/2022	Wk. of Mon 01/10/2022	1/2022	Produto B	1186
17	01/10/2022	Wk. of Mon 01/10/2022	1/2022	Produto A	1172
18	01/11/2022	Wk. of Mon 01/10/2022	1/2022	Produto B	861
19	01/11/2022	Wk. of Mon 01/10/2022	1/2022	Produto A	1023
20	01/12/2022	Wk. of Mon 01/10/2022	1/2022	Produto B	1468
21	01/12/2022	Wk. of Mon 01/10/2022	1/2022	Produto A	946
22	01/13/2022	Wk. of Mon 01/10/2022	1/2022	Produto B	884
23	01/13/2022	Wk. of Mon 01/10/2022	1/2022	Produto A	896
24	01/14/2022	Wk. of Mon 01/10/2022	1/2022	Produto B	630
25	01/14/2022	Wk. of Mon 01/10/2022	1/2022	Produto A	793
26	01/15/2022	Wk. of Mon 01/10/2022	1/2022	Produto B	165
27	01/15/2022	Wk. of Mon 01/10/2022	1/2022	Produto A	344
28	01/16/2022	Wk. of Mon 01/10/2022	1/2022	Produto A	8
29	01/17/2022	Wk. of Mon 01/17/2022	1/2022	Produto B	1034
30	01/17/2022	Wk. of Mon 01/17/2022	1/2022	Produto A	1234
31	01/18/2022	Wk. of Mon 01/17/2022	1/2022	Produto B	1009
32	01/18/2022	Wk. of Mon 01/17/2022	1/2022	Produto A	1122
33	01/19/2022	Wk. of Mon 01/17/2022	1/2022	Produto B	774

Fonte: Autoria própria

4.3 Forecast - Tendência linear e sazonalidade

Dada a série temporal de contatos, recebidos do canal de *chat*, para o produto denominado Produto A a projeção de demanda foi feita após o cálculo de tendência e tendência + sazonalidade. Permitindo obter o comportamento de volume do canal de chat para o Produto

A com duas formas de se obter a volumetria projetada para os meses seguintes. Sendo adotado o volume projetado utilizando a metodologia com cálculo de Tendência + Sazonalidade.

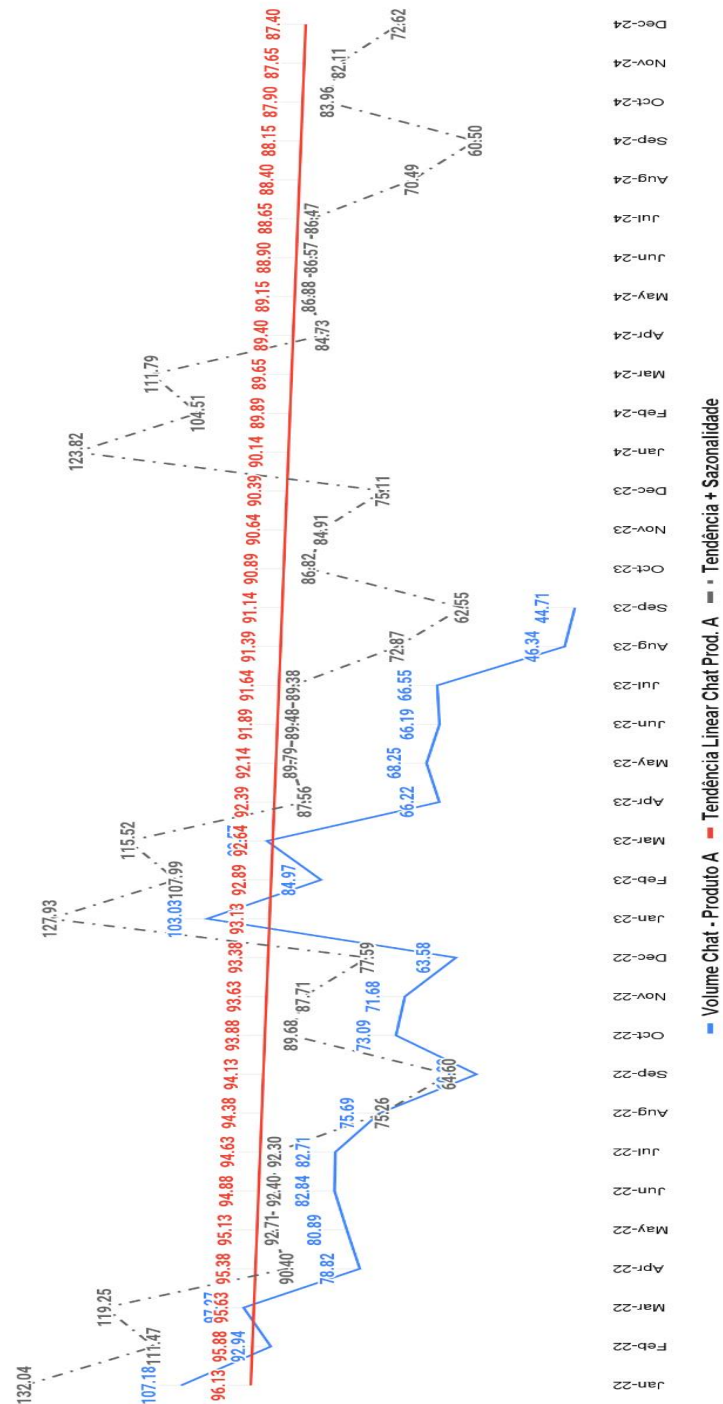
Figura 4 - Projeção de volume Produto A - canal de chat

Status	Contagem	Mês	Volume Chat - Produto A	Tendência Linear Chat Prod. A	Tendência + Sazonalidade
Real	6	Jun-22	82.84	94.88	92.40
Real	7	Jul-22	82.71	94.63	92.30
Real	8	Aug-22	75.69	94.38	75.26
Real	9	Sep-22	60.32	94.13	64.60
Real	10	Oct-22	73.09	93.88	89.68
Real	11	Nov-22	71.68	93.63	87.71
Real	12	Dec-22	63.58	93.38	77.59
Real	13	Jan-23	103.03	93.13	127.93
Real	14	Feb-23	84.97	92.89	107.99
Real	15	Mar-23	93.57	92.64	115.52
Real	16	Apr-23	66.22	92.39	87.56
Real	17	May-23	68.25	92.14	89.79
Real	18	Jun-23	66.19	91.89	89.48
Real	19	Jul-23	66.55	91.64	89.38
Real	20	Aug-23	46.34	91.39	72.87
Real	21	Sep-23	44.71	91.14	62.55
Projetado	22	Oct-23	-	90.89	86.82
Projetado	23	Nov-23	-	90.64	84.91
Projetado	24	Dec-23	-	90.39	75.11
Projetado	25	Jan-24	-	90.14	123.82
Projetado	26	Feb-24	-	89.89	104.51
Projetado	27	Mar-24	-	89.65	111.79
Projetado	28	Apr-24	-	89.40	84.73
Projetado	29	May-24	-	89.15	86.88
Projetado	30	Jun-24	-	88.90	86.57
Projetado	31	Jul-24	-	88.65	86.47
Projetado	32	Aug-24	-	88.40	70.49
Projetado	33	Sep-24	-	88.15	60.50
Projetado	34	Oct-24	-	87.90	83.96
Projetado	35	Nov-24	-	87.65	82.11
Projetado	36	Dec-24	-	87.40	72.62

Fonte: Autoria própria

A partir do volume histórico e utilizando o cálculo de Tendência e Tendência + Sazonalidade, o volume esperado para o canal de *chat* e *call* do Produto A foi obtido para os meses de outubro de 2023 a dezembro de 2024, assim como para o Produto B.

Figura 5 - Gráfico de projeção de volume Produto A - canal de chat



Fonte: Autoria própria

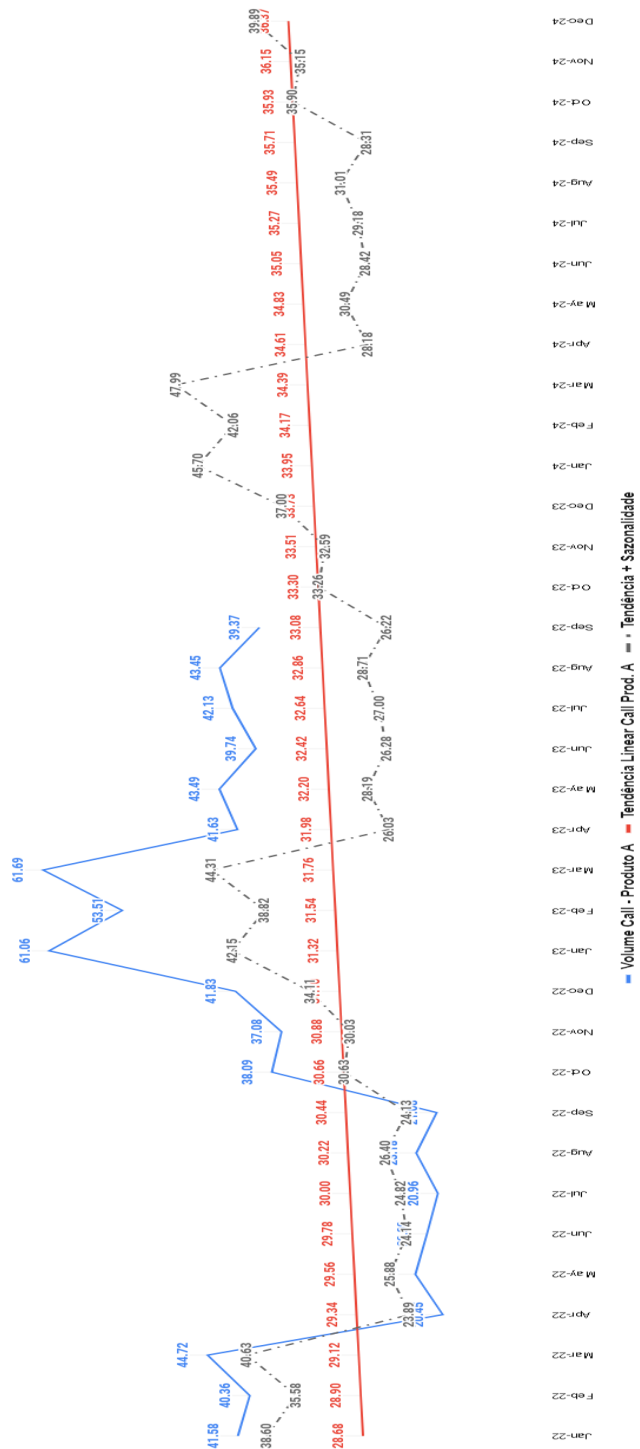
Dada a Série Temporal de contatos recebidos para o produto que foi denominado Produto A a projeção de demanda foi feita após o cálculo de tendência e tendência + sazonalidade. Permitindo obter o comportamento de volume do canal de chat para o Produto A.

