



# Modelo Preditivo para Dimensionamento de Reserva Técnica

Segmento: Segurança Patrimonial



20/09/2022



# Pós-graduação Análise de Dados, Data Mining e Inteligência Artificial

**Nome do Aluno:**

Marcio Fernandes Cruz

**Coordenadores:**

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Alessandra de Ávila Montini

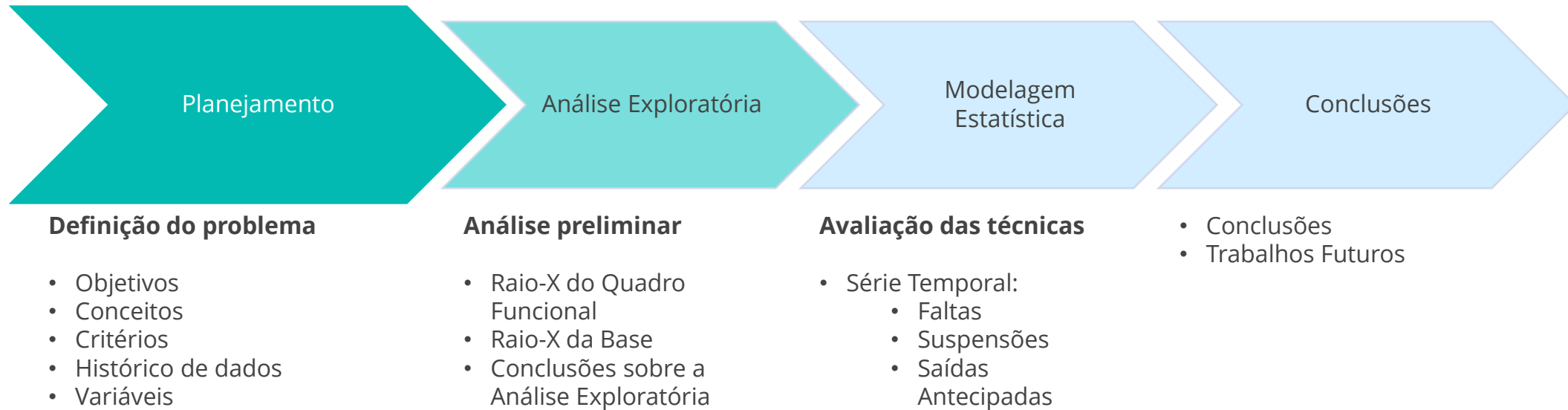
Prof. Dr. Adolpho Walter Pimazoni Canton



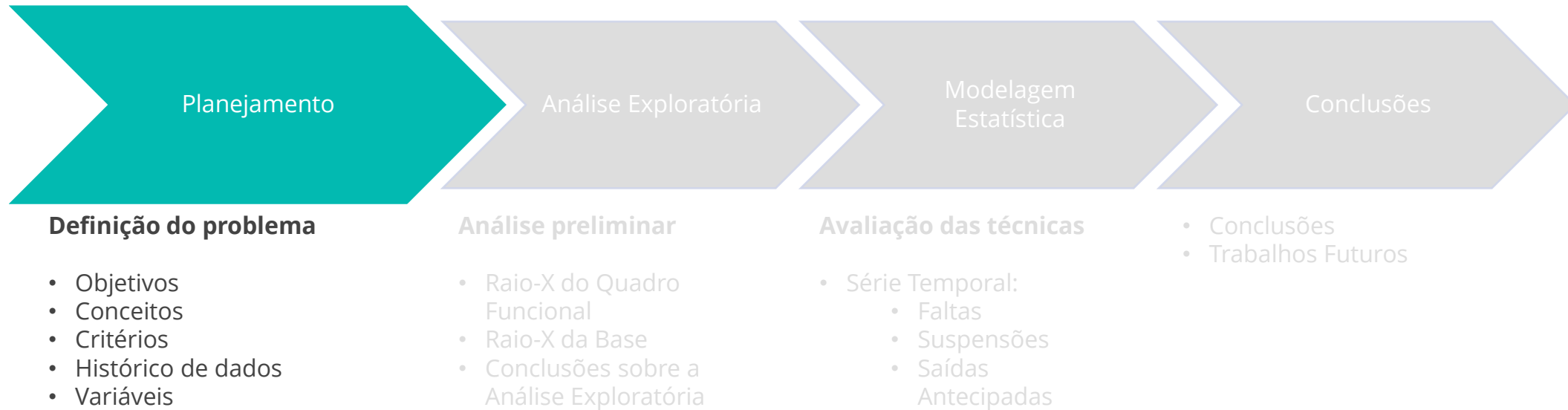
# Agenda

- 1. Objetivo do Trabalho
- 2. Contextualização do Problema
- 3. Tabelas
  - Postos dos Clientes, Área de Supervisão, Reserva Técnica, Média
  - Salarial e Eventos Diários de Funcionários
- 4. Raio-X do Quadro Funcional
- 5. Raio-X da Base de Dados
- 6. Modelagem Estatística
- 7. Conclusões
- 8. Trabalhos Futuros

# Metodologia de análise de dados



# Metodologia de análise de dados





# 1. Objetivo do Trabalho

Criar uma **ferramenta para o segmento de segurança privada, afim de que se consiga dimensionar com mais exatidão sua Reserva Técnica.**

A primeira parte do trabalho haverá uma apresentação de uma análise exploratória da distribuição dos postos de trabalho, quantidade diária de ausências no trabalho e quanto há de funcionários sobressalentes no plantão. Sobre este último item, será descrito quanto a empresa gasta a mais e quanto teoricamente poderia economizar observando apenas o aspecto do salário bruto.

A segunda parte do trabalho irá fazer uma proposta de uma modelagem estatística para auxiliar os gestores a prever a quantidade diária de ausências oriundas do funcionário, no caso: Faltas, Saídas Antecipadas e Suspensões.

Para apoiar este trabalho, foi extraído **dados diários históricos de apontamentos oriundos do quadro funcional** extraídos da base de dados de uma empresa de terceirização de mão de obra de segurança privada.

No final, espera-se que se possa **ser dimensionado com mais exatidão a Reserva Técnica**, mantendo o número de **colaboradores realmente necessários** que possam cobrir eventuais ausências em postos de trabalho e atender a demanda extra solicitada pela clientela.

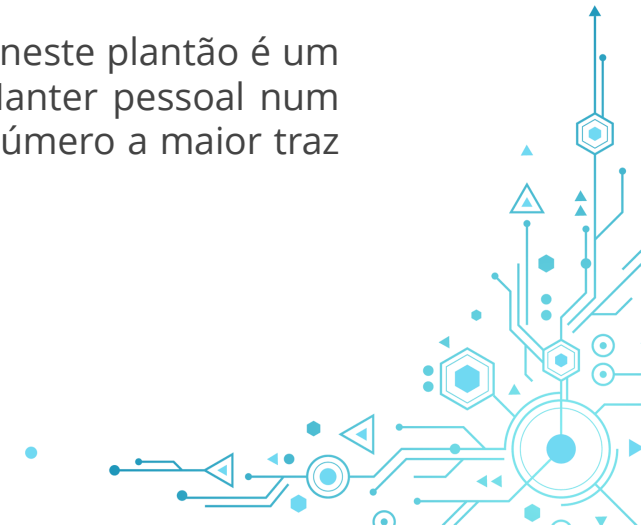
## 2. Contextualização do Problema

Empresas de terceirização mantêm vários contratos de fornecimento de serviços junto a seus clientes, geralmente celebrando dois tipos de contratos: mensal e eventual.

Quando ao mensal, a empresa **não pode deixar que postos de trabalho fiquem descobertos**, e, deve fornecer mão-de-obra nos dias e horas acordados. Sobre o tipo eventual, são solicitados pelos clientes de forma esporádica e, da mesma forma, a empresa de segurança deve estar **preparada para atender a demanda**.

Os **quadros funcionais** destas empresas geralmente **são de grande número**, com o objetivo de atender estes dois tipos de contrato. Além disso, se mantém um **plantão** dentro da empresa de funcionários que **possam ser acionados para cobrir possíveis ausências de trabalhadores** originais em seus postos ou **atuar em serviços extras**. No jargão do segmento, o nome deste plantão se chama **Reserva Técnica**.

