

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETROTÉCNICA
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DA CONFIABILIDADE**

DALTON YUKIO MIZUGUCHI

**APLICAÇÃO DE CONCEITOS ESTATÍSTICOS EM ANÁLISE DE
TEMPO DE RESPOSTA EM CENTRAL DE SUPORTE TECNICO**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA

2019

DALTON YUKIO MIZUGUCHI

**APLICAÇÃO DE CONCEITOS ESTATÍSTICOS EM ANÁLISE DE
TEMPO DE RESPOSTA EM CENTRAL DE SUPORTE TECNICO**

Monografia apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Engenharia da Confiabilidade, do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. MSc. Wanderson Stael Paris

CURITIBA

2019



TERMO DE APROVAÇÃO

APLICAÇÃO DO CONCEITO DE MANTENABILIDADE NA ANÁLISE DE TEMPO DE RESPOSTA EM CENTRAL DE SUPORTE TECNICO

por

DALTON YUKIO MIZUGUCHI

Esta monografia foi apresentada em 31 de Outubro de 2019, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Engenharia da Confiabilidade, outorgado pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O aluno foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Wanderson Stael Paris, MSc.
Professor Orientador - UTFPR

Prof. Emerson Rigoni, Dr. Eng.
Membro Titular da Banca - UTFPR

Prof. Marcelo Rodrigues Dr.
Membro Titular da Banca - UTFPR

O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso.

Dedico este trabalho à minha família, pelo apoio nos momentos mais conturbados.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Prof. MSc. Wanderson Stael Paris pelo suporte dado durante o desenvolvimento desta monografia.

Ao professor José Flavio Ramos Junior pelo suporte dado durante às aulas do curso.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento à minha família, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

“O que é, por conseguinte, o tempo? Se ninguém me perguntar, eu sei; porém, se o quiser explicar a quem me fizer à pergunta, já não sei.” (SANTO AGOSTINHO, 1987)

RESUMO

MIZUGUCHI, Dalton Yukio. **APLICAÇÃO DE CONCEITOS ESTATÍSTICOS EM ANÁLISE DE TEMPO DE RESPOSTA EM CENTRAL DE SUPORTE TÉCNICO.** 2019. 53 folhas. Monografia (Especialização em Engenharia da Confiabilidade) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2019.

No estudo de engenharia da confiabilidade há grande concentração para discussões sobre vida de peças e equipamentos, porém não há na literatura acadêmica muitos estudos voltados ao conceito de manutenibilidade e tempos de execução de serviço. O trabalho teve como proposta realizar estudos sobre este tema através de um estudo de caso em uma central de suporte técnico onde foram analisados os tempos de resolução de casos recebidos. O estudo propôs realizar uma análise quantitativa com os dados levantados, sendo que foram definidas inicialmente duas amostras de equipes similares. Com o uso de softwares estatísticos como o MINITAB e o WEIBULL++ foi possível comparar os desempenhos das duas amostras. Também foram realizadas análises de outros parâmetros estatísticos como as médias e a dispersões dos tempos de cada amostra. No final foram feitas considerações sobre os resultados obtidos e recomendações de melhoria de processo.

Palavras-chave: Manutenibilidade. Controle estatístico de processo, Central de suporte técnico.

ABSTRACT

MIZUGUCHI, Dalton Yukio. **APPLICATION OF STATISTICAL CONCEPTS IN ANALYSIS OF ANSWER TIME IN TECHNICAL SUPPORT CENTER.** 2019. 53 folhas. Monografia (Especialização em Engenharia da Confiabilidade) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2019.

In the reliability engineering there is a great concentration for discussions about parts and equipment life, but there are not many studies in the academic literature focused on the concept of maintainability and service execution times. The work had as proposal to carry out studies on this subject through a case study in a technical support center where were analysed the resolution times of received cases. The study proposed to perform a quantitative analysis with the collected data, and initially two samples from similar teams were defined. Using statistical software such as MINITAB and WEIBULL++, it was possible to compare the performances of the two samples. Other statistical parameters were also analysed, such as the means and time dispersions of each sample. In the end, considerations were made about the results obtained and recommendations for process improvement.