Figura 6 - Projeção de volume Produto A - canal de call

Status	Contagem	Mês	Volume Call - Produto A	Tendência Linear Call Prod. A	Tendência + Sazonalidade
Real	1	Jan-22	21.58	18.23	21.35
Real	2	Feb-22	20.36	18.56	19.44
Real	3	Mar-22	24.72	18.90	23.15
Real	4	Apr-22	20.45	19.24	16.93
Real	5	May-22	23.27	19.57	18.52
Real	6	Jun-22	22.08	19.91	17.45
Real	7	Jul-22	20.96	20.25	18.10
Real	8	Aug-22	23.18	20.58	19.44
Real	9	Sep-22	21.08	20.92	17.93
Real	10	Oct-22	38.09	21.25	22.95
Real	11	Nov-22	37.08	21.59	22.69
Real	12	Dec-22	41.83	21.93	26.00
Real	13	Jan-23	61.06	22.26	26.08
Real	14	Feb-23	53.51	22.60	23.66
Real	15	Mar-23	61.69	22.93	28.09
Real	16	Apr-23	41.63	23.27	20.48
Real	17	May-23	43.49	23.61	22.34
Real	18	Jun-23	39.74	23.94	20.98
Real	19	Jul-23	42.13	24.28	21.71
Real	20	Aug-23	43.45	24.62	23.25
Real	21	Sep-23	39.37	24.95	21.38
Projetado	22	Oct-23	-	25.29	27.31
Projetado	23	Nov-23	-	25.62	26.93
Projetado	24	Dec-23	-	25.96	30.78
Projetado	25	Jan-24	-	26.30	30.80
Projetado	26	Feb-24	-	26.63	27.89
Projetado	27	Mar-24	-	26.97	33.03
Projetado	28	Apr-24	-	27.30	24.03
Projetado	29	May-24	-	27.64	26.16
Projetado	30	Jun-24	-	27.98	24.52
Projetado	31	Jul-24	-	28.31	25.32
Projetado	32	Aug-24	-	28.65	27.06
Projetado	33	Sep-24	-	28.99	24.84
Projetado	34	Oct-24	-	29.32	31.67
Projetado	35	Nov-24	-	29.66	31.17
Projetado	36	Dec-24	-	29.99	35.57

Fonte: Autoria própria

Figura 7 - Gráfico de Projeção de volume Produto A - canal de call



Fonte: Autoria própria

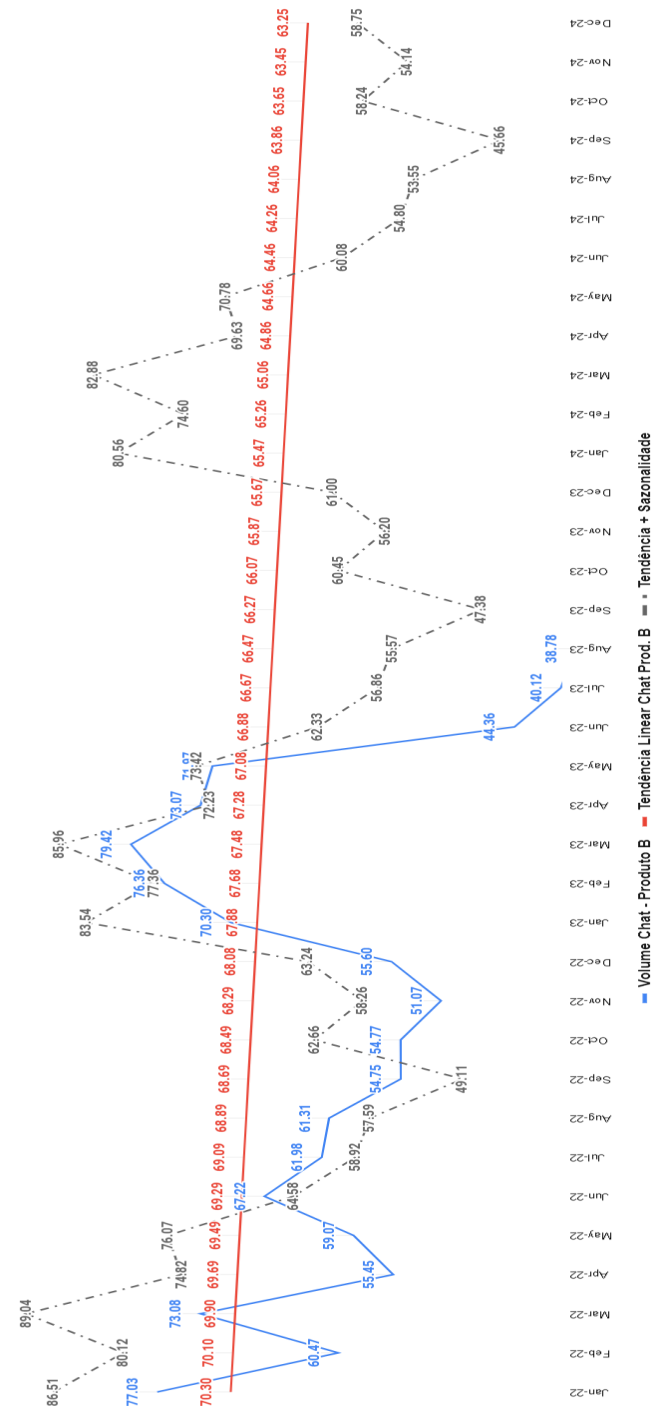
Produto B, comportamento de volume do canal de chat por meio do cálculo de tendência e tendência + sazonalidade.

Figura 8 - Projeção de volume Produto B - canal de chat

Status	Contagem	Mês	Volume Chat - Produto B	Tendência Linear Chat Prod. B	Tendência + Sazonalidade
Real	1	Jan-22	77.03	70.30	86.51
Real	2	Feb-22	60.47	70.10	80.12
Real	3	Mar-22	73.08	69.90	89.04
Real	4	Apr-22	55.45	69.69	74.82
Real	5	May-22	59.07	69.49	76.07
Real	6	Jun-22	67.22	69.29	64.58
Real	7	Jul-22	61.98	69.09	58.92
Real	8	Aug-22	61.31	68.89	57.59
Real	9	Sep-22	54.75	68.69	49.11
Real	10	Oct-22	54.77	68.49	62.66
Real	11	Nov-22	51.07	68.29	58.26
Real	12	Dec-22	55.60	68.08	63.24
Real	13	Jan-23	70.30	67.88	83.54
Real	14	Feb-23	76.36	67.68	77.36
Real	15	Mar-23	79.42	67.48	85.96
Real	16	Apr-23	73.07	67.28	72.23
Real	17	May-23	71.97	67.08	73.42
Real	18	Jun-23	44.36	66.88	62.33
Real	19	Jul-23	40.12	66.67	56.86
Real	20	Aug-23	38.78	66.47	55.57
Real	21	Sep-23	30.84	66.27	47.38
Projetado	22	Oct-23	-	66.07	60.45
Projetado	23	Nov-23	-	65.87	56.20
Projetado	24	Dec-23	-	65.67	61.00
Projetado	25	Jan-24	-	65.47	80.56
Projetado	26	Feb-24	-	65.26	74.60
Projetado	27	Mar-24	-	65.06	82.88
Projetado	28	Apr-24	-	64.86	69.63
Projetado	29	May-24	-	64.66	70.78
Projetado	30	Jun-24	-	64.46	60.08
Projetado	31	Jul-24	-	64.26	54.80
Projetado	32	Aug-24	-	64.06	53.55
Projetado	33	Sep-24	-	63.86	45.66
Projetado	34	Oct-24	-	63.65	58.24
Projetado	35	Nov-24	-	63.45	54.14
Projetado	36	Dec-24	-	63.25	58.75

Fonte: Autoria própria

Figura 9 - Gráfico de Projeção de volume Produto B - canal de chat



Fonte: Autoria própria

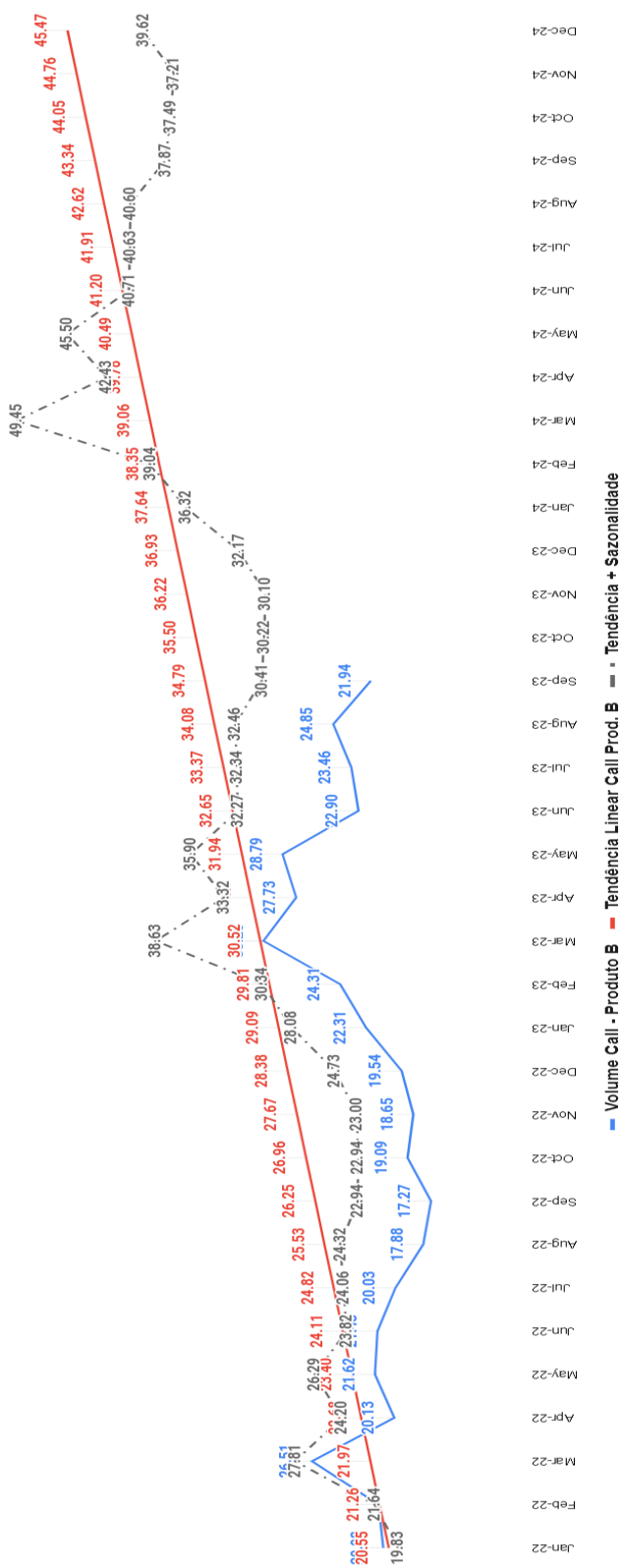
Produto B, comportamento de volume do canal de *chat* por meio do cálculo de tendência e tendência + sazonalidade.

Figura 10 - Projeção de volume Produto B - canal de call

Status	Contagem	Mês	Volume Call - Produto B	Tendência Linear Call Prod. B	Tendência + Sazonalidade
Real	1	Jan-22	20.98	20.55	19.83
Real	2	Feb-22	21.35	21.26	21.64
Real	3	Mar-22	26.51	21.97	27.81
Real	4	Apr-22	20.13	22.68	24.20
Real	5	May-22	21.62	23.40	26.29
Real	6	Jun-22	21.43	24.11	23.82
Real	7	Jul-22	20.03	24.82	24.06
Real	8	Aug-22	17.88	25.53	24.32
Real	9	Sep-22	17.27	26.25	22.94
Real	10	Oct-22	19.09	26.96	22.94
Real	11	Nov-22	18.65	27.67	23.00
Real	12	Dec-22	19.54	28.38	24.73
Real	13	Jan-23	22.31	29.09	28.08
Real	14	Feb-23	24.31	29.81	30.34
Real	15	Mar-23	30.28	30.52	38.63
Real	16	Apr-23	27.73	31.23	33.32
Real	17	May-23	28.79	31.94	35.90
Real	18	Jun-23	22.90	32.65	32.27
Real	19	Jul-23	23.46	33.37	32.34
Real	20	Aug-23	24.85	34.08	32.46
Real	21	Sep-23	21.94	34.79	30.41
Projetado	22	Oct-23	-	35.50	30.22
Projetado	23	Nov-23	-	36.22	30.10
Projetado	24	Dec-23	-	36.93	32.17
Projetado	25	Jan-24	-	37.64	36.32
Projetado	26	Feb-24	-	38.35	39.04
Projetado	27	Mar-24	-	39.06	49.45
Projetado	28	Apr-24	-	39.78	42.43
Projetado	29	May-24	-	40.49	45.50
Projetado	30	Jun-24	-	41.20	40.71
Projetado	31	Jul-24	-	41.91	40.63
Projetado	32	Aug-24	-	42.62	40.60
Projetado	33	Sep-24	-	43.34	37.87
Projetado	34	Oct-24	-	44.05	37.49
Projetado	35	Nov-24	-	44.76	37.21
Projetado	36	Dec-24	-	45.47	39.62

Fonte: Autoria própria

Figura 11 - Gráfico de Projeção de volume Produto B - canal de call



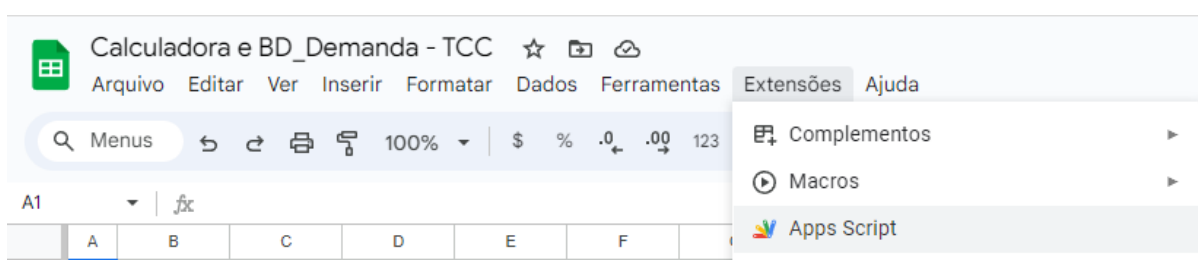
Fonte: Autoria própria

O volume de dados utilizado simula o comportamento hipotético de uma empresa que possui atendimento ao cliente e apresenta um histórico robusto de dados, para que seja calculada a projeção de contatos para os próximos meses. Com isso permite que seja mensurada a quantidade de agentes necessários para realizar o atendimento dos produtos em seus dois canais.