**Otimizar o número de colaboradores realmente necessários** neste plantão é um **grande desafio** das empresas que atuam **neste segmento**. Manter pessoal num número menor prejudica os contratos junto aos clientes e, um número a maior traz gastos e encargos trabalhistas que podem ser evitados.



## 3.i - Tabela: Postos Diários dos Clientes



### Visão da base

- Entre 01/01/2020 e 31/03/2022 há registros diários de quantidade de Postos de trabalho nos Clientes e dados referente a ausência de colaboradores.

### Filtros de exclusão

- Função do tipo Vigilante;
- Área de Atuação São Paulo/SP;
- Período Diurno.

### Período da Base de Treino

- Janeiro/2020 a Dezembro/2021.

### Período de Base de Teste

- Janeiro/2022 a Março/2022.





## 3.i - Filtros: Postos Diários dos Clientes

9



## 3.i – Variáveis: Tabela de Postos Diários dos Clientes

10

Iremos utilizar a Data e Total de Ausências provocadas pelo Funcionário no Dia



### Variáveis

- Data
- Quantidade Postos
- Funcionários em Faltas
- Funcionários em Férias
- Funcionários que fizeram Saída Antecipada
- Funcionários em Curso de Reciclagem
- Funcionários em Suspensão
- Total de Ausências no Posto: Soma de Faltas, Férias, Saída Antecipada, Reciclagem e Suspensão
- Total de Ausências provocadas pelo Funcionário: Soma de Faltas, Saída Antecipada e Suspensão.



## 3.ii – Tabela: Área de Supervisão



### Visão da base

- Cada posto de trabalho é associado a uma área de supervisão e, esta última está associada a uma Localidade;
- A contagem de postos, ausências e funcionários em plantão será a partir da localidade e, esta tabela é auxiliar a montagem da consulta da Base Analítica.

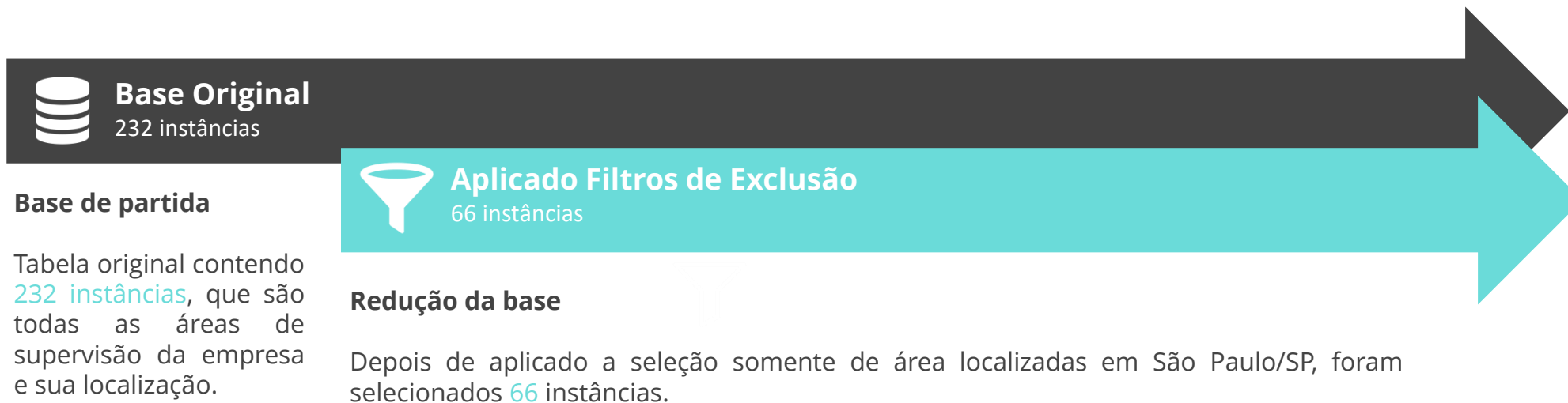
### Filtros de exclusão

- Localidade: São Paulo/SP.



## 3.ii – Filtros: Área de Supervisão

12



## 3.ii – Variáveis: Área de Supervisão

13

Tabela contém 66 áreas que são em São Paulo/SP



### Variáveis

- Nome da Área
- Localidade
- Unidade Federativa





### 3.iii – Tabela: Reserva Técnica



#### **Visão da base**

- Tabela que contém a contagem diária de funcionários em plantão;
- É trazido um total de postos por Área de Supervisão e Função.

#### **Filtros de exclusão**

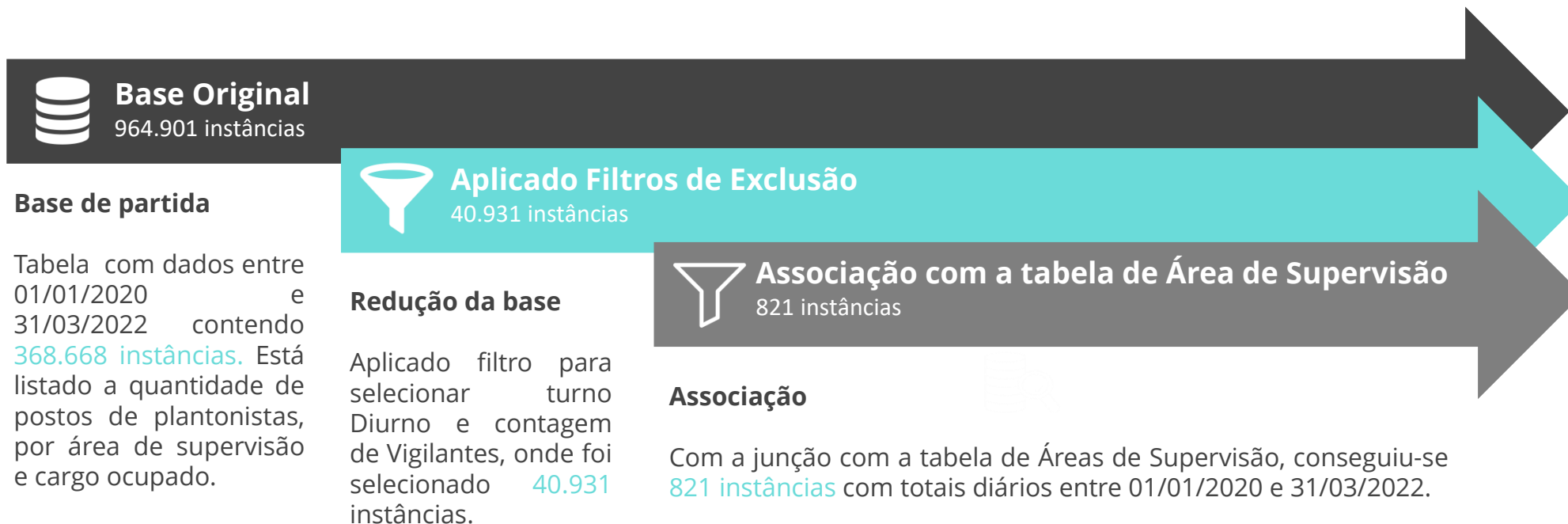
- Turno Diurno;
- Cargo Vigilante;
- Área de Supervisão da cidade de São Paulo/SP.

#### **Associação com a tabela de Área de Supervisão e Localidade**

- O objetivo é descobrir o total diário de postos de plantonistas para a cidade de São Paulo/SP.



### 3.iii – Filtros: Reserva Técnica



### 3.iii – Variáveis: Reserva Técnica

Esta tabela tem a informação de total diário de plantonistas Vigilantes, Diurnos e de São Paulo/SP



#### Variáveis

- Data
- Quantidade de Plantão



## 3.iv - Tabela: Média Salarial



### Visão da base

- Esta tabela possui a média salarial de vários cargos, turnos por área de Supervisão.

### Filtros de exclusão

- Função do tipo Vigilante
- Área de Atuação em São Paulo/SP
- Período Diurno

### Redução da Base para Descoberta da Média Salarial

- Salário médio em 2022: R\$ 1.819,72



## 3.iv – Filtros: Média Salarial





## 3.iv – Variáveis: Média Salarial

19

Média Salarial em 2022, pago em São Paulo/SP para Vigilantes Diurnos



### Variável

- Média do Salário



## 3.v – Tabela: Eventos Diários de Funcionários



### Visão da base

- São os 731 registros extraídos inicialmente da base original;
- Originalmente contém a coluna Data, Total de Postos e Ausências.