Palavras-chave: Maintainability, Statistical Process Control, Technical Support Center.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figuras:

Figura2.1 - Fluxo de escalonamento de casos.	19
Figura3.1 – Metodologias aplicadas à engenharia da confiabilidade.....	22
Figura3.2 - Exemplo de Histograma	24
Figura3.3 - Exemplo Boxplot.....	26
Figura3.4 - Exemplo de um gráfico de controle	27
Figura4.1 - Gráfico de contorno (Comparação entre amostras A e B).....	31
Figura4.2 - Comparação entre tempo em fila x tempo aceito	32
Figura4.3 - Exemplo ajuste de amostra usando Histograma	33
Figura4.4 - Exemplo ajuste de amostra usando Bloxplot.....	34
Figura 4.5 - Exemplo carta de controle.....	35
Figura B1 - Histogramas gerados para análise dos dados – Amostra A	50
Figura B2 - Histogramas gerados para análise dos dados – Amostra B.	51
Figura C1 – Cartas de controle gerados para análise dos dados.....	52

Quadros:

Quadro2.1 - Descrição das severidades	19
Quadro4.1 - Amostras (Médias e desvio padrão)	32
Quadro4.2 - Comparação entre os modelos para a Amostra A	36
Quadro4.3 - Comparação entre os modelos para a amostra B.....	36
Quadro4.4 – Número de casos fora dos intervalos para Amostra A	37
Quadro4.5 – Número de casos fora dos intervalos para Amostra B	37

Equações:

Equação 1 - Desvio padrão amostral	27
Equação 2 - Função densidade de probabilidade-(pdf) Weibull	28
Equação 3 - Função densidade de probabilidade-(pdf) Weibull (2P)	28

LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

LISTA DE SIGLAS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas

LISTA DE SÍMBOLOS

s Desvio padrão amostral
f(t) Função densidade de probabilidade de Weibull em função do tempo
 β Fator de forma
 η Fator de escala
 γ Parâmetro de localização
e Número de Neper

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	PREMISSAS E PROBLEMA DE PESQUISA.....	14
1.2	OBJETIVOS	15
1.1.1	OBJETIVO GERAL.....	15
1.1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
1.3	JUSTIFICATIVA	15
1.4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	15
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO	16
2	PROCESSO DE SUPORTE A QUESTIONAMENTOS PÓS-VENDA.....	17
2.1	DEFINIÇÕES:.....	17
2.2	TIPOS DE CADEIA DE SUPORTE.....	18
2.3	CADEIA DE SUPORTE AS INFORMAÇÕES DE PÓS-VENDA.....	18
2.4	SÍNTESE E CONCLUSÃO DO CAPÍTULO	20
3	REFERENCIAL TEÓRICO	21
3.1	DEFINIÇÕES:.....	21
3.2	METODOLOGIAS APLICADAS A ENGENHARIA DA CONFIABILIDADE	21
3.3	CONCEITOS DE ESTATÍSTICA.....	22
3.4	DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIAS:.....	23
3.5	MEDIDAS DE TENDÊNCIA CENTRAL	24
3.6	DISPERSÃO DE DADOS:	26
3.7	GRÁFICO DE CONTROLE.....	27
3.8	DISTRIBUIÇÃO DE WEIBULL.....	28
3.9	SINTESE E CONCLUSÃO DO CAPÍTULO.	29
4	DESENVOLVIMENTO.....	30
4.1	PROCEDIMENTO PARA COLETA E ANÁLISE DE DADOS	30
4.2	RESULTADOS OBTIDOS:	30
4.2.1	COMPARAÇÃO ENTRE AMOSTRAS:	30
4.2.2	INFLUÊNCIA DO TEMPO EM FILA:.....	31
4.2.3	AVERIGUAÇÃO E TRATAMENTO DAS AMOSTRAS:.....	32
4.2.4	SÍNTESE E CONCLUSÃO DO CAPÍTULO	37
5	CONCLUSÃO	38
5.1	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	39
	REFERÊNCIAS	40
	APÊNDICE A – DADOS COLETADOS PARA AMOSTRAS.....	41
	APÊNDICE B – HISTOGRAMAS GERADOS PARA ANÁLISE DOS DADOS.....	50
	APÊNDICE C – CARTAS DE CONTROLE GERADOS PARA ANÁLISE DOS DADOS..	52

1 INTRODUÇÃO

No mercado automotivo, o setor de pós-venda vem a cada dia tendo uma maior importância na satisfação do cliente. Preços competitivos, disponibilidade de peças e bons serviços oferecidos, além de ser um atrativo para a marca, são fatores importantes para satisfação e fidelização de clientes.