4.4 Erlang C em Javascript

Para implementar o código da ferramenta de dimensionamento no Google Planilhas é necessário utilizar a sessão Apps Script, via o campo de Extensões conforme apresentado na Figura 12.

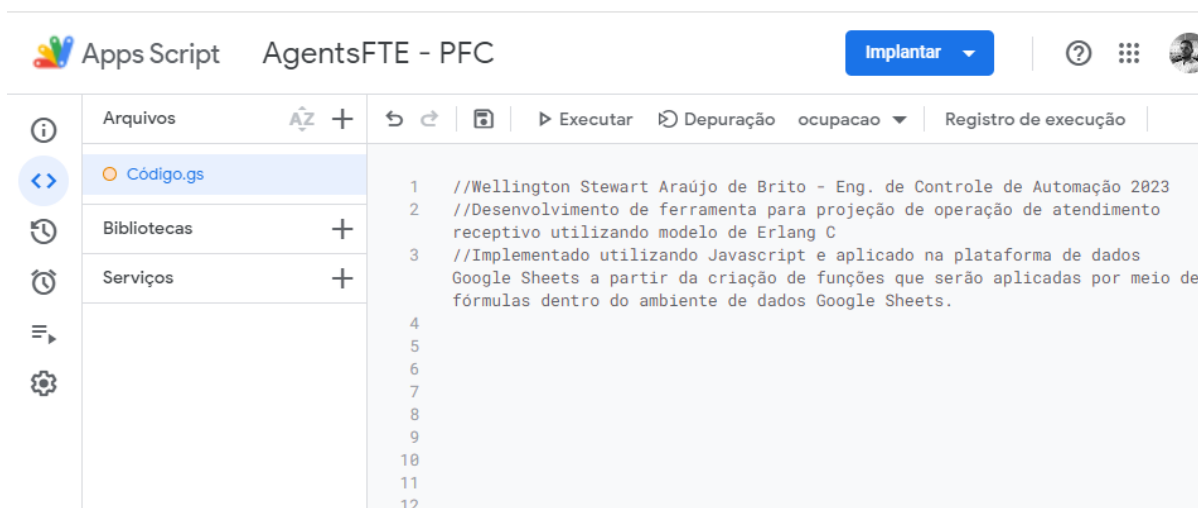
Figura 12 - Acesso a sessão Apps Script no Google Planilhas



Fonte: Autoria própria

Dessa forma, o ambiente de desenvolvimento do *Apps Script* será apresentado conforme apresentado na figura abaixo:

Figura 13 - Ambiente de desenvolvimento Apps Script do Google Planilhas



Fonte: Autoria própria

Portanto basta estar logado na sua conta Google para ter acesso ao Apps Script e desenvolver o código que será aplicado dentro da ferramenta de dimensionamento.

Para a implementação do Agents FTE, o código foi estruturado em funções que compõem, calculando os parâmetros necessários para a fórmula de Erlang C e suas variáveis:

- demand: volume de demanda
- Tempo médio de atendimento (AHT ou TMA) [segundos]
- Tempo máximo esperado para atender o contato (TAT) [segundos]
- agentes: número de agentes disponíveis
- reporting period [minutos]: intervalo em que recebe a demanda
- SLA: nível de serviço (entre 0 e 1)
- Shrinkage: taxa de encolhimento da equipe (entre 0 e 1)
- ocupação: define a taxa de ocupação do agente
- intensidade de tráfego [Erlangs]: relação entre demanda, reporting period, 60 segundos e AHT

Inicialmente é implementada a função para o cálculo de um número fatorial, necessário para calcular o número de agentes (N), sendo esse uma componente da fórmula de Erlang C. Determinando a probabilidade de um contato permanecer na fila (PCW). A partir da determinação do PCW a função de Nível de Serviço (SLA) é calculada e retorna qual o nível de serviço esperado a ser atingido.

Tendo essas três funções implementadas, foram desenvolvidas duas funções com a mesma funcionalidade: calcular a quantidade de agentes a partir dos parâmetros de entrada do Erlang. Assim, a função *agentes_HC* retorna à quantidade de agentes necessários para atender aos contatos recebidos dentro dos parâmetros determinados.

É necessário calcular a quantidade de agentes de atendimento para 53 semanas, porém a estrutura da ferramenta realiza o cálculo da quantidade de agentes para atender o volume de uma semana e por conta das iterações na função *agentes_HC* foi implementada a função *agentsFTE_R* para realizar o mesmo cálculo, mas a partir de um envelopamento dos dados usando um *array*, ou seja, uma estrutura de dados que armazena um conjunto de elementos, uma forma de vetor. Quando calculamos o FTE (*full-time equivalent*), ou seja, a quantidade bruta de agentes sem o impacto do *Shrinkage* e a ocupação, o volume de agentes é retornado para as 53 semanas, baseado nas variáveis relacionadas para cada semana.

A partir das funções implementadas para utilizar a função *agentsFTE_R* basta no Google Planilhas ir em uma célula e inserir `=agentsFTE_R` e aplicar os parâmetros necessários para determinar a quantidade de agentes, quantidade bruta, sem considerar o tempo de pausa e

ocupação.

Figura 14 - Função agentesFTE_R implementada no Google Planilhas via Javascript

Calculadora e BD_Demanda ☆ 📁 ☁

Arquivo Editar Ver Inserir Formatar Dados ...

100% | \$ % .0 .00 123 |

E10 | fx =agentesFTE_R(ARRAYFORMULA(\$E\$14:\$14*\$E\$29

1	Week	agentesFTE_R(demand, reporting_period, AHT
2	PRODU	, TAT, SLA)
3	Produto	
4		
5	HC Di	EXEMPLO
6	HC Ca	agentesFTE_R(num, num, num, num, num)
7	HC Ch	SOBRE
8		Array com o total de pessoas necessárias para atingir
9	FTE	o Nível de Serviço (SLA), desconsiderando limitações
10	FTE Ca	do agente.
11	FTE Ch	
12		
13	Deman	demand
14	Deman	Volume de contatos recebidos no período

reporting_period
[minutos] Intervalo de tempo em que recebe a
demanda

Fonte: Autoria própria

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise inicial realizada foi o volume projetado para os Produtos A e B calculado a partir do volume histórico recebido nos canais de *chat* e *call* para cada produto. A tabela 1 abaixo apresenta os dados projetados para o ano de 2024, o qual foi utilizado para a simulação da operação de atendimento receptivo utilizando Erlang C.

Tabela 1 - Volume de contato projetado para call e chat dos Produtos A e B para simulação

Data	Produto	Volume Projetado Chat (mil)	Volume Projetado Call (mil)
Jan-2024	Produto A	123.82	45.70
Feb-2024	Produto A	104.51	42.06
Mar-2024	Produto A	111.79	47.99
Apr-2024	Produto A	84.73	28.18
May-2024	Produto A	86.88	30.49
Jun-2024	Produto A	86.57	28.42
Jul-2024	Produto A	86.47	29.18
Aug-2024	Produto A	70.49	31.01
Sep-2024	Produto A	60.50	28.31
Oct-2024	Produto A	83.96	35.90
Nov-2024	Produto A	82.11	35.15
Dec-2024	Produto A	72.62	39.89
Jan-2024	Produto B	78.3	36.32
Feb-2024	Produto B	72.5	39.04
Mar-2024	Produto B	80.6	49.45
Apr-2024	Produto B	67.7	42.43
May-2024	Produto B	68.8	45.50
Jun-2024	Produto B	58.4	40.71
Jul-2024	Produto B	53.8	40.63
Aug-2024	Produto B	53.1	40.60
Sep-2024	Produto B	49.6	37.87
Oct-2024	Produto B	56.6	37.49
Nov-2024	Produto B	52.6	37.21
Dec-2024	Produto B	57.1	39.62

Fonte: Autoria própria

Observa-se que os números de contatos para o canal de *call* e *chat* do Produto A apresenta uma sazonalidade positiva nos primeiros três meses (janeiro, fevereiro e março),

porém para os meses seguintes temos um comportamento particular para cada canal.

No canal de *call*, entre os meses de abril a setembro há uma linearidade no volume de contatos projetado e para o último trimestre do ano crescimento do volume, dessa forma trazendo a sazonalidade do produto A.

O canal de *chat* do Produto A para os meses de abril a julho apresenta linearidade, decréscimo do volume em agosto e setembro e para o último trimestre crescimento do volume em patamares semelhantes a abril a julho. Com isso, evidencia-se a variação que ocorre no padrão de comportamento do cliente em cada período.

O Produto B apresenta um comportamento sazonal, para o canal de *chat* o volume no primeiro trimestre (janeiro, fevereiro e março) é maior quando comparado ao de maio a setembro, onde há decréscimo do volume com o passar dos meses, mas para o último trimestre há um crescimento de volume característico do Produto B.

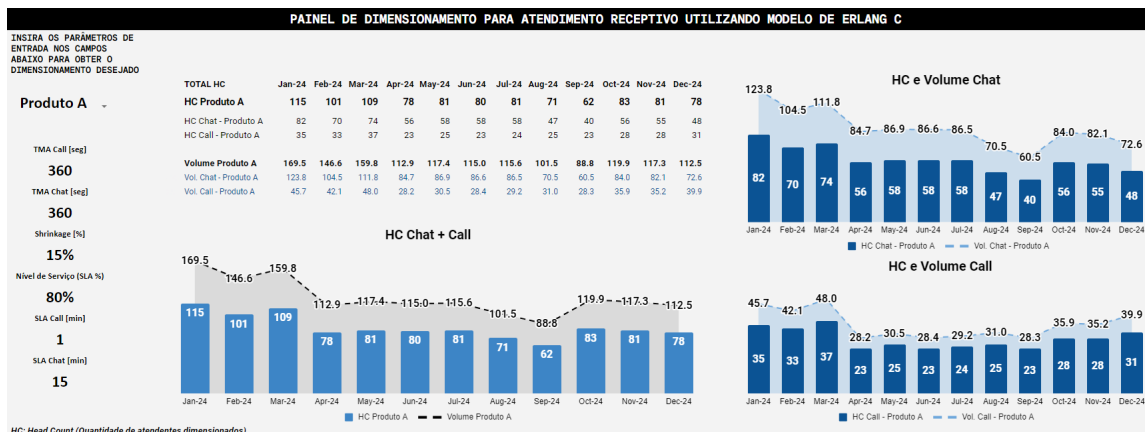
Para o canal de *call* do Produto B, há uma volumetria menor do que o canal de *chat*, bem como em relação a ambos os canais do Produto A. O maior volume está concentrado no primeiro trimestre do ano, porém, para os meses de junho a dezembro, há uma tendência linear e sazonalidade decrescente presente na projeção.

De modo geral, o comportamento dos produtos de atendimento, obtido a partir da projeção utilizando análise de tendência e sazonalidade, permitiu que fosse obtido o volume como a principal variável para a simulação do dimensionamento da operação de atendimento.

A visão ampla do painel de dimensionamento é apresentada na figura 15, permitindo obtermos as seguintes informações acerca do dimensionamento:

1. Indicadores que regem o dimensionamento: é possível determinar os parâmetros para simular a quantidade de pessoas necessárias para a sua operação de atendimento definindo tempo médio de atendimento (*TMA*), Ocupação (*Shrinkage*), nível de serviço desejado para cada canal (*SLA*). A volumetria já analisada previamente já está determinada.
2. Dimensionamento por canal: Quantidade de atendentes necessários projetados para cada canal e uma visão consolidada.
3. Volume de contatos projetado para cada canal e mês do ano.
4. Chave seletora para determinação do dimensionamento do Produto A ou Produto B.

Figura 15 - Painel de dimensionamento da operação do Produto A e B¹



Fonte: Autoria própria

Retomando o cenário de uma empresa com dois canais de atendimento, *call* e *chat*, com volume anual para o canal de *call* de 422 mil contatos no Produto A e 486 mil para o Produto B, e para o canal de *chat* 1.05 milhão de contatos no Produto A e 749 mil para o Produto B. O impacto no dimensionamento a partir da variação dos indicadores, *AHT/TMA*, *shrinkage*, *SLA* canal, permite que tenhamos a avaliação da resposta e desempenho ferramenta para o dimensionamento receptivo perante estes cenários.

Nas seções a seguir, veremos cenários aos quais os indicadores são variados dentro de um intervalo de máximos e mínimos e retornando como resposta o volume de agentes/ *headcount* (HCs) necessários para o atendimento.