### Associação com a tabela de Reserva Técnica

- Foi incluído na análise a coluna Quantidade de Plantonistas.



### 3.v – Filtros: Eventos Diários de Funcionários



#### Base de partida

Tabela com dados entre 01/01/2020 e 31/12/2021 contendo **731 instâncias**. A tabela é a base de Teste, contendo Data, Soma de Quantidade de Postos e Ausências dos Funcionários.

#### Plantonistas

O resultado são as mesmas **731** instâncias pois foi apenas associado o total de plantonistas para determinado dia de trabalho de um vigilante diurno na cidade de São Paulo/SP.



## 3.v – Variáveis: Eventos Diários de Funcionários

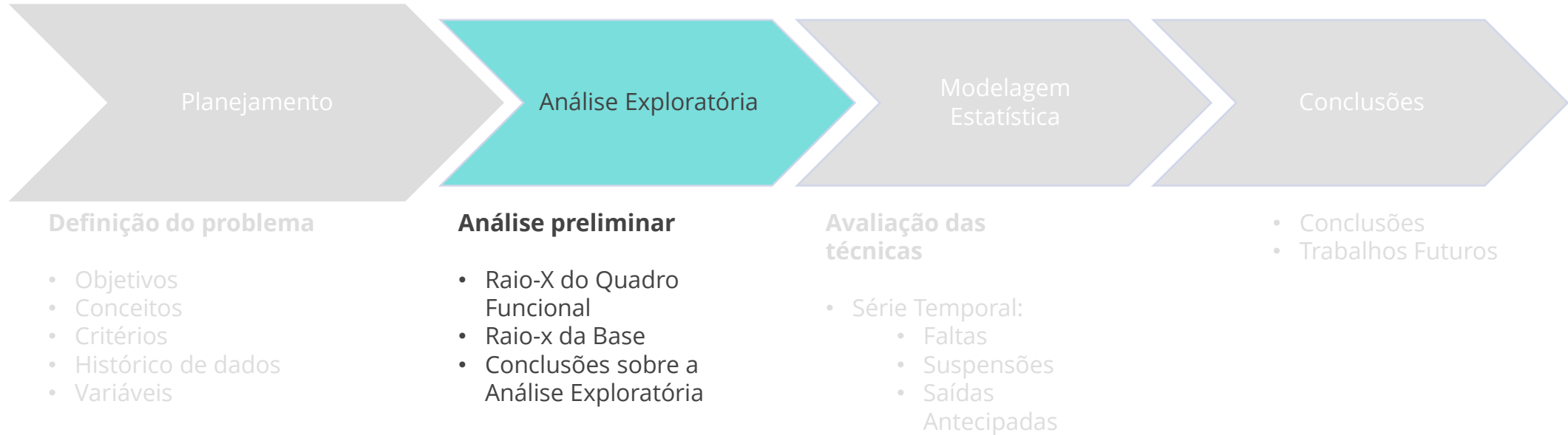
Tabela que contém dados da Base de Teste que será utilizada para tirar as conclusões iniciais do projeto



### Variável

- Data
- Quantidade de Postos
- Quantidade de Plantonistas
- Funcionários em Faltas
- Funcionários em Férias
- Funcionários que fizeram Saída Antecipada
- Funcionários em Curso de Reciclagem
- Funcionários em Suspensão
- Total de Ausências no Posto: Soma de Faltas, Férias, Saída Antecipada, Reciclagem e Suspensão.
- Total de Ausências provocadas pelo Funcionário: Soma de Faltas, Saída Antecipada e Suspensão.







## 4. Raio-X do Quadro Funcional

24

### Quadro Funcional

- A empresa vende postos de trabalho em 12 unidades da federação.
- O Estado de São Paulo responde por **59,53%** das vagas comercializados pela empresa de segurança.
- Dentro do Estado de São Paulo, a capital possui **43,85%** das vagas, mais que o triplo da segunda cidade que é Guarulhos.
- No Estado de São Paulo, Vigilante é o cargo mais comum na empresa, onde representa **23,7%** dos postos com este cargo.
- A distribuição de postos de trabalho de vigilante é praticamente metade dia e noite por ser um cargo que envolve segurança.



### Média Salarial

- Para Vigilantes que trabalham durante o dia, a empresa paga um salário bruto médio R\$ 1.819,72 em São Paulo/SP.



Detalhes das análises



## 5. Raio-X da Base de Dados

25

### Números da Base na cidade de São Paulo

- Na cidade de São Paulo/SP, há em média **175 postos de trabalho** de Vigilante somente durante o período Diurno.
- 8 funcionários por dia não comparecem ao trabalho pelos mais diversos motivos.
- A empresa mantém em média **21 funcionários** com o cargo vigilante no plantão por dia.
- Sendo o salário médio de R\$1.819,72, a folha salarial destas pessoas são **R\$ 38.214,03 mensais**. Isso sem contar benefícios, adicionais e outros encargos trabalhistas.
- Dos 731 dias observados, somente 41 dias teve um número maior de ausências no trabalho do que funcionários disponíveis na Reserva Técnica.



### Conclusões Preliminares

- Em números gerais, há em média **13 funcionários a mais** na Reserva.
- A folha salarial destes funcionários sobressalentes é de R\$ 23.656,30.
- Por outro lado, se os funcionários em Reserva fosse apenas o necessário, ou seja a média 8, a folha seria de **R\$ 14.557,76**.
- Se a empresa dimensionar melhor sua Reserva, mantendo os funcionários realmente necessários para cobrir ausências, conseguirá obter uma economia significativa, no caso 61,90% mensais.



# 5.i. Raio-X da Base de Dados

ANÁLISE EXPLORATÓRIA | UNIVARIADA E BIVARIADA

26



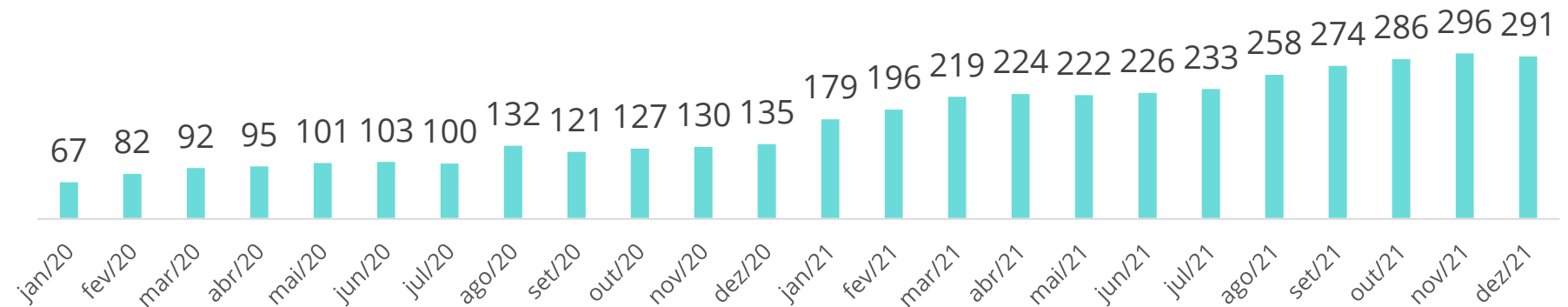
## Postos de Trabalho no Cliente

- No período analisado a empresa apresentou crescimento na média mensal de fornecimento de mão de obra de Vigilância na cidade de São Paulo.