Outro fator de grande importância é a cadeia de suporte técnico ao produto. O suporte a rede de concessionárias, além de desempenhar um importante papel no atingimento destes fatores, também contribui significativamente quanto à disponibilidade de veículos. Respostas rápidas e precisas são decisivas para na finalização de serviços de reparo e assim como no auxílio da definição das peças corretas a serem pedidas.

A engenharia da confiabilidade é combinação de estudos multidisciplinares que visam encontrar um melhor desempenho de sistemas, sendo estes maquinários ou equipes de trabalhos.

O intuito deste trabalho é analisar através dos conceitos da engenharia da confiabilidade o desempenho de equipes que trabalham em atendimento de suporte técnico.

1.1 PREMISSAS E PROBLEMA DE PESQUISA

Com o intuito de buscar melhoria do desempenho nos processos na cadeia de suporte, as organizações buscam meios para avaliar os chamados respondidos.

Os parâmetros normalmente utilizados para a gestão desse processo são: número de chamados abertos, medição dos tempos de respostas e cálculo das médias para tais parâmetros.

Nota-se que o emprego de conceitos estatístico é pouco utilizado na avaliação do processo. Muitas vezes, como o cálculo de médias, é utilizado o conceito simples de média aritmética como base de cálculo. Desconsiderando medidas de dispersão, análises de frequências e cálculos de probabilidades estatísticas.

Desse modo surge a seguinte pergunta: É possível utilizar estes conceitos estatísticos na análise de medições de modo a agregar valor nestes casos?

1.2 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GERAL

Analisar com base em conceitos estatísticos os tempos de respostas em chamados de uma central de suporte técnico.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para se atingir o objetivo geral proposto deverão ser seguidas as seguintes ações:

- Escolher um grupo da cadeia de suporte ao pós-venda.
- Encontrar um período de tempo para ser analisado.
- Realizar o levantamento de casos com os respectivos tempos de respostas.
- Realizar a análise estatística.
- Analisar dados,
- Levantar conclusões e propor possíveis soluções de melhoria..

1.3 JUSTIFICATIVA

O trabalho terá como objetivo apresentar como resultado uma análise quantitativa sobre os dados apresentados, ou seja, deverá se apresentado um resultado com o caráter descritivo sobre o processo estudado.

Estima-se que com esse resultado, o analista de processo possa ter um melhor direcionamento para sua análise qualitativa, fase seguinte no processo de melhoria contínua.

1.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A escolha do grupo da cadeia de suporte, bem como o período a ser abordado se dará em comum acordo com os responsáveis na empresa ao qual será realizado o estudo. A busca pelos dados se realizará por meio de aplicação de softwares relacionados a Business Intelligence conectado ao banco de dados. A

parte de análises de dados serão feitas por meio de softwares como o WEIBULL++, distribuído pela Reliasoft Brasil e o MINITAB versão 18.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está estruturado segunda norma ABNT NBR 14724:2011 para trabalhos acadêmicos e os capítulos subsequentes estarão dispostos da seguinte maneira:

- Capítulo 2 – Apresentação do processo cadeia de suporte a questionamentos de pós-venda.
- Capítulo 3 – Referencial teórico sobre engenharia de confiabilidade e estatística.
- Capítulo 4 – Aplicação do referencial teórico, análise de dados e resultados obtidos.
- Capítulo 5 – Conclusões.

2 PROCESSO DE SUPORTE A QUESTIONAMENTOS PÓS-VENDA

2.1 DEFINIÇÕES:

Pós-venda:

O conceito de pós-venda está muito arraigado nos conceitos de marketing empresarial. Está voltada a criação de vínculo entre o fabricante com o consumidor final. Segundo Rosa (2004):

“O conceito de pós-venda nasceu da simples necessidade de contato após a efetivação de uma venda para conferência de dados e posição de satisfação do cliente. Logo, o pós-venda pode aparar arestas que tenha ficado durante as negociações e sanar as dúvidas. Para tanto saber a função e a importância da pós-venda é uma necessidade do mercado.”