5.1 Impacto do AHT no dimensionamento

A primeira análise a ser feita na ferramenta de dimensionamento está atrelado a variação do parâmetro de tempo médio de atendimento (*AHT*) e seu impacto na quantidade de agentes necessários para atender ao volume de contato dimensionado em cada canal, *call* e *chat* com uma padronização dos parâmetros.

5.1.1 Impacto do AHT no dimensionamento - Produto A - Call

SLA: 80% / SLA Call: 1 min / Shrinkage: 15%

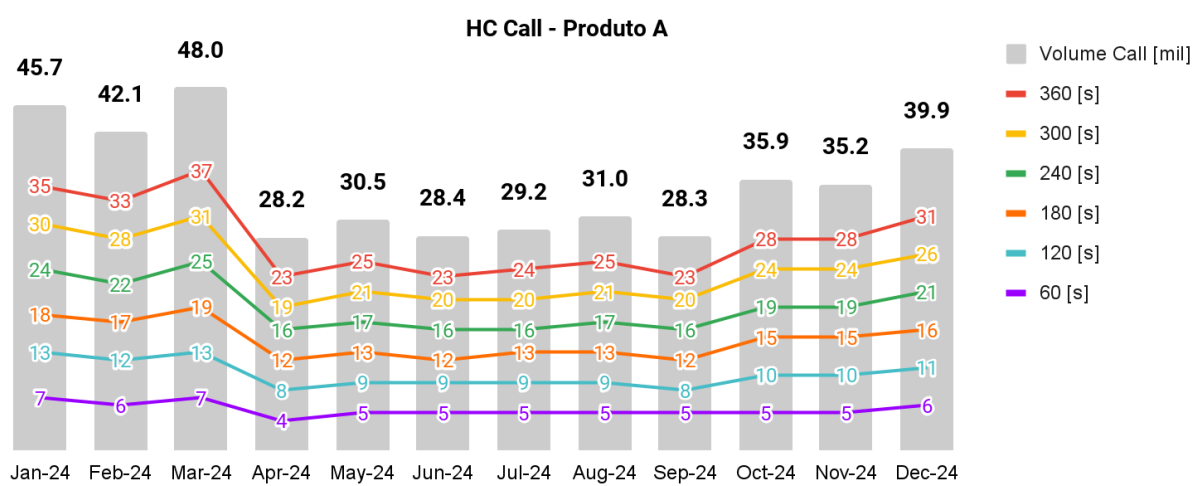
¹ Imagem ampliada no Apêndice A

Tabela 2 - Quantidade de agentes por AHT - Produto A *call*

Canal de Call	Produto A	TMA [s]					
Mês	Volume Call [mil]	360	300	240	180	120	60
HC Call - Produto A							
Jan-24	45.7	35	30	24	18	13	7
Feb-24	42.1	33	28	22	17	12	6
Mar-24	48.0	37	31	25	19	13	7
Apr-24	28.2	23	19	16	12	8	4
May-24	30.5	25	21	17	13	9	5
Jun-24	28.4	23	20	16	12	9	5
Jul-24	29.2	24	20	16	13	9	5
Aug-24	31.0	25	21	17	13	9	5
Sep-24	28.3	23	20	16	12	8	5
Oct-24	35.9	28	24	19	15	10	5
Nov-24	35.2	28	24	19	15	10	5
Dec-24	39.9	31	26	21	16	11	6

Fonte: Autoria própria

Figura 16 - Quantidade de agentes para canal *call* do Produto A



Fonte: Autoria própria

Para o canal de *call* variando o TMA entre 60 segundos e 360 segundos a quantidade de agentes necessários para atender o volume projetado de ligações no decorrer de 2024 está entre mínimo de 5 agentes para 60 segundos de TMA e máximo de 37 agentes para 360 segundos de TMA.

5.1.2 Impacto do AHT no dimensionamento - Produto A - Chat

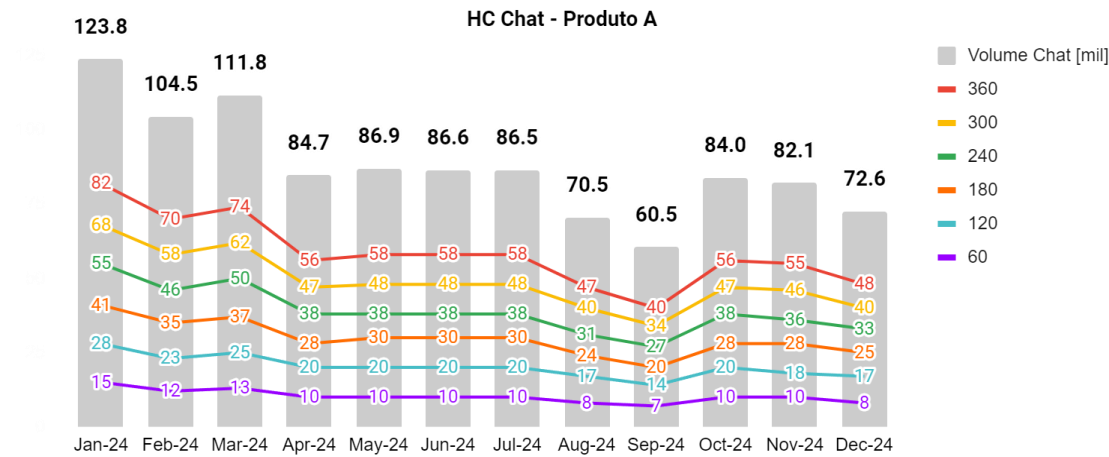
SLA: 80% / SLA Chat: 15 min / Shrinkage: 15%

Tabela 3 - Quantidade de agentes por AHT - Produto A chat

Canal de Chat	Produto A	TMA [s]					
Mês	Volume Chat [mil]	360	300	240	180	120	60
HC Chat - Produto A							
Jan-24	123.8	82	68	55	41	28	15
Feb-24	104.5	70	58	46	35	23	12
Mar-24	111.8	74	62	50	37	25	13
Apr-24	84.7	56	47	38	28	20	10
May-24	86.9	58	48	38	30	20	10
Jun-24	86.6	58	48	38	30	20	10
Jul-24	86.5	58	48	38	30	20	10
Aug-24	70.5	47	40	31	24	17	8
Sep-24	60.5	40	34	27	20	14	7
Oct-24	84.0	56	47	38	28	20	10
Nov-24	82.1	55	46	36	28	18	10
Dec-24	72.6	48	40	33	25	17	8

Fonte: Autoria própria

Figura 17 - Quantidade de agentes para canal chat do Produto A



Fonte: Autoria própria

Para o canal de chat variando o AHT entre 60 segundos e 360 segundos a quantidade de agentes necessários para atender o volume projetado de mensagens recebidas no decorrer de 2024 está entre mínimo de 7 agentes para 60 segundos e máximo de 82 agentes para 360 segundos.

5.1.3 Impacto do AHT no dimensionamento - Produto B - Call

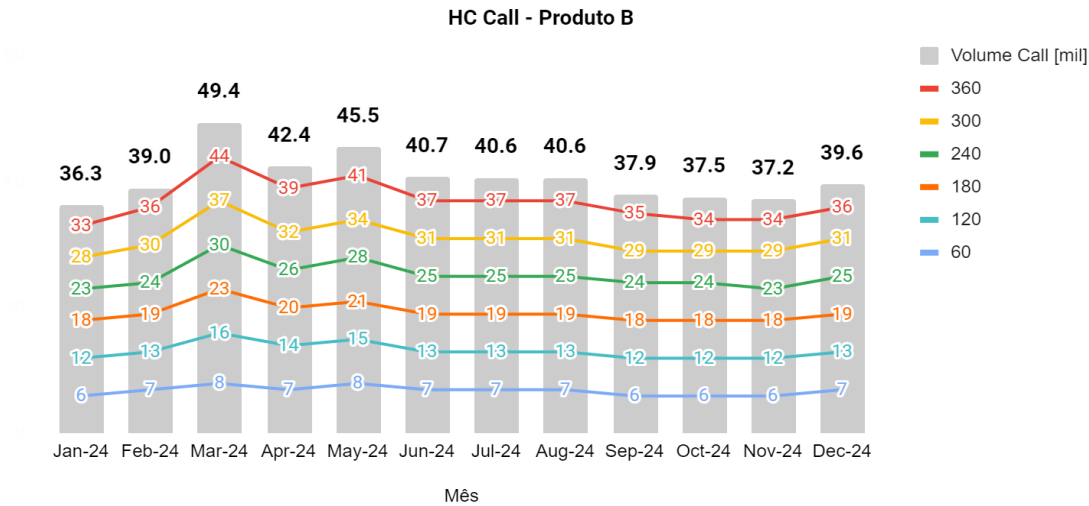
SLA: 80% / SLA Call: 1 min / Shrinkage: 15%

Tabela 4 - Quantidade de agentes por AHT - Produto B call

Canal de Call	Produto B	TMA [s]					
Mês	Volume Call [mil]	360	300	240	180	120	60
HC Call - Produto B							
Jan-24	36.3	33	28	23	18	12	6
Feb-24	39.0	36	30	24	19	13	7
Mar-24	49.4	44	37	30	23	16	8
Apr-24	42.4	39	32	26	20	14	7
May-24	45.5	41	34	28	21	15	8
Jun-24	40.7	37	31	25	19	13	7
Jul-24	40.6	37	31	25	19	13	7
Aug-24	40.6	37	31	25	19	13	7
Sep-24	37.9	35	29	24	18	12	6
Oct-24	37.5	34	29	24	18	12	6
Nov-24	37.2	34	29	23	18	12	6
Dec-24	39.6	36	31	25	19	13	7

Fonte: Autoria própria

Figura 18 - Quantidade de agentes para canal call do Produto B



Fonte: Autoria própria

Para o canal de call variando o AHT entre 60 segundos e 360 segundos a quantidade de agentes necessários para atender o volume projetado de ligações no decorrer de 2024 está entre mínimo de 7 agentes e máximo de 44 agentes.

5.1.4 Impacto do AHT no dimensionamento - Produto B - Chat

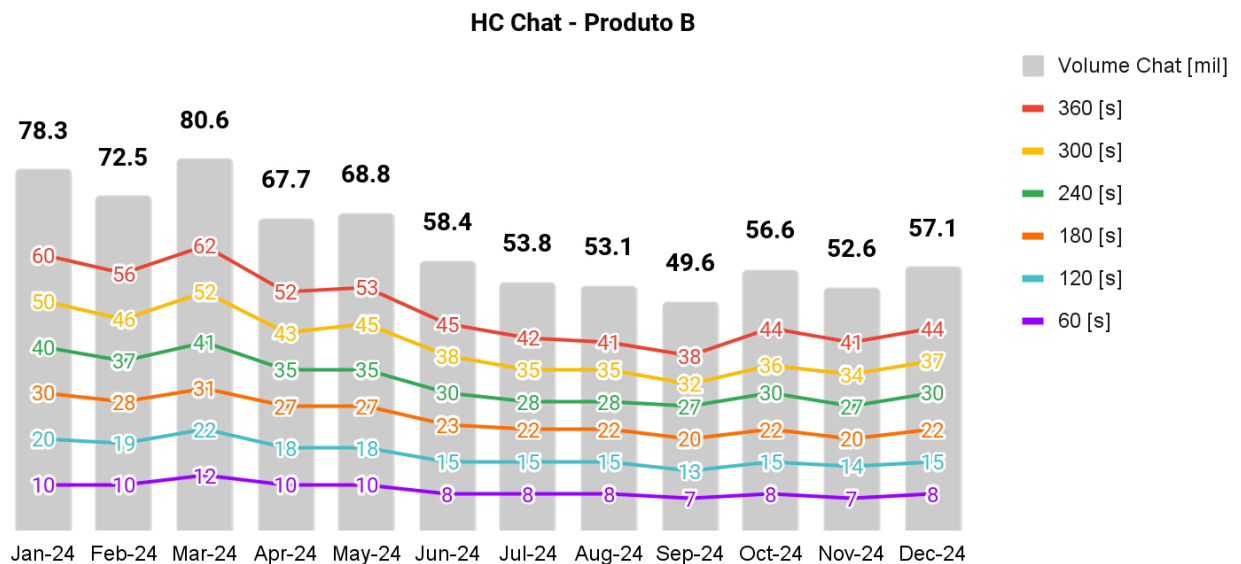
SLA: 80% / SLA Chat: 15 min / Shrinkage: 15%

Tabela 5 - Quantidade de agentes para canal *chat* do Produto B

Canal de Chat	Produto B	TMA [s]					
Mês	Volume Chat [mil]	360	300	240	180	120	60
HC Chat - Produto B							
Jan-24	78.3	60	50	40	30	20	10
Feb-24	72.5	56	46	37	28	19	10
Mar-24	80.6	62	52	41	31	22	12
Apr-24	67.7	52	43	35	27	18	10
May-24	68.8	53	45	35	27	18	10
Jun-24	58.4	45	38	30	23	15	8
Jul-24	53.8	42	35	28	22	15	8
Aug-24	53.1	41	35	28	22	15	8
Sep-24	49.6	38	32	27	20	13	7
Oct-24	56.6	44	36	30	22	15	8
Nov-24	52.6	41	34	27	20	14	7
Dec-24	57.1	44	37	30	22	15	8

Fonte: Autoria própria

Figura 19 - Quantidade de agentes para canal *chat* do Produto B



Fonte: Autoria própria

O canal de *call*, variando o AHT entre 60 segundos e 360 segundos, terá a quantidade de agentes necessários para atender o volume projetado de ligações no decorrer de 2024 está entre mínimo de 7 agentes e máximo de 62 agentes.