### Variável

- Quantidade de Postos

## Média de Postos de Trabalho no Clientes



# 5.i. Raio-X da Base de Dados

ANÁLISE EXPLORATÓRIA | UNIVARIADA E BIVARIADA

27



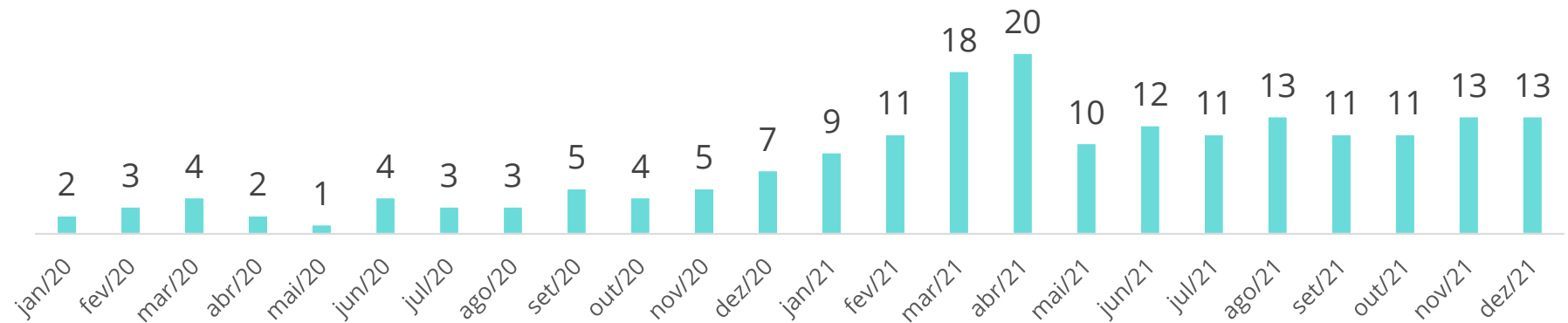
## Ausências no Trabalho

- A Quantidade de Ausências é a soma de Faltas, Férias, Saída Antecipada, cursos obrigatórios de reciclagem e suspensões.
- Esta quantidade resume o fato do funcionário deixar de trabalhar no cliente que contratou os serviços da empresa de Segurança.

### Variável

- Quantidade de Ausências

## Média de Ausências no Trabalho nos Clientes



# 5.i. Raio-X da Base de Dados

ANÁLISE EXPLORATÓRIA | UNIVARIADA E BIVARIADA

28

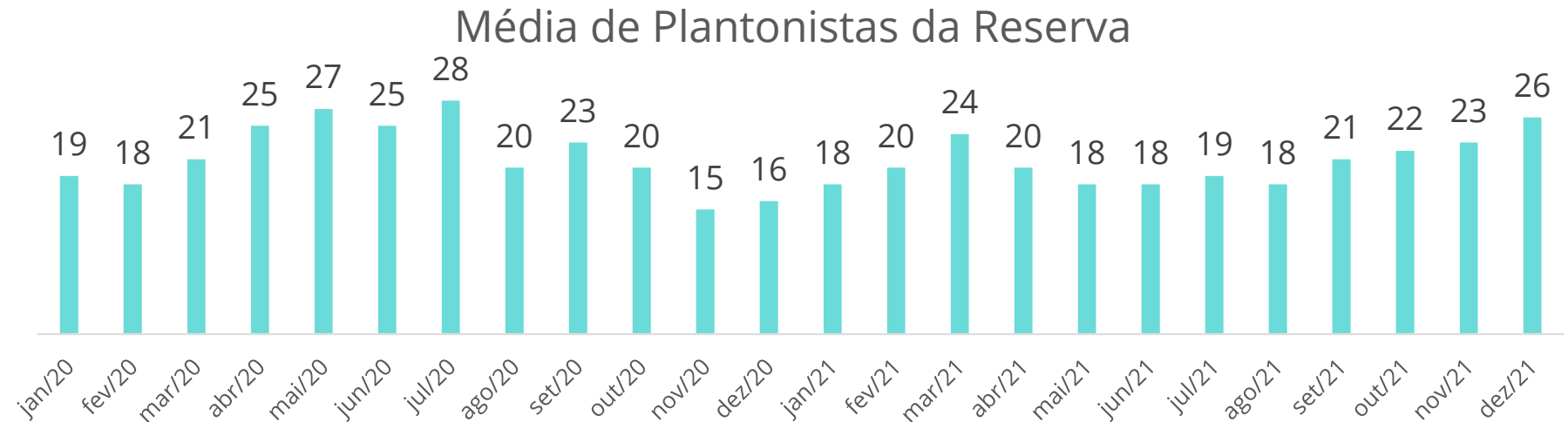


## Plantonistas

- Na média geral, são 21 funcionários no plantão, aguardando alguma ausência nos postos do cliente para serem direcionados a este locais.
- Mas, observando estes números mensalmente, há uma visível oscilação no decorrer dos meses.

### Variável

- Quantidade de Plantonistas





# 5.i. Raio-X da Base de Dados

ANÁLISE EXPLORATÓRIA | UNIVARIADA E BIVARIADA

29



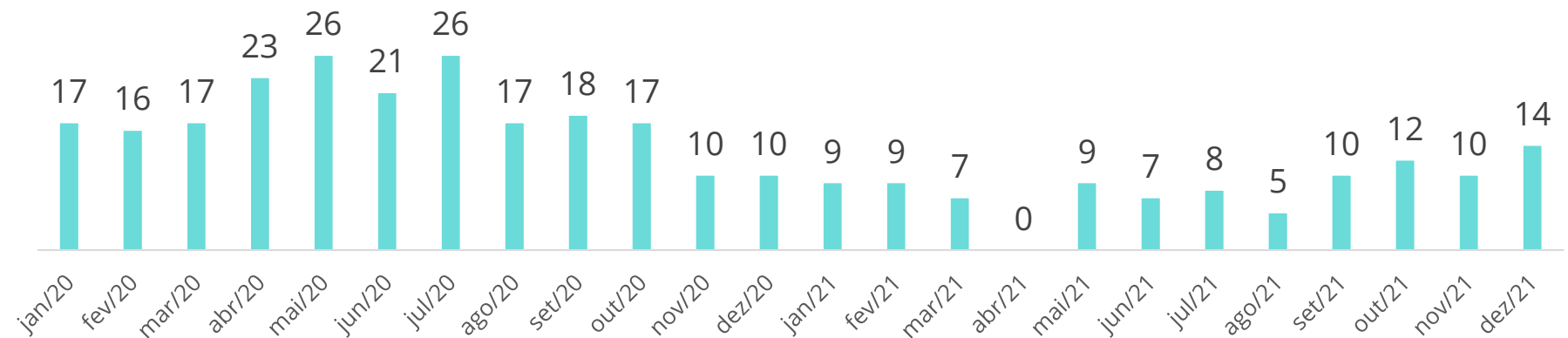
## Funcionários Sobressalentes na Reserva Técnica

- A média geral de funcionários sobressalentes é de 13 mas, observando mensalmente há uma oscilação deste número no período observado de 24 meses.

### Variável

- Sobressalente

### Média de Vigilantes Sobressalentes na Reserva



# 5.i. Raio-X da Base de Dados

ANÁLISE EXPLORATÓRIA | UNIVARIADA E BIVARIADA

30



## Ausências no Posto do Cliente

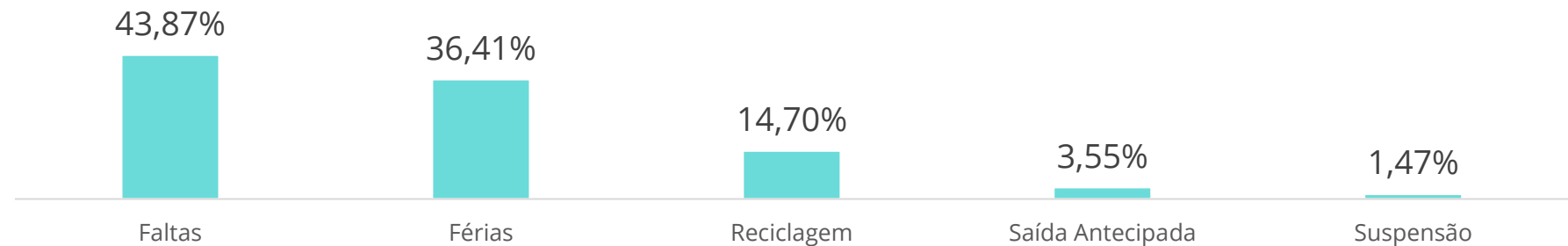
- A ausência no posto de trabalho é formato por cinco eventos: Faltas, Férias, Reciclagem, Saída Antecipada e Suspensão.
- Destes, 2 podemos considerar como previsíveis: Férias e Reciclagem.
- Por outro lado, Faltas, Saída Antecipada e Suspensão são imprevisíveis (\*) pois são ocasionados pelo funcionário.
- Os eventos previsíveis representam 51,10% contra 48,90% dos imprevisíveis.

(\*) – Este trabalho tentará criar uma ferramenta para a empresa prever estes valores e, assim, ajudar dimensionar melhor a reserva.