Concessionária:

Segundo dicionário Aurélio, o significado de concessionária é:

“Empresa que tem direito de comercializar determinado produto; Que ou aquele que obtém uma concessão ou privilégio de exploração”.

A empresa referenciada acima para o presente trabalho é a que possui a concessão de realizar reparos em veículos de uma determinada marca de modo a que a fábrica assuma a garantia pelos serviços e peças utilizadas na manutenção.

Grandes marcas costumam de maneira geral estabelecer uma ampla rede de concessionária para dar suporte ao cliente. Sendo desse modo um item estratégico para suportar o mercado, como sendo é um elo entre o fabricante e o cliente final.

2.2 TIPOS DE CADEIA DE SUPORTE.

O suporte oferecido no pós-venda na empresa a ser estudada é subdividido em algumas áreas, tais como:

- Suporte técnico e garantia;
- Suporte a pedidos de peças;
- Suporte direto ao cliente;
- Suporte as informações de pós-venda;
- Suporte comercial;

2.3 CADEIA DE SUPORTE AS INFORMAÇÕES DE PÓS-VENDA.

As informações de pós-venda são destinadas ao auxílio do mantenedor realizar o reparo de veículos na empresa concessionária. Podem ser desenvolvidas durante as fases de projeto de novos produtos e costumam ser lançadas com a data de publicação coincidindo com o início de produção.

As informações de pós-venda podem ser classificadas de forma geral da em três áreas principais: Catálogo de peças, Instruções de reparo, tempo para reparo.

Todas as vezes que o mantenedor encontra alguma dificuldade para realizar o reparo, este é orientado a procurar a cadeia de suporte de informações a fim de receber uma orientação adequada.

Esta cadeia é subdividida em três níveis: O primeiro nível é responsável pelo recebimento dos questionamentos vinda da rede de concessionária. Neste primeiro nível é feito o contato direto. A intenção é responder as dúvidas em um menor possível e para casos que não consigam ser respondidos de imediato, são escalados para um segundo nível de suporte.

O segundo nível de suporte tem a responsabilidade de receber todas as dúvidas relacionadas ao departamento responsável pela publicação das informações. Os agentes deste nível possui um conhecimento mais aprofundado em relação ao primeiro. São feitas investigações mais aprofundada sobre os casos, respondidos e devolvido para o primeiro nível para que possam encaminhar as respostas para o responsável pela abertura do caso na concessionária.

Se o questionamento exigir um conhecimento ainda mais profundo, então o segundo nível faz um novo escalonamento para o terceiro nível de suporte.

O terceiro nível engloba diretamente o setor dos autores responsáveis pela publicação das informações. Os agentes desse nível detêm conhecimento avançado sobre os sistemas e da documentação das informações publicadas. É o último nível de escalonamento e o responsável de passar uma resposta definitiva sobre os questionamentos.

Figura 2.1 - Fluxo de escalonamento de casos.



Fluxo de Escalonamento de casos

Fonte: O autor (2019)

Questionamentos abertos são classificados conforme severidades pré-estabelecida onde cada uma possui um tempo de resposta acordado com os gestores de cada área. O tempo começa a ser medido com a abertura do caso no sistema.

O quadro 2.1 mostra os prazos para respostas, em unidades de tempo, especificamente da área a ser estudada.

Quadro 2.1 - Descrição das severidades

Severidade	Descrição	Prazo para resposta (unidades de tempo)
1 – Crítico	Equipamento indisponível	5,4
2 – Alto	Equipamento indisponível na oficina	7,5
3 – Médio	Equipamento com manutenção programada	13,5
4 – Baixo	Questionamentos gerais	18

Fonte: o autor (2019)

2.4 SÍNTESE E CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

Neste capítulo foi apresentado o processo a ser estudado, assim como o processo de suporte aos questionamentos oriundos da rede de concessionárias.

Foi apresentado também como os casos são categorizados, bem como os prazos de respostas estabelecidos para cada categoria.

Estas informações serão utilizadas para análise dos resultados, capítulo 4 deste trabalho.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo é destinado à apresentação de conceitos de Estatística e engenharia de confiabilidade que serão utilizados neste trabalho.