Para cada produto e canal, pode-se observar que o volume de agentes necessários acompanha, sobretudo, o comportamento do volume, ou seja, o mês em que o volume é maior é necessária maior quantidade de pessoas e o mês com o volume de contatos menor a quantidade de agentes é reduzida. Porém, é válido destacar que não há uma linearidade presente na quantidade de agentes para o volume de contatos esperados. Entretanto, há maior variação na quantidade de agentes a partir do tempo médio necessário para atender o canal para cada produto. Este modelo de dimensionamento de operação de atendimento considera a quantidade de agentes necessários para atender de acordo com a semana de maior movimento.

5.2 Impacto do shrinkage no dimensionamento

O *shrinkage* é a variável que se refere ao percentual de tempo em que os agentes não estão disponíveis para receber as chamadas dos clientes. Para a análise o *shrinkage* será variado e as outras variáveis serão mantidas constantes conforme as indicações abaixo.

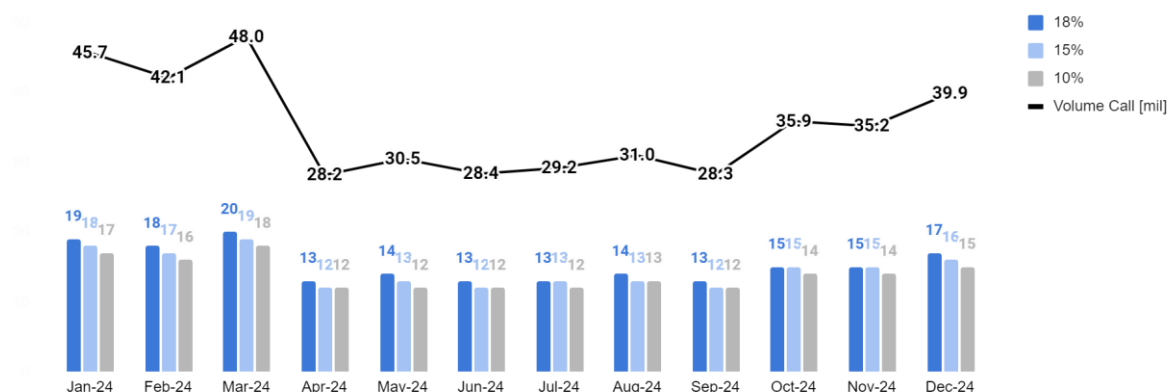
5.2.1 Impacto do shrinkage no dimensionamento - Produto A Call

- SLA: 80%
- SLA Call: 1 min / AHT Call: 180 s

Tabela 6 - Quantidade de agentes para canal call do Produto A - impacto shrinkage

Canal de Call	Produto A	Shrinkage (%)		
		18%	15%	10%
Mês	Volume Call [mil]	HC Call - Produto A		
Jan-24	45.7	19	18	17
Feb-24	42.1	18	17	16
Mar-24	48.0	20	19	18
Apr-24	28.2	13	12	12
May-24	30.5	14	13	12
Jun-24	28.4	13	12	12
Jul-24	29.2	13	13	12
Aug-24	31.0	14	13	13
Sep-24	28.3	13	12	12
Oct-24	35.9	15	15	14
Nov-24	35.2	15	15	14
Dec-24	39.9	17	16	15

Fonte: Autoria própria

Figura 20 - Quantidade de agentes para canal call do Produto A - impacto shrinkage

Fonte: Autoria própria

Para a primeira alteração de *shrinkage* no canal de call do Produto A com os percentuais variados causaram uma pequena variação na quantidade de HCs com diferença de 2 agentes do cenário de 10% para 18% de *shrinkage*.

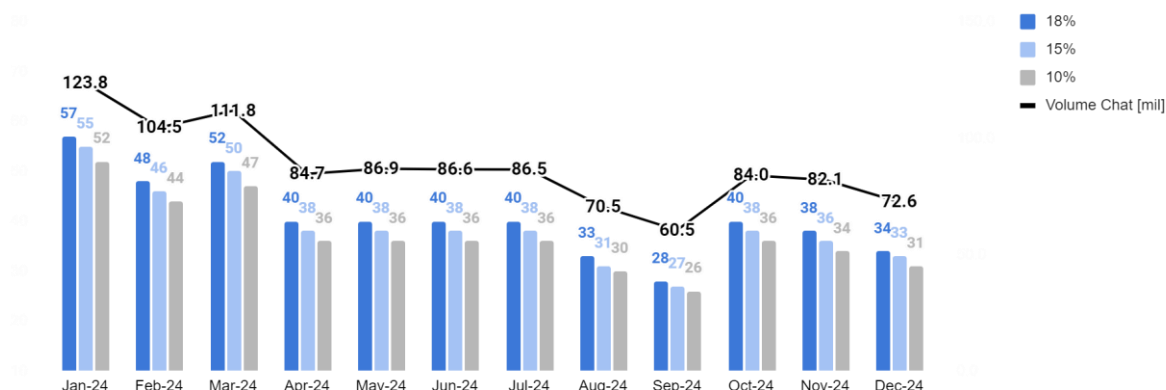
5.2.2 Impacto do shrinkage no dimensionamento - Produto A Chat

- SLA: 80%
- SLA Chat: 15 min / AHT Chat: 240 s

Tabela 7 - Quantidade de agentes para canal *chat* do Produto A - impacto *shrinkage*

Canal de Chat	Produto A	Shrinkage (%)		
Mês	Volume Chat [mil]	18%	15%	10%
HC Chat - Produto A				
Jan-24	123.8	57	55	52
Feb-24	104.5	48	46	44
Mar-24	111.8	52	50	47
Apr-24	84.7	40	38	36
May-24	86.9	40	38	36
Jun-24	86.6	40	38	36
Jul-24	86.5	40	38	36
Aug-24	70.5	33	31	30
Sep-24	60.5	28	27	26
Oct-24	84.0	40	38	36
Nov-24	82.1	38	36	34
Dec-24	72.6	34	33	31

Fonte: Autoria própria

Figura 21 - Quantidade de agentes para canal *chat* do Produto A - impacto *shrinkage*

Fonte: Autoria própria

Para a primeira alteração de *shrinkage* no canal de chat do Produto A, houve maior variação na quantidade de HCs com diferença de 4 agentes na média do cenário de 10% para 18% de *shrinkage*. Com maior variação de agentes, de acordo com a variação no percentual do *shrinkage* no período com maior volume, média de 5 agentes e para o período de menor volume, média de 3 agentes de variação entre as variações do *shrinkage*.

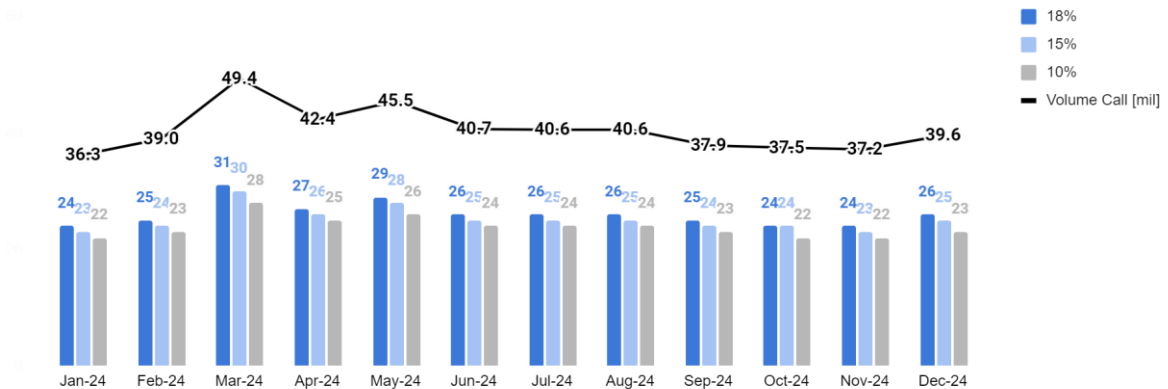
5.2.3 Impacto do *shrinkage* no dimensionamento - Produto B Call

- SLA: 80%
- SLA Call: 1 min / AHT Call: 240 s

Tabela 8 - Quantidade de agentes para canal *call* do Produto B - impacto *shrinkage*

Canal de Call	Produto B	Shrinkage (%)		
Mês	Volume Call [mil]	18%	15%	10%
HC Call - Produto B				
Jan-24	36.3	24	23	22
Feb-24	39.0	25	24	23
Mar-24	49.4	31	30	28
Apr-24	42.4	27	26	25
May-24	45.5	29	28	26
Jun-24	40.7	26	25	24
Jul-24	40.6	26	25	24
Aug-24	40.6	26	25	24
Sep-24	37.9	25	24	23
Oct-24	37.5	24	24	22
Nov-24	37.2	24	23	22
Dec-24	39.6	26	25	23

Fonte: Autoria própria

Figura 22 - Quantidade de agentes para canal *call* do Produto B - impacto *shrinkage*

Fonte: Autoria própria

Para a primeira alteração de *shrinkage* no canal de call do Produto B houve baixa variação na quantidade de agentes de acordo com as variações de 10% de *shrinkage* para 18% de *shrinkage*.

5.2.4 Impacto do *shrinkage* no dimensionamento - Produto B Chat

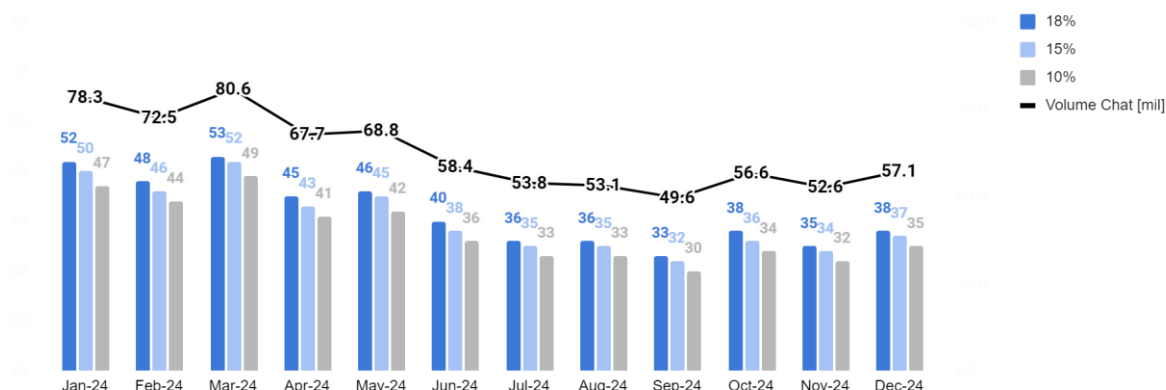
- SLA: 80%
- SLA Chat: 15 min / AHT Chat: 300 s

Tabela 9 - Quantidade de agentes para canal *chat* do Produto B - impacto *shrinkage*

Canal de Chat	Produto B	Shrinkage (%)		
Mês	Volume Chat [mil]	18%	15%	10%
HC Chat - Produto B				
Jan-24	78.3	52	50	47
Feb-24	72.5	48	46	44
Mar-24	80.6	53	52	49
Apr-24	67.7	45	43	41
May-24	68.8	46	45	42
Jun-24	58.4	40	38	36
Jul-24	53.8	36	35	33
Aug-24	53.1	36	35	33
Sep-24	49.6	33	32	30
Oct-24	56.6	38	36	34
Nov-24	52.6	35	34	32
Dec-24	57.1	38	37	35

Fonte: Autoria própria

Figura 23 - Quantidade de agentes para canal *chat* do Produto B - impacto *shrinkage*



Fonte: Autoria própria

Para a primeira alteração de *shrinkage* no canal de *chat* do Produto B houve maior variação na quantidade de HCs com diferença de 3 agentes na média do cenário de 10% para 18%. Com maior variação de agentes de acordo com a variação no percentual do *shrinkage* no período com maior volume, média de 4 agentes e para o período de menor volume, média de 3 agentes de variação entre as variações do *shrinkage*.