### Variável

- Ausência no Posto

## Formação da Ausência nos Postos



# 5.i. Raio-X da Base de Dados

ANÁLISE EXPLORATÓRIA | UNIVARIADA E BIVARIADA

31



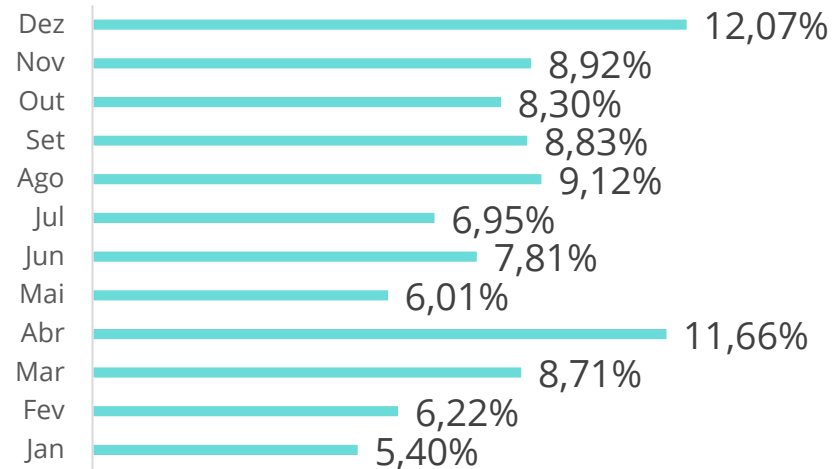
## Ausências no Posto do Cliente devido a Faltas

- Os meses de Abril e Dezembro apresentam a maior quantidade de Faltas.
- As faltas no Domingo são na proporção de 7,77%, ou seja, metade de qualquer dia da Semana.

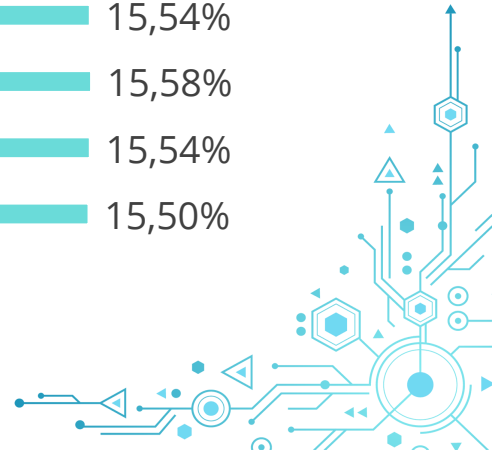
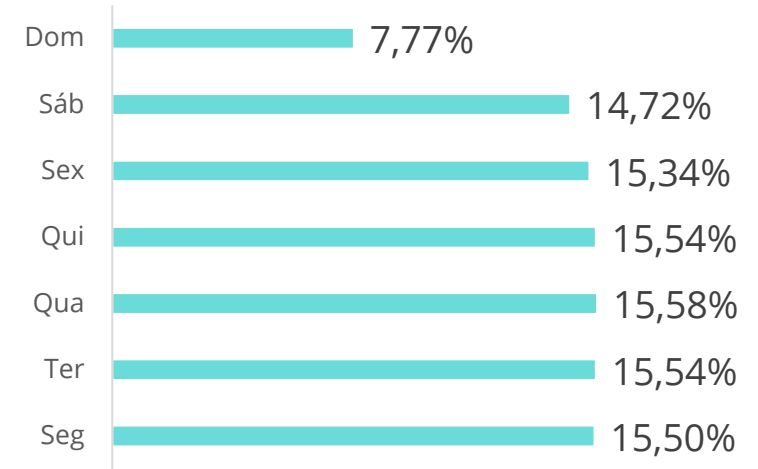
### Variável

- Falta

### Faltas por Mês



### Faltas por Dia da Semana



# 5.i. Raio-X da Base de Dados

ANÁLISE EXPLORATÓRIA | UNIVARIADA E BIVARIADA

32



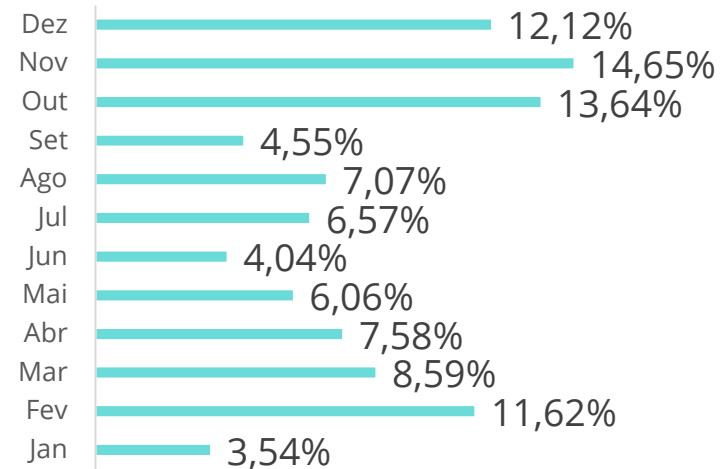
## Ausências no Posto do Cliente devido a Saídas Antecipadas

- **40,40%** das Saídas Antecipadas ocorrem entre Outubro e Dezembro.
- **39,90%** das Saídas Antecipadas ocorrem na Sexta e na Segunda.

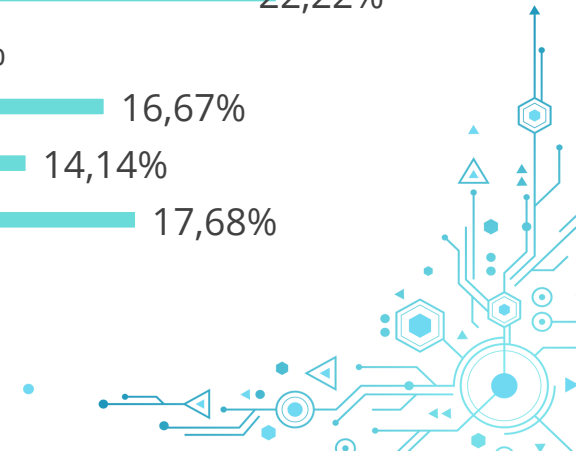
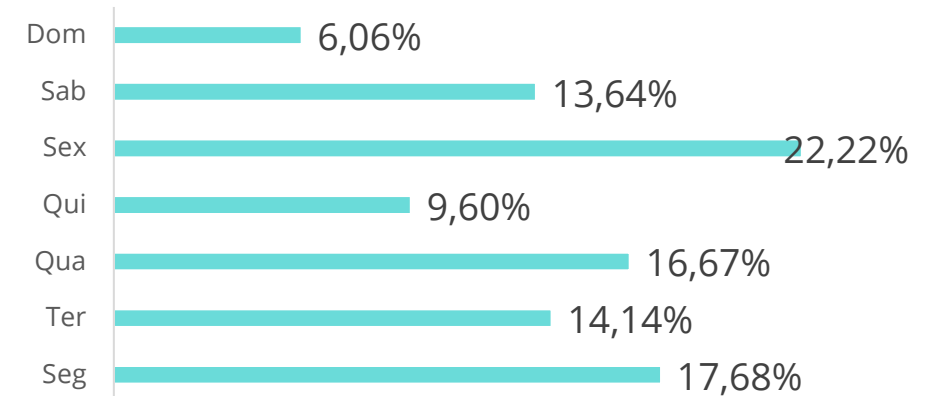
### Variável

- Saída Antecipada

### Saída Antecipada por Mês



### Saída Antecipada por Dia da Semana



# 5.i. Raio-X da Base de Dados

ANÁLISE EXPLORATÓRIA | UNIVARIADA E BIVARIADA

33



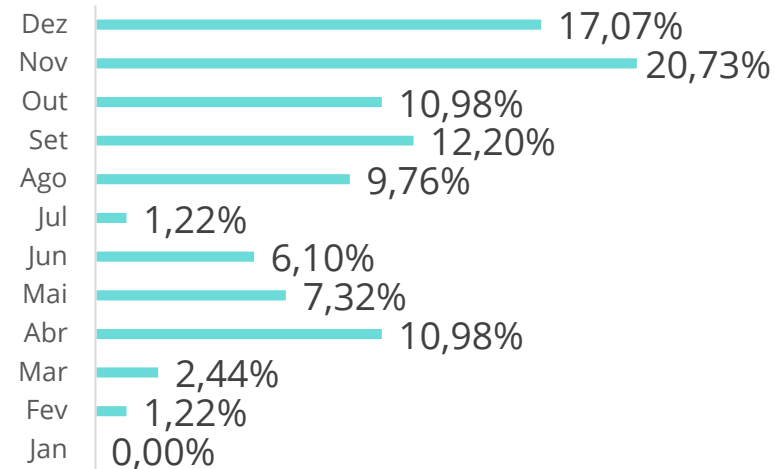
## Ausências no Posto do Cliente devido a Suspensões

- **37,80%** das Suspensões ocorreram em Novembro e Dezembro.
- O mês de janeiro não teve Suspensões registradas.