3.1 DEFINIÇÕES:

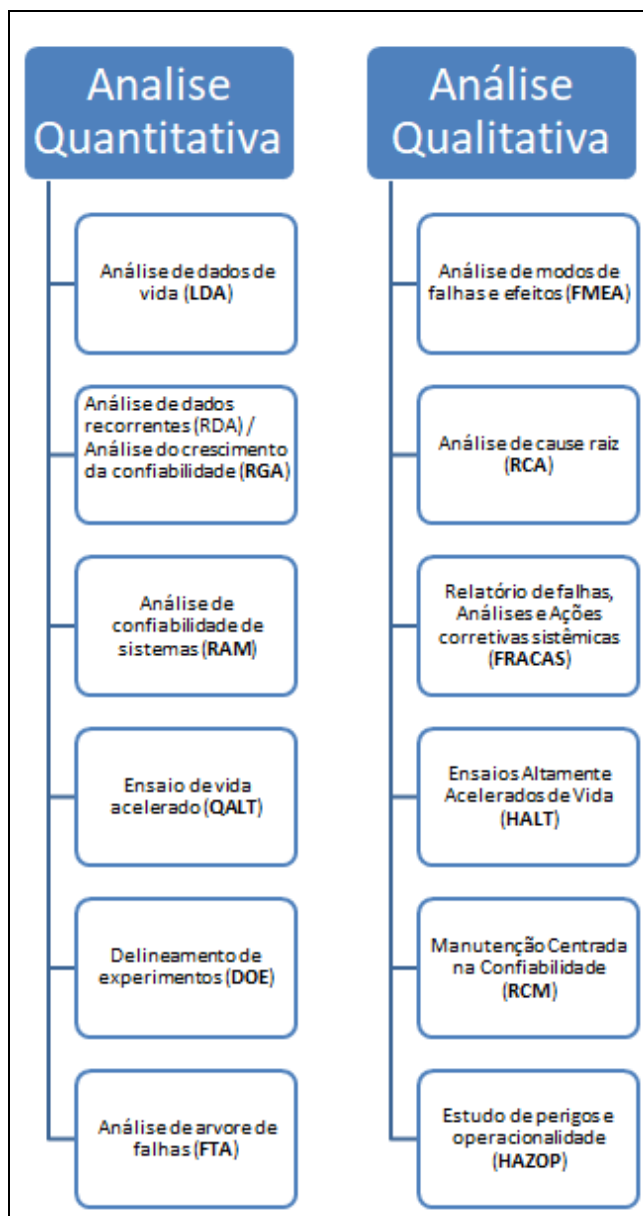
A norma ABNT NBR5462 / 94, define conceitualmente os principais termos da engenharia da confiabilidade a seguir:

- **Confiabilidade:** “A capacidade de um item desempenhar uma função requerida sob condições específicas durante um dado intervalo de tempo”
- **Mantenabilidade:** “É a capacidade de um item ser mantido ou recolocado em condições de executar suas funções requeridas, sob condições de uso especificadas, quando a manutenção é executada sob condições determinadas e mediante procedimentos e meios prescritos”.

3.2 METODOLOGIAS APLICADAS A ENGENHARIA DA CONFIABILIDADE

Segundo Mazzei (2018), a engenharia da confiabilidade é um segmento da engenharia voltado ao estudo da confiabilidade de sistemas durante todo o seu ciclo de vida. É formado por um conjunto de disciplinas de temas importantes de ciência como Física, Mecânica, Estatística e Matemática. Ela pode ser tratada de forma qualitativa e/ou quantitativa. A figura 3.1 exemplifica os tipos de análises e a sua tipificação.

Figura 3.1 – Metodologias aplicadas à engenharia da confiabilidade.



Fonte: Adaptado de Mazzei (2018)

3.3 CONCEITOS DE ESTATÍSTICA

A Estatística é um método com base científica que coleta, organiza e interpreta dados ao qual possa ser utilizada na tomada de decisões. Ela é subdividida em dois ramos principais: Estatística descritiva e amostragem, estatística inferencial e probabilidade. (Correa 2003)

- Estatística descritiva e amostragem: Etapa em que são coletados, organizados, apresentados os dados através das medidas centrais.
- Estatística Inferencial – Etapa para obter informações sobre estimação de valor de uma população a partir de resultados de uma determinada amostra.
- Probabilidade – Etapa em que são usadas modelos matemáticos que explicam os fenômenos estudados pela Estatística em determinadas condições normais ao qual foi submetido o experimento.