5.3 Impacto do *SLA* do canal no dimensionamento

O *SLA* do canal se trata do tempo determinado como meta para atender o contato recebido, calibrando qual é o tempo que deseja manter o cliente em fila e para os contatos atendidos após esse período de espera é considerado um contato atendido fora do nível de serviço (*SLA*) planejado. Com isso para a análise da ferramenta o *SLA* dos canais de *call* e *chat* para ambos os produtos foram variados e as outras variáveis serão mantidas constantes com os seguintes valores:

- *SLA*: 80%
- *AHT Call*: 300 s.
- *AHT Chat*: 360 s.
- *Shrinkage*: 15%

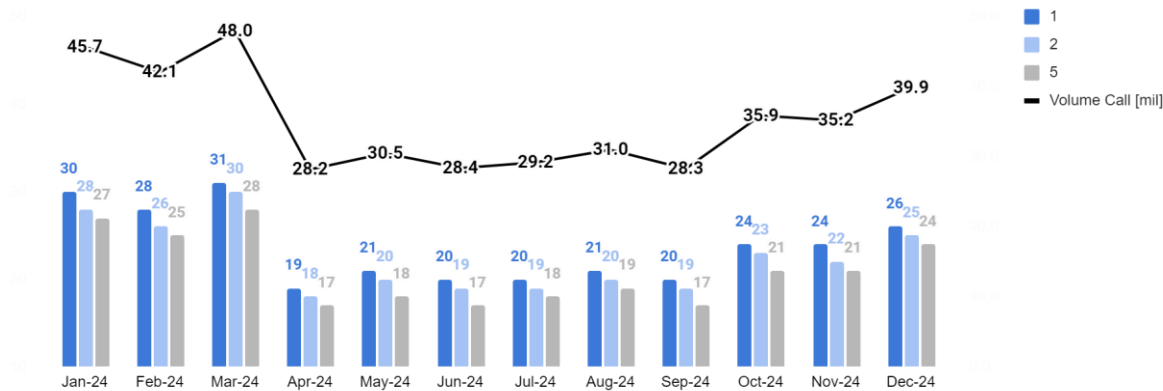
5.3.1 Impacto do SLA do canal no dimensionamento - Produto A

Tabela 10 - Quantidade de agentes para canal *call* do Produto A - impacto SLA do canal

Canal de Call	Produto A	SLA [min]			
Mês	Volume Call [mil]	1	2	5	10
HC Call - Produto A					
Jan-24	45.7	30	28	27	24
Feb-24	42.1	28	26	25	23
Mar-24	48.0	31	30	28	26
Apr-24	28.2	19	18	17	15
May-24	30.5	21	20	18	16
Jun-24	28.4	20	19	17	15
Jul-24	29.2	20	19	18	16
Aug-24	31.0	21	20	19	17
Sep-24	28.3	20	19	17	16
Oct-24	35.9	24	23	21	20
Nov-24	35.2	24	22	21	19
Dec-24	39.9	26	25	24	22

Fonte: Autoria própria

Figura 24 - Quantidade de agentes para canal *call* do Produto A - impacto SLA do canal



Fonte: Autoria própria

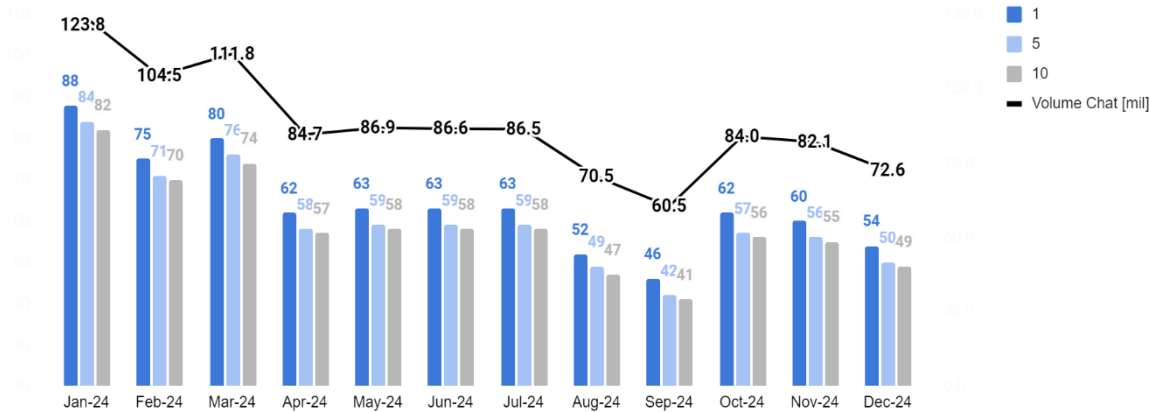
Variando o *SLA* do canal de *call* do Produto A ocorreu uma variação na quantidade de agentes necessários para o atendimento, sendo 5 agentes no período com maior volume dentro do ano, mas a variação foi menor que o esperado visto que houve uma mudança significativa de tempo entre cada um dos *SLAs* simulados, tendo em média 4 HCs para os meses seguintes com as variações de tempo.

Tabela 11 - Quantidade de agentes para canal *chat* do Produto A - impacto *SLA* do canal

Canal de Chat	Produto A	SLA [min]			
Mês	Volume Chat [mil]	1	5	10	15
HC Chat - Produto A					
Jan-24	123.8	88	84	82	82
Feb-24	104.5	75	71	70	70
Mar-24	111.8	80	76	74	74
Apr-24	84.7	62	58	57	56
May-24	86.9	63	59	58	58
Jun-24	86.6	63	59	58	58
Jul-24	86.5	63	59	58	58
Aug-24	70.5	52	49	47	47
Sep-24	60.5	46	42	41	40
Oct-24	84.0	62	57	56	56
Nov-24	82.1	60	56	55	55
Dec-24	72.6	54	50	49	48

Fonte: Autoria própria

Figura 25 - Quantidade de agentes para canal *chat* do Produto A - impacto *SLA* do canal



Fonte: Autoria própria

Para o *SLA* do canal de *chat* do Produto A, ocorreu maior variação na quantidade de agentes necessários para o atendimento, com média de 6 agentes no primeiro trimestre do ano e para os outros meses média de 4 agentes de variação entre 1 min de *SLA* e 10 min de *SLA*.

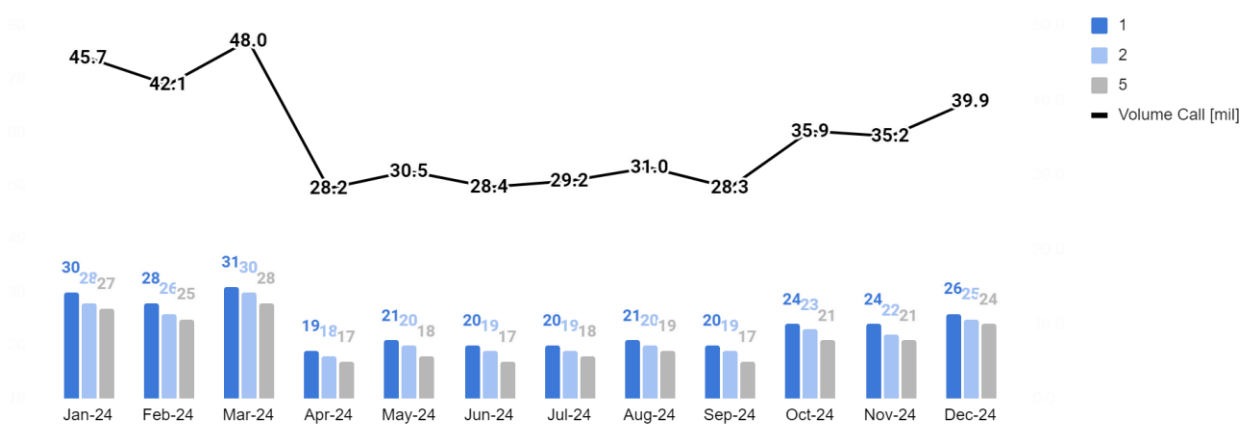
5.3.2 Impacto do SLA do canal no dimensionamento - Produto B

Tabela 12 - Quantidade de agentes para canal call do Produto B - impacto SLA do canal

Canal de Call	Produto B	SLA [min]			
Mês	Volume Call [mil]	1	2	5	10
HC Call - Produto B					
Jan-24	36.3	28	27	26	25
Feb-24	39.0	30	29	27	27
Mar-24	49.4	37	36	34	33
Apr-24	42.4	32	31	29	29
May-24	45.5	34	33	31	31
Jun-24	40.7	31	30	28	27
Jul-24	40.6	31	30	28	27
Aug-24	40.6	31	30	28	27
Sep-24	37.9	29	28	27	26
Oct-24	37.5	29	28	26	25
Nov-24	37.2	29	28	26	25
Dec-24	39.6	31	29	28	27

Fonte: Autoria própria

Figura 26 - Quantidade de agentes para canal call do Produto B - impacto SLA do canal



Fonte: Autoria própria

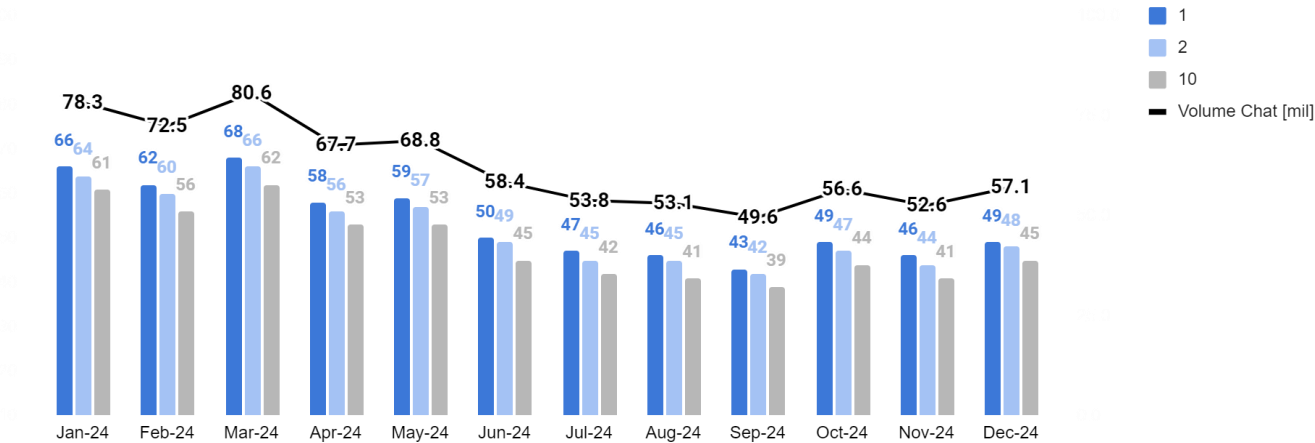
Para o SLA do canal de call do Produto B, houve variação de apenas 3 agentes em média para todos os meses, não apresentando o comportamento esperado, visto a variação grande do SLA em minutos para as simulações propostas.

Tabela 13 - Quantidade de agentes para canal *chat* do Produto B - impacto *SLA* do canal

Canal de Chat	Produto B	SLA [min]			
Mês	Volume Chat [mil]	1	2	10	15
HC Chat - Produto B					
Jan-24	78.3	66	64	61	60
Feb-24	72.5	62	60	56	56
Mar-24	80.6	68	66	62	62
Apr-24	67.7	58	56	53	52
May-24	68.8	59	57	53	53
Jun-24	58.4	50	49	45	45
Jul-24	53.8	47	45	42	42
Aug-24	53.1	46	45	41	41
Sep-24	49.6	43	42	39	38
Oct-24	56.6	49	47	44	44
Nov-24	52.6	46	44	41	41
Dec-24	57.1	49	48	45	44

Fonte: Autoria própria

Figura 27 - Quantidade de agentes para canal *chat* do Produto B - impacto *SLA* do canal



Fonte: Autoria própria

Para o *SLA* do canal de *chat* do Produto B houve maior variação de 6 agentes em média para o primeiro trimestre com maior volume, e para os meses seguintes média de 5 agentes.

5.4 Comparativo entre ferramentas e método de dimensionamento

O setor de atendimento ao cliente via *contact center* apresenta alta complexidade de operação e custo elevado para sua implementação. A partir de dados históricos ou estimativa de recepção de contato o tamanho da operação é determinado, com isso, existem algumas formas de dimensionar uma operação de atendimento:

1 - Contratando um número fixo de agentes para atender os contatos, não tendo conhecimento da volumetria e nem de métodos de dimensionamento. Uma vez que há um custo médio de acordo com o mercado de R\$ 10.000,00 por operador, essa metodologia pode se configurar de alto risco e custosa.