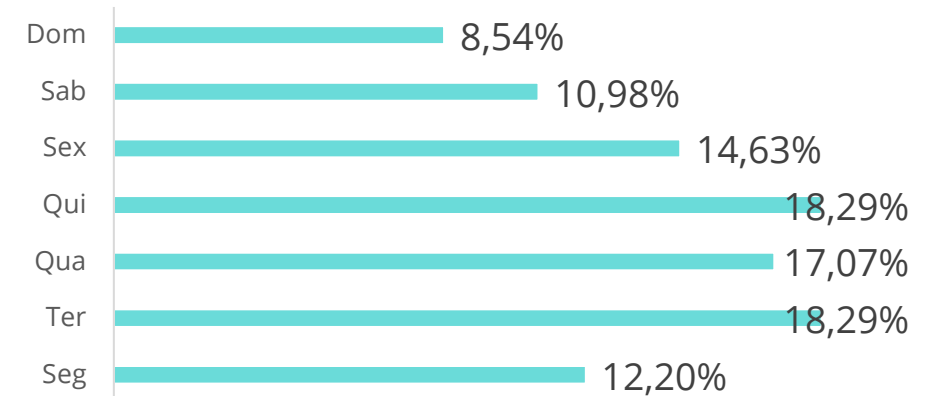
### Variável

- Suspensão

### Suspensões por Mês



### Suspensões por Dia da Semana



# 5.i. Raio-X da Base de Dados

ANÁLISE EXPLORATÓRIA | UNIVARIADA E BIVARIADA

34



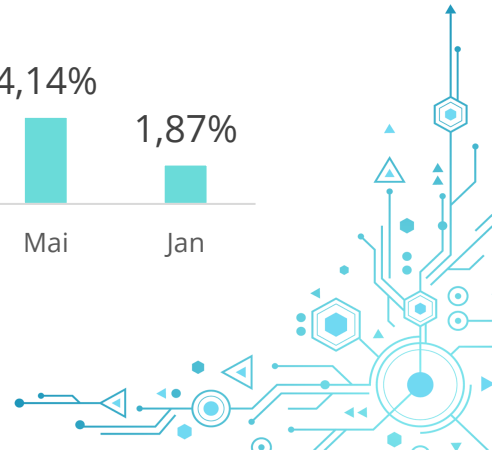
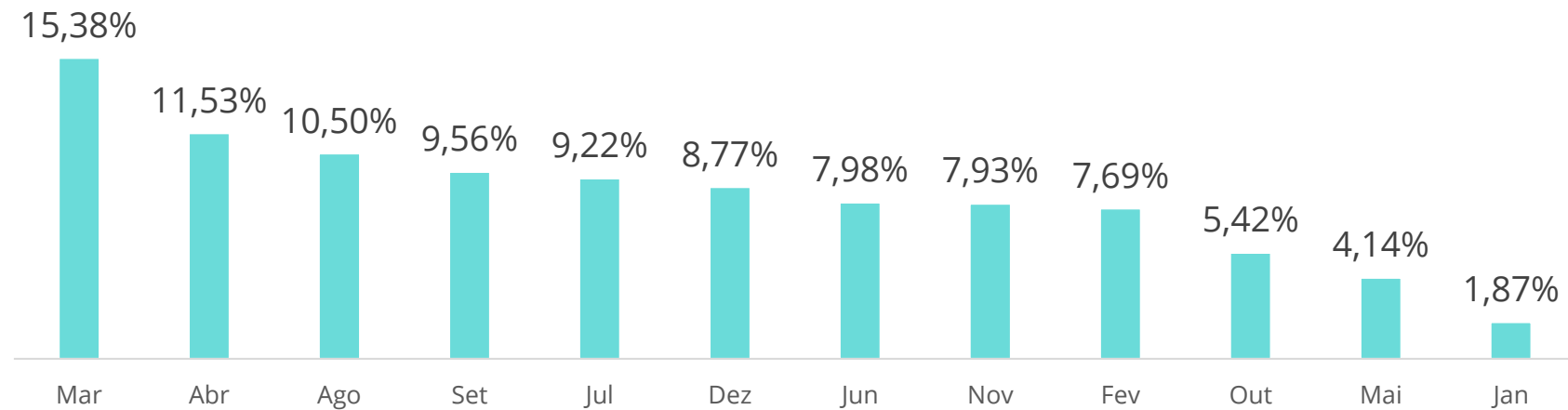
## Ausências no Posto do Cliente devido a Férias

- 26,91% das férias de vigilantes ocorrem entre Março e Abril.

### Variável

- Férias

### Férias



# 5.i. Raio-X da Base de Dados

ANÁLISE EXPLORATÓRIA | UNIVARIADA E BIVARIADA

35



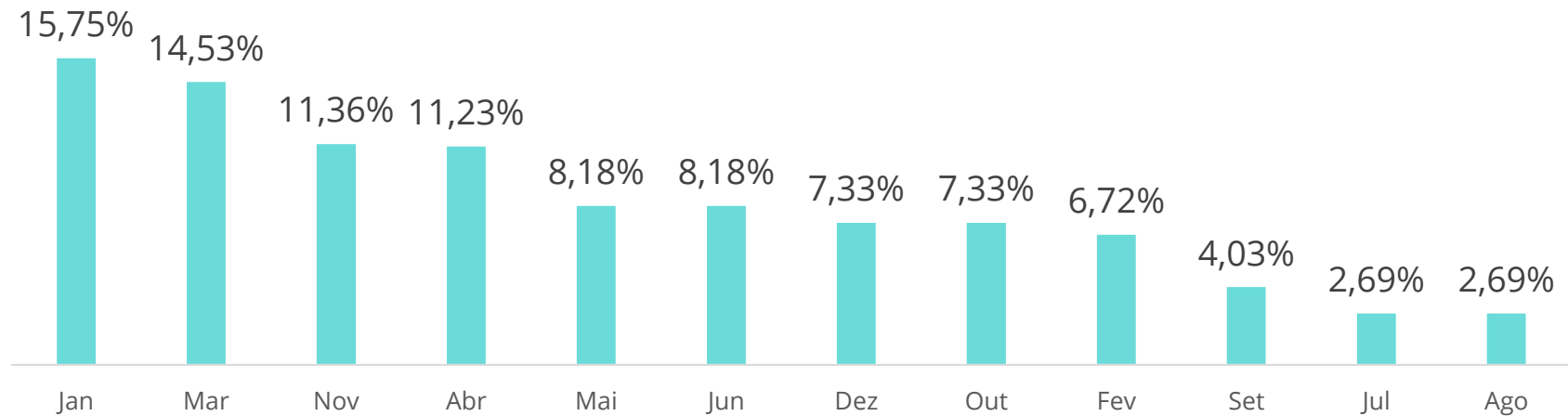
## Ausências no Posto do Cliente devido a Reciclagem

- Julho, Agosto e Setembro são os meses que tem se formam menos turmas (**9,40%**) do curso obrigatório de reciclagem de vigilantes.
- Março é um mês forte de impacto de ausências pois, além dos **14,53%** de Reciclagem, coincide também com os **15,38%** de pessoas que saem de Férias.

### Variável

- Reciclagem

## Reciclagem





## 5.i. Conclusões sobre a Análise Exploratória

ANÁLISE EXPLORATÓRIA | CONCLUSÕES

36



Reciclagem



Férias

As variáveis Reciclagem e Férias apesar de representar a maioria dos eventos de ausências no Trabalho (**51,10%**), não serão utilizadas para se criar modelos para previsão.

O motivo disso é que estas ocorrem obrigatoriamente todo ano. Quanto a Reciclagem, são cursos obrigatórios que todo profissional que atua com vigilância deve fazer, para manter válido a sua CNV – Carteira Nacional de Vigilante. E, as férias, é direito anual amparado pela CLT.