Correa (2003) sugere algumas definições de termos amplamente usada no estudo da estatística de modo a facilitar a compreensão. São eles:

- População: Coleção completa de todos os elementos a serem estudado.
- Amostra: Caracteriza uma subcoleção de elementos extraídos de uma população.
- Dados contínuos: Número infinito de valores possíveis que podem ser associados a pontos em uma escala contínua de tal maneira que não haja lacuna.
- Dados discretos: Resultam de um conjunto finito de valores possíveis, ou de um conjunto enumeráveis de valores.

3.4 DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIAS:

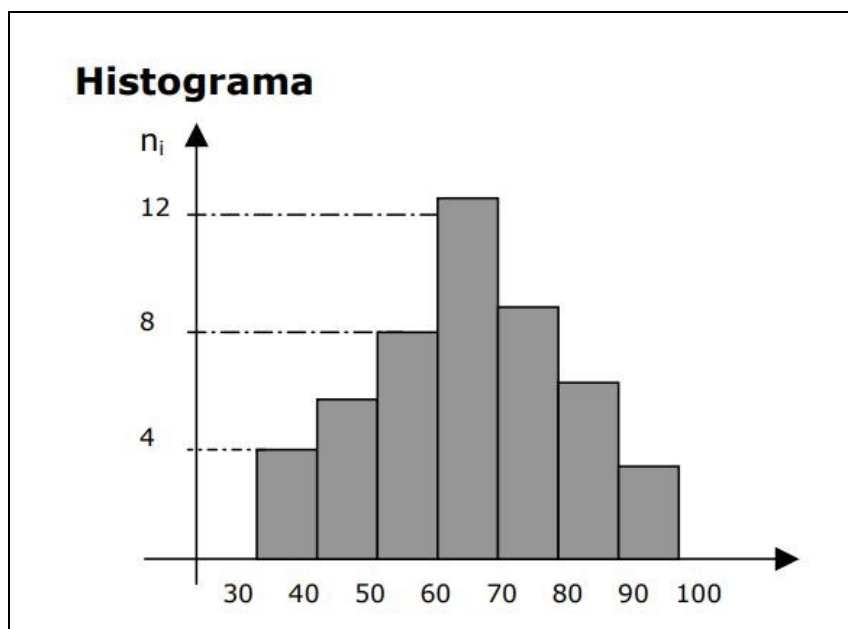
Ferramenta usada para a organização e descrição dos dados coletados em uma amostra, permitindo que seja apresentada de forma clara e sucinta. É formada por classes representando um intervalo de valores assumido da variável a ser estudada. Também é formada pelo número de observações, ou frequências, que pertence a cada uma das classes. Portal Action (2019).

Histograma:

Segundo Correa (2003), É formado por uma serie de retângulos justapostos em que as bases estão no eixo horizontal, de forma que os pontos médios sejam os mesmos que os pontos médios dos intervalos de classe. A largura de cada retângulo

é igual à amplitude de classe. A altura do retângulo representa à frequência de cada classe.

Figura 3.2 - Exemplo de Histograma



Fonte: CORREA (2003)

3.5 MEDIDAS DE TENDÊNCIA CENTRAL

Segundo Correa (2003), As medidas de tendência central são empregadas no estudo de séries numéricas, de modo a obter valores que permitam a encontrar uma caracterização de um conjunto de dados. Os valores centrais são de fundamental importância na aplicação de ferramentas estatística voltada a melhoria da qualidade. Correa (2003) tipifica algumas das principais medidas:

- Média aritmética: É o quociente da divisão da soma dos valores de uma variável estudada pelo número total de elementos. A média aritmética, de modo geral, é a mais importante de todas as medidas descritivas.
- Mediana: A mediana é uma medida de posição que divide o conjunto em duas partes iguais com o mesmo número de elementos.

- Moda (valor modal): É dado pelo valor com maior frequência individual. Nem sempre uma série de dados apresentará uma moda, e também que pode haver vários valores modais sendo a série neste caso chamada de bimodal, tri modal, etc. Pode ser de grande utilidade em séries com distribuição de frequências assimétricas.