2 - Utilizando a ferramenta de dimensionamento para projeção de operação de atendimento receptivo utilizando modelo de *Erlang C* por meio de uma ferramenta gratuita como o Google Planilhas, o custo é reduzido devido a possibilidade de criação de cenários e obtenção da quantidade de agentes necessários para atender aos contatos de forma previsível a partir do ajuste de parâmetros do atendimento.

Anualmente, o custo pode ser impactado de forma significativa. Adotando um cenário de comparação para o Produto A *Call* - *SLA*: 80% / *SLA Call*: 1 min / *Shrinkage*: 15% / *AHT*: 300 segundos e Produto A *Chat* - *SLA*: 80% / *SLA Chat*: 15 min / *Shrinkage*: 15% / *AHT*: 300 segundos.

O custo por operador é de R\$10.000,00 para 12 horas de atendimento, de acordo com o site Proxis (PROXIS, 2020). Utilizando a ferramenta para mensurar a quantidade de agentes necessários versus uma empresa que realiza a contratação de um número fixo de agentes para atender durante os meses. Fixando em 80 agentes necessários todos os meses contratados para atender, temos o cenário abaixo.

Aumento do custo em R\$900.000,00 para a operação dimensionada com uma quantidade fixa de agentes, e que ainda não suporta a quantidade de contatos nos períodos em que a sazonalidade é positiva e o volume é maior, tornando a experiência do cliente defasada mesmo tendo um custo menor nesse período, mas que no decorrer do ano é excedida devido a menor necessidade no quadro de agentes para atender aos contatos.

Para o cenário adotado, o dimensionamento da operação de atendimento receptivo está relacionado com a quantidade necessária de agentes para atender o volume de contato especificado para cada mês, porém para garantir que seja atingido o nível de serviço determinado como meta é necessário durante o funcionamento da operação no dia a dia que os parâmetros utilizamos no dimensionamento sejam cumpridos.

Tabela 14 - Comparativo de custo do dimensionamento HCs com Ferramenta x HCs Fixo

Mês	Volume Total [mil]	HC Total com Ferramenta	HC Fixo	Custo HC com Ferramenta	Custo com HC Fixo
Jan-2024	169.5	98	80	R\$980,000	R\$800,000
Fev-2024	146.6	86	80	R\$860,000	R\$800,000

Mar-2024	159.8	93	80	R\$930,000	R\$800,000
Abr-2024	112.9	66	80	R\$660,000	R\$800,000
Mai-2024	117.4	69	80	R\$690,000	R\$800,000
Jun-2024	115	68	80	R\$680,000	R\$800,000
Jul-2024	115.7	68	80	R\$680,000	R\$800,000
Ago-2024	101.5	61	80	R\$610,000	R\$800,000
Set-2024	88.8	54	80	R\$540,000	R\$800,000
Out-2024	119.9	71	80	R\$710,000	R\$800,000
Nov-2024	117.3	70	80	R\$700,000	R\$800,000
Dez-2024	112.5	66	80	R\$660,000	R\$800,000
Total anual		870	960	R\$8,700,000	R\$9,600,000

Fonte: Autoria própria

6 CONCLUSÃO

A estrutura de atendimento deve lidar com respostas rápidas, utilizando diversos canais, e a tecnologia da informação desempenha um papel fundamental nesse processo. A implementação de um sistema computacional, usando a metodologia de *Erlang C*, é proposta para mensurar a operação de atendimento, visando melhorar a qualidade, reduzir custos e impactar positivamente na experiência do cliente. O desenvolvimento inclui a compreensão do atendimento, teoria das filas, projeção de demanda e a criação de uma ferramenta de dimensionamento usando Javascript na plataforma de Planilhas Google.

Pela fórmula de *Erlang C* utilizada para a implementação da ferramenta foi possível observar melhor comportamento no modelo para operações com um volume de contato maior apresentando, assim, maior variação no volume de agentes de atendimento necessários a partir da variação dos outros parâmetros que regem o dimensionamento na ferramenta. E o parâmetro que gerou maior impacto no dimensionamento foi o tempo médio de atendimento (TMA) comparado com os outros dois parâmetros simulados (% de *Shrinkage* e *SLA* do canal).

Do ponto de vista de implementação, a ferramenta atende necessidades importantes sendo prática, fácil utilização e com capacidade de determinar a quantidade de agentes necessários dentro daquele mês considerando a semana de maior volume para atender os contatos esperados e de acordo com os parâmetros desejáveis no atendimento. Trazendo maior previsibilidade e entendimento no processo de planejamento do atendimento. Sendo necessário após o dimensionamento o planejamento ativo da operação com determinação de escalas e pausas.

Como implementação futura, é possível realizar o desenvolvimento da ferramenta de dimensionamento utilizando outros modelos que utilizem parâmetros que foram desconsiderados nesta ferramenta. Considerando *Erlang B* modelo que considera o abandono como ocorrência de diversos clientes na fila. Futuras implementações com maior abrangência de parâmetros e situações reais propiciam ter ferramentas robustas e que permitam atender diversas necessidades no âmbito do planejamento e dimensionamento de uma operação de atendimento receptivo.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, M. S. **Telefonia digital**. 5. ed. São Paulo: Erica, 2011
- ARAÚJO, J. F. **Estudo da Teoria das filas com Aplicações**. 2015. 62 f. Monografia - Universidade de Brasília, Brasília, 2015.
- BRUNI, A. L. **Estatística Aplicada à Gestão Empresarial**. São Paulo: Atlas, 2007.
- CHIAVENATO, I. **Empreendedorismo: dando asas ao espírito empreendedor**. São Paulo: Saraiva, 2005. P. 209.
- DOWNING, D; CLARK, J. **Estatística Aplicada**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2006. p. 299
- FLANAGAN, D. **JavaScript: o guia definitivo**. Bookman Editora, 2012.
- FOGLIATTI, M. C.; MATTOS, N. M. C. **Teoria de Filas**. Rio de Janeiro, Editora Interciência 2007
- FRANZESE, L. A. G. et al. **Comparision of call center models**. 2009, Anais... Piscataway: Ieee, 2009. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/directbitstream/9a7d40cc-a5c1-49c6-ae26-b7f81d500254/Botter-2009-Comparison%20call%20center%20models%20ok.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2024.
- FILHO, P. J. F. **Comparison of Call Center models. Proceedings Of The 2009 Winter Simulation Conference (Wsc)**, São Paulo, p. 1-19, dez. 2009. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/wsc.2009.5429228>. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Marcelo-Fioroni/publication/221525848_Comparison_of_Call_Center_Models/links/02bfe5124beb2deddb000000/Comparison-of-Call-Center-Models.pdf. Acesso em: 10 jan. 2024.
- GANS, N.; KOOLE, G.; MANDELBAUM, A. **Telephone Call Centers: tutorial, review, and research prospects. Manufacturing & Service Operations Management**, [S.L.], v. 5, n. 2, p. 79-141, abr. 2003. Institute for Operations Research and the Management Sciences (INFORMS). <http://dx.doi.org/10.1287/msom.5.2.79.16071>. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/227448046_Telephone_Call_Centers_Tutorial_Review_and_Research_Prospets. Acesso em: 21 dez. 2023.
- HANKE, J.; WICHERN, D. **Business Forecasting**. 9. ed. Brownstown: Pearson Education, 2014. 584 p.
- JOHNSTON, R; SHULVER, M; SLACK, N; CLARK, G. **Service Operations Management: Improving Service Delivery**. Pearson Education Limited, 2020
- MARTIN, J. Zendesk Blog. **What is average handle time (AHT) and how do you calculate it?** 2024. Disponível em: <https://www.zendesk.com.br/blog/average-handle-time/>. Acesso em: 31 jan. 2024.
- MARTIN, A. C.; HENNING, E.; WALTER, O. M. F. C.; KONRATH, A. C. **Análise de séries temporais para previsão da evolução do número de automóveis no Município de Joinville**. Revista Espacios, Joinville, v. 37, n. 6, p. 3, maio 2016. Disponível em:

https://qualimetria.ufsc.br/files/2016/05/Revista-ESPACIOS_-_Vol.pdf. Acesso em: 05 jan. 2024

MARTIN, J. **What is average handle time (AHT) and how do you calculate it?**. [S. l.]: Blog da Zendesk, 26 jan. 2024. Disponível em: <https://www.zendesk.com.br/blog/average-handle-time/>. Acesso em: 20 mar. 2024.

MAURER W.; MATLUS, N.; FREY, N. **A Guide to Successful SLA Development and Management. Strategic Analysis Report**. 16 out. 2000. Disponível em: https://www.kornev-online.net/ITIL/Gartner_-_A_Guide_to_Successful_SLA_Development_and_Management.pdf. Acesso em: 21 jan. 2024

PRADO, D. **Teoria das Filas e da Simulação**. v.2. 4. Ed. Belo Horizonte: editora de Desenvolvimento Gerencial. Serie Pesquisa Operacional, 2009.

PROXIS. **Quanto custa uma PA de Call Center e como saber quantas são necessárias para sua operação?**. São Paulo: Proxis, 16 dez. 2020. Disponível em: <https://proxis.com.br/quanto-custa-uma-pa-de-call-center-e-como-saber-quantas-sao-necessarias-para-sua-operacao/>. Acesso em: 31 jan. 2024.

SAKAMOTO, K. **Como implementar um call center**. São Paulo: Happy Few, 2001.

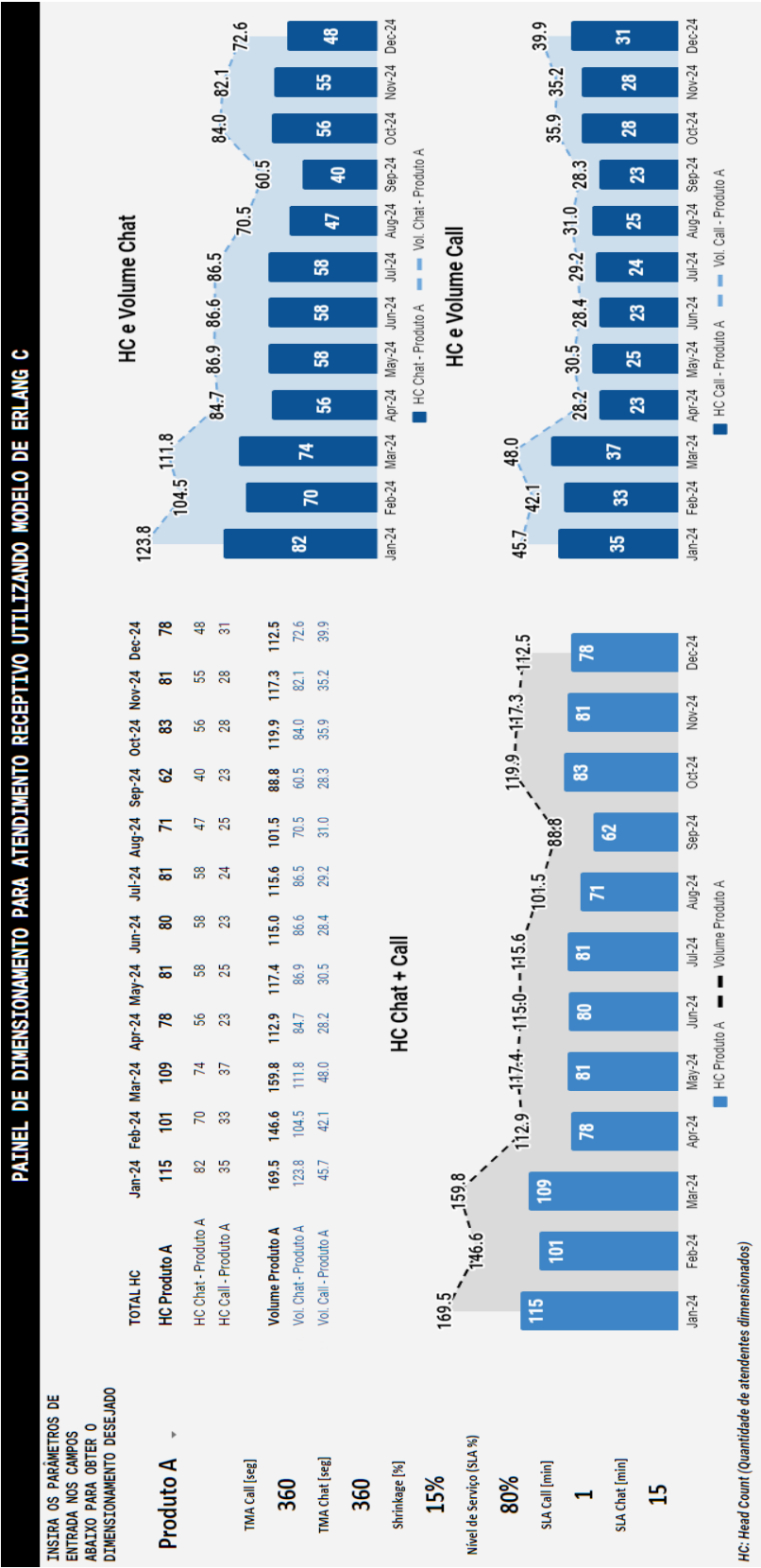
ZENDESK. **O que é atendimento ao cliente? Qual a importância desse serviço?** 2023. Disponível em: <https://www.zendesk.com.br/blog/o-que-e-atendimento-ao-cliente/>. Acesso em: 31 jan. 2024.