A orientação deste trabalho é que os responsáveis da empresa observe os números de eventos de Faltas, Saídas Antecipadas e Suspensões e concentre a criação de turmas de cursos de reciclagem e lançamento de férias em meses que há um menor número de ausências deste tipo, por exemplo, Janeiro.



Falta



Saída  
Antecipada

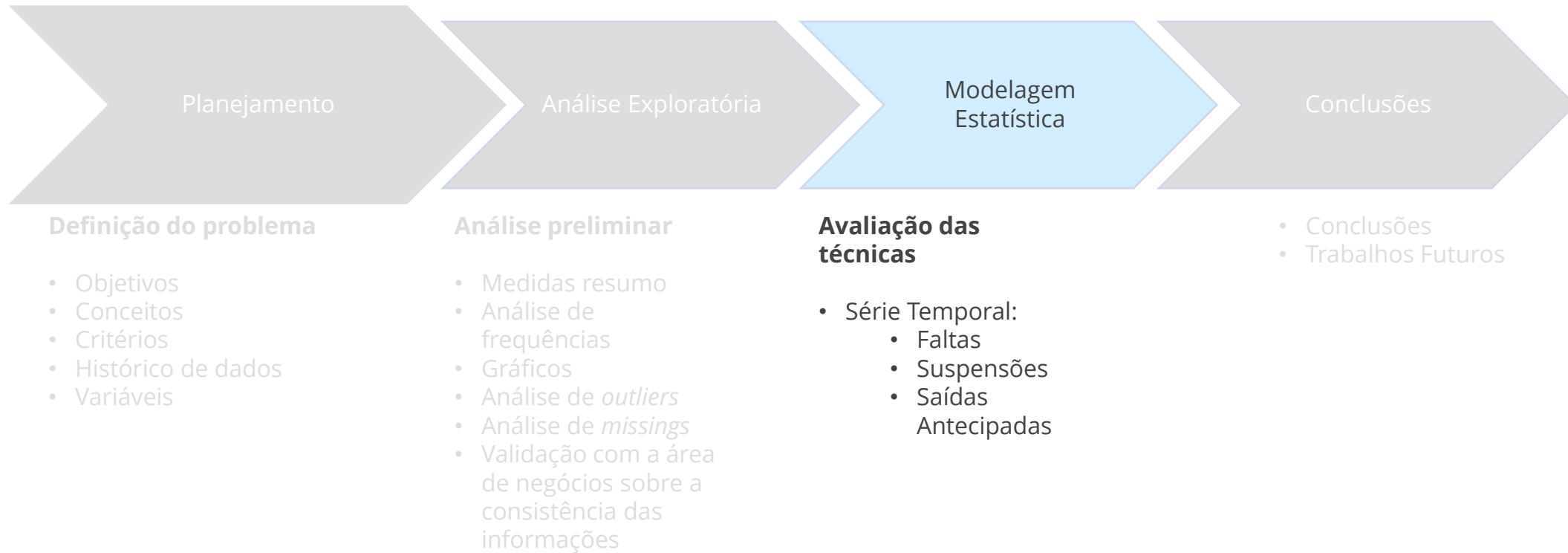
As variáveis Falta, Saída Antecipada e Suspensão representam **48,90%** das ausências aos postos de trabalho dos clientes e tem a característica de ser eventos originados pelo funcionário e não pela empresa.

Como o problema que a empresa precisa resolver é o dimensionamento do número necessário de funcionários plantonistas que precisam estar na Reserva em determinado dia, é um problema de projeção e, análise individual destas três variáveis parece ser um caminho para resolver o problema de forma geral, utilizando técnicas que envolvem **Série Temporal**.



Suspensão





# 6. Modelagem Estatística

MODELAGEM ESTATÍSTICA | AUSÊNCIA NO TRABALHO

38



Falta



Saída Antecipada



Suspensão

## Estratégia Adotada para a Modelagem

Como descrito na análise exploratória, eventos causados pelo funcionário representam 48,90% de ausências nos postos de trabalho. Para os eventos de Falta, Saída Antecipada e Suspensão será apresentado uma **modelagem acompanhado de sua métrica de avaliação**. Por último, serão somados as previsões individuais de cada um destes eventos, que gerará a previsão total diária de ausências, onde também acompanhado de sua métrica de avaliação.

Empresas deste segmento fazem programação semanal de plantão, assim, no modelo foi adotado 7 dias para frente.

	Média Diária	Média Diária Arredondada
Faltas	5,64	6
Saídas Antecipadas	0,63	1
Suspensões	0,35	1

- A empresa não utiliza nenhum modelo para prever ausências de funcionário
- Usaremos a média diária arredondada como referência de qualidade.
- O critério de aceite para adoção de um modelo estatístico é a necessidade ter uma métrica de qualidade mais eficiente do que a aplicação da média diária arredondada.

## Seleção de Registros para a Modelagem

Para a base de treino, foi separado 731 registros de postos de trabalho e eventos que estão entre 01/01/2020 e 31/12/2021. E, para testes, 90 registros entre 01/01/2022 e 31/03/2022.

Porém, por se tratar de modelagem com técnicas de **Séries Temporais**, foram utilizados apenas os últimos 90 dias de 2021, bem como somente os primeiros 7 dias do ano de 2022 para Teste do Modelo.



# 6. Modelagem Estatística

MODELAGEM ESTATÍSTICA | FALTA

39



Falta

## Modelagem de Falta

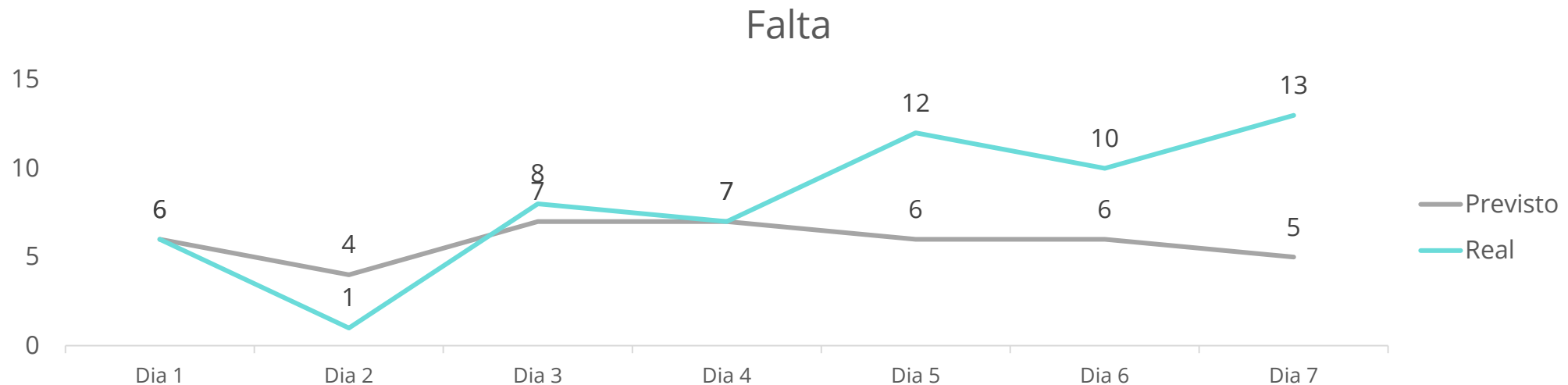
Este modelo apresentou um erro de 0,07% no primeiro dia de predição e, nos dias subsequentes, o erro subiu vertiginosamente, trazendo uma média constante a partir do 7.o dia.

Por outro lado, não é observado uma variação de mais de 4 faltas na semana de previsão, abaixo da média de 6 faltas.

Assim sendo, aplicar o modelo estatístico de série temporal acaba sendo uma boa opção para a empresa.



Detalhes das análises



# 6. Modelagem Estatística

MODELAGEM ESTATÍSTICA | SUSPENSÃO

40

## Modelagem de Suspensão

A suspensão é um evento que ocorre em uma frequência muito baixa, com média de 0,35 por dia e, por efeitos de negócio, arredondamos para 1.

Extraindo os valores do modelo, foi verificado que o modelo erra 44,20% no primeiro dia e, este erro vai aumentando até chegar a 65,56% no último dia. E, com variação de 0,442 suspensões no primeiro dia até chegar a 0,89 no último dia, ou seja, sempre abaixo de 1, batendo com a média histórica deste evento.

Conforme verificado nos Detalhes, será indiferente projetar usando uma modelagem de série temporal comparado a uma projeção baseada na média diária.



Detalhes das análises



# 6. Modelagem Estatística

MODELAGEM ESTATÍSTICA | SAÍDA ANTECIPADA

41



Saída Antecipada

## Modelagem de Saída Antecipada

A saída antecipada é um evento que ocorre em uma frequência muito baixa, com média de 0,6333 por dia e, por efeitos de negócio, arredondamos para 1. Porém, há dias que a saída antecipada chega a 4, conforme pode ser visto no sétimo dia.

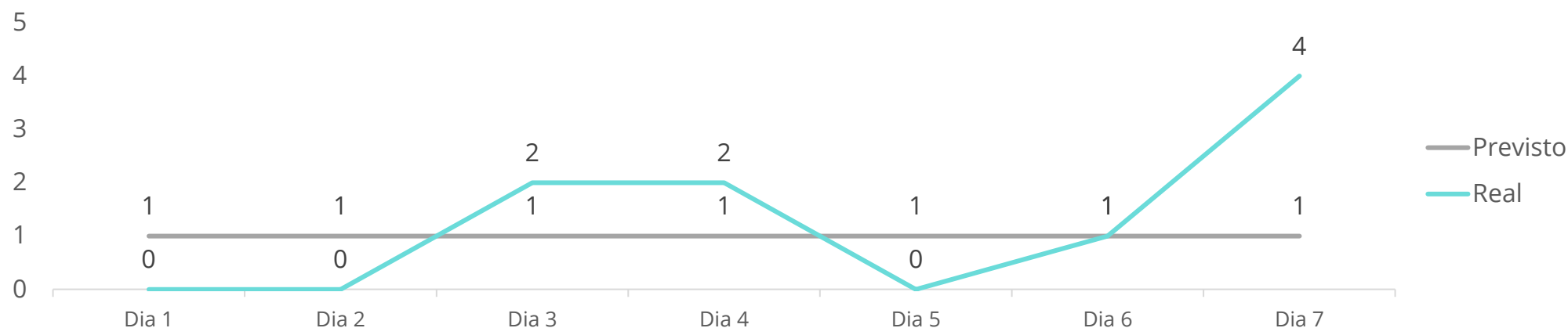
O modelo informa que há variação de 0,56046 saídas antecipadas no primeiro dia, chegando a 1,2056 no sétimo dia de projeção. Ou seja, valores muito próximos a média de 1 diário.

Conforme verificado nos Detalhes, será indiferente projetar usando uma modelagem de série temporal comparado a uma projeção baseada na média diária.



Detalhes das análises

## Saída Antecipada



# 6. Modelagem Estatística

MODELAGEM ESTATÍSTICA | AUSÊNCIAS CAUSADAS PELO FUNCIONÁRIO

42



Falta



Saída  
Antecipada



Suspensão

## Conclusões sobre modelos estatísticos de Série Temporal para previsão de ausência de funcionários

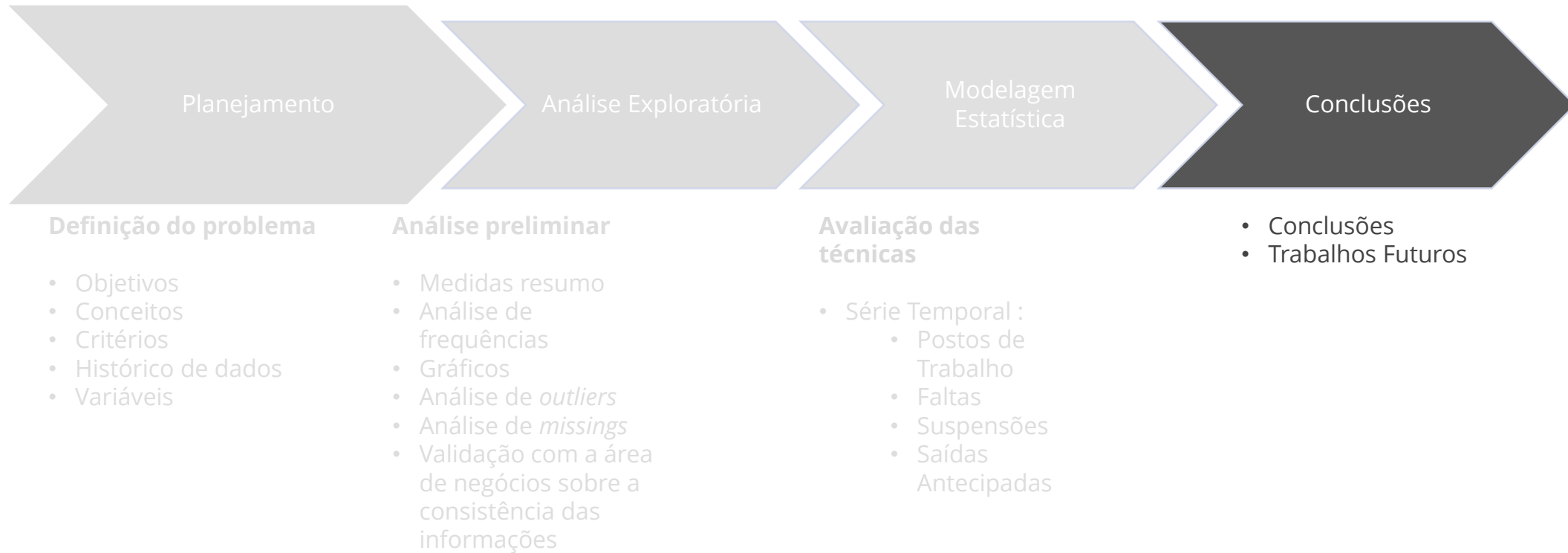
O gráfico abaixo representa a projeção total de ausências a partir da soma individual dos preditores diários de Faltas, Saídas Antecipadas e Suspensões.

E o que foi constatado que se a empresa resolver utilizar o modelo, irá usar uma ferramenta que errará 55,42% e, caso resolva não usar modelo, fazendo projeção sobre a média de 11 ausências, irá errar 82,25%.

Outra fator é a média de erros verificada pelo modelo estatístico de série temporal que é de 4,28 ausências, e, a média de erros diário caso aplicasse a aplicação de média, seria 3,42 pessoas. Em tese, a aplicação do modelo estatístico de série temporal é ligeiramente melhor.



# Metodologia de análise de dados





## 7. Conclusões

- Foi demonstrado que a empresa mantém em média 21 funcionários no plantão e, existe espaço para otimizar este número, trazendo economia a empresa.
- Foi separado os eventos de ausências em 2 grupos, sendo um causado pela empresa e outro causado pelo funcionário.
- O entendimento do motivo que levam os funcionários a se ausentarem com mais frequência em certos dias da semana e meses do ano ajudará a empresa a criar campanhas de conscientização junto aos colaboradores, bem como criar plano contingência para evitar problemas em seus contratos de trabalho.
- Por fim, é apresentado uma proposta de criação de modelos estatísticos para procurar prever Faltas, Suspensões e Saídas Antecipadas que, embora teoricamente imprevisíveis, usamos técnicas de séries temporais para tentar prever estes números.



## 8. Trabalhos Futuros

45

Quanto a análise exploratória apresentada, os gestores podem abrir outras frentes de estudos, observando outros tipos de cargos e regiões do Brasil. Longe de ser um trabalho definitivo, este estudo observou apenas um fração do quadro funcional de uma empresa de segurança privada.

Da mesma forma, a modelagem foi feita usando técnicas de séries temporais da estatística clássica. Este trabalho tem espaço para se estudar e aplicar técnicas de inteligência artificial, tentando buscar modelos mais eficientes aos apresentados aqui.

Este trabalho tem como objetivo de trazer discussão e evolução ao negócio. Levanto aqui uma última sugestão: Criação de uma API, consumida pelos usuários do sistema da empresa, que tragam projeções baseadas nas análises e modelagem deste trabalho.

Além da projeção das ausências, podemos utilizar dados do próprio funcionário, para prever se o mesmo irá faltar, sair mais cedo do trabalho ou levar uma suspensão, otimizando ainda mais a operação.

- Análises Complementares
-