ZENDESK. **Qualidade no atendimento ao cliente**. Disponível em: <https://www.zendesk.com.br/blog/qualidade-no-atendimento-ao-cliente>. Acesso em: 04 dez. 2023.

ZENDESK. **O que é experiência do cliente e qual seu papel nas empresas?** Disponível em: <https://www.zendesk.com.br/blog/o-que-e-experiencia-cliente/>. Acesso em: 01 dez. 2023.

ZOTTERI, G.; KALCHSCHMIDT, M.; CANIATO, F. The impact of aggregation level on forecasting performance. **Int. J. Production Economics**, [S. l.], v. 93-94, p. 479-481, jan. 2005. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092552730400266X>. Acesso em: 21 dez. 2023.

APÊNDICE A – Painel de Dimensionamento receptivo utilizando modelo de Erlang C



APÊNDICE B – Código em Javascript utilizado para a implementação do Erlang C e Agents FTE

//Função Ocupação

/**

* Retorna a ocupação dos analistas

*

* @param {num} intensidade_traf: Intensidade de tráfego do período (Erlangs)

* @param {num} agentes: número de agentes/atendentes disponíveis para atender no período

* @return

* @customfunction

*/

// Definição da Ocupação

function ocupacao(intensidade_traf,agentes) {

var ocupacao = intensidade_traf/agentes;

if (ocupacao < 0) { ocupacao = 0};

if (ocupacao > 1) { ocupacao = 1}

return ocupacao;

}

//Função Intensidade de tráfego

/**

* Intensidade de tráfego no período (Erlangs)

*

* @param {num} demand Volume de contatos recebidos no período

* @param {num} reporting_period [minutos] Intervalo de tempo em que recebe a demanda

* @param {num} AHT [segundos] Tempo médio de atendimento (Tempo falado + tempo de anotações complementares (Wrap up time))

* @return A intensidade do tráfego no intervalo de tempo (Erlangs)

* @customfunction

*/

function intensidade_traf(demand,reporting_period,AHT) {

return demand/(reporting_period*60)*AHT;

```

}

//Função linha superior ERLANG C

/**
 * Return a linha superior da função ERLANG C
 *
 * @param {num} intensidade_traf: Intensidade de tráfego do período (Erlangs)
 * @param {num} agentes: número de agentes/atendentes disponíveis para atender no período
 * @return ERLANG C linha superior
 * @customfunction
 */
function linha_superior(intensidade_traf,agentes) {
var linha_superior = Math.pow(intensidade_traf,agentes)/factorial(agentes);
return linha_superior;
}

//Função linha inferior de ERLANG C

/**
 * Return a linha inferior da função ERLANG C
 *
 * @param {num} intensidade_traf: Intensidade de tráfego do período (Erlangs)
 * @param {num} agentes: número de agentes/atendentes disponíveis para atender no período
 * @return ERLANG C linha inferior
 * @customfunction
 */
function linha_inferior (intensidade_traf,agentes) {
var br = 0
for (i = 0; i < agentes; i++) {
    br = br + Math.pow(intensidade_traf,i)/factorial(i);
}
return br;
}

//Função de ERLANG C

```

```

/**
 * Return A probabilidade da fórmula de ERLANG_C
 *
 * @param {num} intensidade_traf: Intensidade de tráfego do período (Erlangs)
 * @param {num} agentes: número de agentes/atendentes disponíveis para atender no período
 * @return Probabilidade da chamada ficar em espera
 * @customfunction
 */
function ERLANG_C(intensidade_traf,agentes) {
  var erlang_c = linha_superior(intensidade_traf,agentes)/ ( linha_superior(intensidade_traf,agentes) +
(1-ocupacao(intensidade_traf,agentes)) * linha_inferior(intensidade_traf,agentes) )
  if (erlang_c < 0) {erlang_c = 0;}
  if (erlang_c > 1) {erlang_c = 1;}
  return erlang_c;
}

//Função agentes_FTE

/**
 * O total de pessoas necessárias para atingir o Nível de Serviço (SLA), desconsiderando limitações do
agente.
 *
 * @param {num} demand Volume de contatos recebidos no período
 * @param {num} reporting_period [minutos] Intervalo de tempo em que recebe a demanda
 * @param {num} AHT [segundos] Average Handling Time: Tempo médio de atendimento (Tempo
falado + tempo de anotações complementares (Wrap up time))
 * @param {num} TAT [in seconds] The Target Answer Time: Tempo máximo esperado para atender
ao contato
 * @param {num} SLA [0 to 1] Nível de serviço: Percentual esperado para que o contato seja atendido
dentro do tempo máximo esperado para atender ao contato
 * @return O Nível de Serviço (SLA) espero a ser atingido
 * @customfunction
 */

function agentesFTE (demand,reporting_period,AHT,TAT,SLA) {

```

```

var min_agentes = Math.ceil(intensidade_traf(demand,reporting_period,AHT));
if (min_agentes == 0) { min_agentes = 1;}
var agentes = min_agentes;
var lock = LockService.getScriptLock() //por ser uma probabilidade que necessita de iteração, excedia
o tempo de resposta. Ela trava a função rodando e dá tempo suficiente para obter a resposta, mas sem
dar problema.
lock.waitLock(100000);
while (ServiceLevel (demand,reporting_period,AHT,TAT,agentes) < SLA) {
    agentes = agentes + 0.1 //Iteração de 0.1 até que para de iterar e retorna a qtd de pessoas que atende
ao SLA
}
var agentesFTE = agentes;
if (agentesFTE > 600) {
    return "answer out of limits";
} // Limitação de Erlang C, devido a imprecisão para cenários com maiores agentes.
return agentesFTE;
lock.releaseLock()
}

//Função agentes_FTE_R

/**
 * Array com o total de pessoas necessárias para atingir o Nível de Serviço (SLA), desconsiderando
limitações do agente.
 *
 * @param {num} demand Volume de contatos recebidos no período
 * @param {num} reporting_period [minutos] Intervalo de tempo em que recebe a demanda
 * @param {num} AHT [segundos] Average Handling Time: Tempo médio de atendimento (Tempo
falado + tempo de anotações complementares (Wrap up time))
 * @param {num} TAT [in seconds] The Target Answer Time: Tempo máximo esperado para atender
ao contato
 * @param {num} SLA [0 to 1] Nível de serviço: Percentual esperado para que o contato seja atendido
dentro do tempo máximo esperado para atender ao contato
 * @return O array com o FTE (quantidade de pessoas) esperada para atingir o nível de serviço dentro
dos parâmetros fornecidos
 * @customfunction
 */

```

```

function agentesFTE_R (demand,reporting_period,AHT,TAT,SLA) {
  if(demand[0].length == reporting_period[0].length && reporting_period[0].length == AHT[0].length
  && AHT[0].length == TAT[0].length && TAT[0].length == SLA[0].length ){
    var len = demand[0].length; //validar que todas os tamanhos dos intervalos são os mesmos
    var agentesFTE_R = new Array(0);
    agentesFTE_R[0] = new Array(len);
    for ( var i = 0; i < len ; i++){
      var min_agentes = Math.ceil(intensidade_traf(demand[0][i],reporting_period[0][i],AHT[0][i]));
      var agentes = min_agentes;
      while (ServiceLevel (demand[0][i],reporting_period[0][i],AHT[0][i],TAT[0][i],agentes) <
SLA[0][i]) {
        agentes = agentes + 0.1
      }
      if (agentes > 600) {agentes = "Resposta fora do limite"}
      agentesFTE_R[0][i] = agentes;
    }
    return agentesFTE_R;
  }
  else {return "Os arrays devem ter o mesmo tamanho";}
}

// Função agentes_HC

/**
 * A quantidade de pessoas necessárias para atender os contatos recebidos, considerando a redução de
produtividade.
 *
 * @param {num} demand Volume de contatos recebidos no período
 * @param {num} reporting_period [minutos] Intervalo de tempo em que recebe a demanda
 * @param {num} AHT [segundos] Average Handling Time: Tempo médio de atendimento (Tempo
falado + tempo de anotações complementares (Wrap up time))
 * @param {num} TAT [in seconds] The Target Answer Time: Tempo máximo esperado para atender
ao contato

```

```

* @param {num} SLA [0 to 1] Nível de serviço: Percentual esperado para que o contato seja atendido
dentro do tempo máximo esperado para atender ao contato
* @param {num} Shrinkage [0 to 1] Taxa de encolhimento da equipe de atendimento
* @return Quantidade de agentes necessários para atender aos contatos recebidos dentro dos parâmetros
determinados.
* @customfunction
*/

function agentesHC (demand,reporting_period,AHT,TAT,SLA,Shrinkage) {
  var FTE = agentesFTE(demand,reporting_period,AHT,TAT,SLA);
  var agentesHC = Math.ceil(FTE/(1-Shrinkage));
  return agentesHC;
}

// As funções Service_Level e Prob_Calls Wait são as que regem o Erlang dentro do Código

//SERVICE_LEVEL function

/**
* The expected service level to be achieved
*
* @param {num} demand Volume de contatos recebidos no período
* @param {num} reporting_period [minutos] Intervalo de tempo em que recebe a demanda
* @param {num} AHT [segundos] Average Handling Time: Tempo médio de atendimento (Tempo
falado + tempo de anotações complementares (Wrap up time))
* @param {num} TAT [in seconds] The Target Answer Time: Tempo máximo esperado para atender
ao contato
* @param {num} agentes: número de agentes/atendentes disponíveis para atender no período
* @return O nível de serviço (SLA) esperado a ser atingido
* @customfunction
*/

function ServiceLevel (demand,reporting_period,AHT,TAT,agentes) {
  if ((reporting_period < 5) || (reporting_period > 1500) || (AHT < 1) || (AHT > 30000) || (TAT < 1) ||
(TAT > 30000)) {
    return "parâmetros fora do limite";
  } else {

```

```

var Inten = intensidade_traf(demand,reporting_period,AHT);
var ServiceLevel = 1 - ProbCallWaits(demand,reporting_period,AHT,agentes) * Math.exp(-(agentes -
Inten)*TAT/AHT)
//var ServiceLevel = 1 - ERLANG_C(intensidade_traf,agentes) * Math.exp(-(agentes - Inten) *
TAT/AHT)
return ServiceLevel;
}
}

//PROB_CALLS_WAIT

/**
 * The Probability a Ticket waits in the queue
 *
 * @param {num} demand Volume de contatos recebidos no período
 * @param {num} reporting_period [minutos] Intervalo de tempo em que recebe a demanda
 * @param {num} AHT [segundos] Average Handling Time: Tempo médio de atendimento (Tempo
falado + tempo de anotações complementares (Wrap up time))
 * @param {num} agentes: número de agentes/atendentes disponíveis para atender no período
 * @return Probabilidade do contato ficar em espera na linha
 * @customfunction
 */

function ProbCallWaits(demand,reporting_period,AHT,agentes) {
var Inten = intensidade_traf(demand,reporting_period,AHT);
var Occup = Inten/agentes;
var A_n = 1;
var SumA_k = 0;
for (i = agentes; i >= 0; i--) {
var A_k = A_n * i / Inten;
SumA_k = SumA_k + A_k;
A_n = A_k;
}
var PCW = 1 / (1 + ((1-Occup) * SumA_k));
if (PCW < 0) { PCW = 0; }
if (PCW > 1) { PCW = 1; }
return PCW;
}

```

```
}

/**
 * Returns O fatorial de um número
 *
 * @param {num} num: número que será calculado o fatorial
 * @return Fatorial de um número
 * @customfunction
 */

function factorial(num) {
  if (num == 0 || num == 1)
    return 1;
  for (var i = num - 1; i >= 1; i--) {
    num *= i;
  }
  return num;
}
```