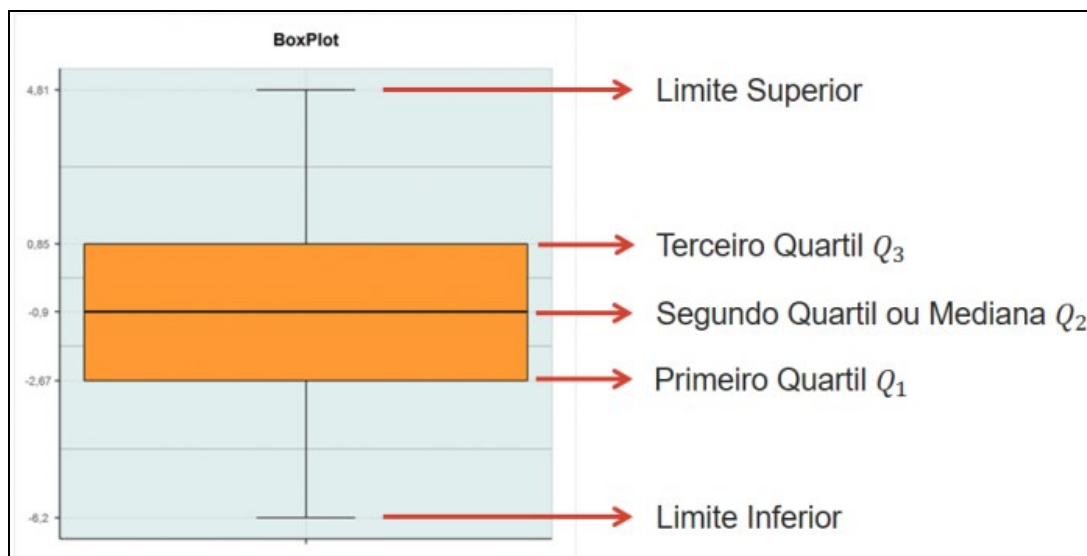
Segundo Correa (2003), além da mediana outras medidas de posição são utilizadas na análise e classificação dos dados. São elas: Quartil, decil e percentil. Abaixo Correa (2003) tipifica melhor essas medidas.

- Quartil: Medida usada quando se é necessário dividir um conjunto de dados ordenados em quatro partes iguais. Desse modo existem 3 quartis, sendo que o primeiro quartil é o ponto em que 25% dos valores estão abaixo deste ponto, o segundo quartil é a mediana, ou o ponto em que divide a distribuição em 50% e o terceiro quartil é o ponto de 75%.
- Decil: Divide a série em 10 partes iguais.
- Percentil: Divide a série em 100 partes iguais.

Boxplot:

O Boxplot é uma representação gráfica da distribuição dos dados, levando-se em consideração os pontos de posição de uma distribuição de dados. É formado a partir dos valores encontrados para os quartis e dos valores calculados para os limites inferior e superior. Esses limites se estendem do primeiro quartil até o menor valor da série não inferior ao limite inferior e do terceiro quartil até o maior valor não superior ao limite superior. Portal Action (2019).

Figura 3.3 - Exemplo Boxplot



Fonte: Portal Action (2019)

Os pontos da série em que estão fora destes limites são considerados valores discrepantes (outliers) e são representados graficamente por asterisco (*). Outro fator importante diz respeito à variabilidade de dados. Esta pode ser representada pela diferença entre os Q_3 e o Q_1 . Esta informação é importante na análise de comparação entre dois ou mais grupos. Portal Action (2019).

3.6 DISPERSÃO DE DADOS:

São medidas utilizadas para avaliar a variabilidade em torno dos valores da média. Servem para medir a representatividade da média encontrada numa série, ou seja, havendo uma grande dispersão em torno da série este valor será pouco representativo para caracterizar uma serie de dados. Correa (2003).

- Amplitude total: É calculado pela diferença entre os valores de maior e menor grandeza incluídos na série. Como medida de dispersão não é muito utilizada, pois está limitado aos valores extremos, não levando em consideração a distribuição interna dos valores. Correa (2003).
- Desvio padrão: O desvio padrão pode ser calculado para população e amostras, para esta sendo chamada de desvio padrão amostral. Esta leva em

consideração os valores das extremidades, assim como os valores intermediários. Desse modo expressa com maior precisão o comportamento da série. Correa (2003).

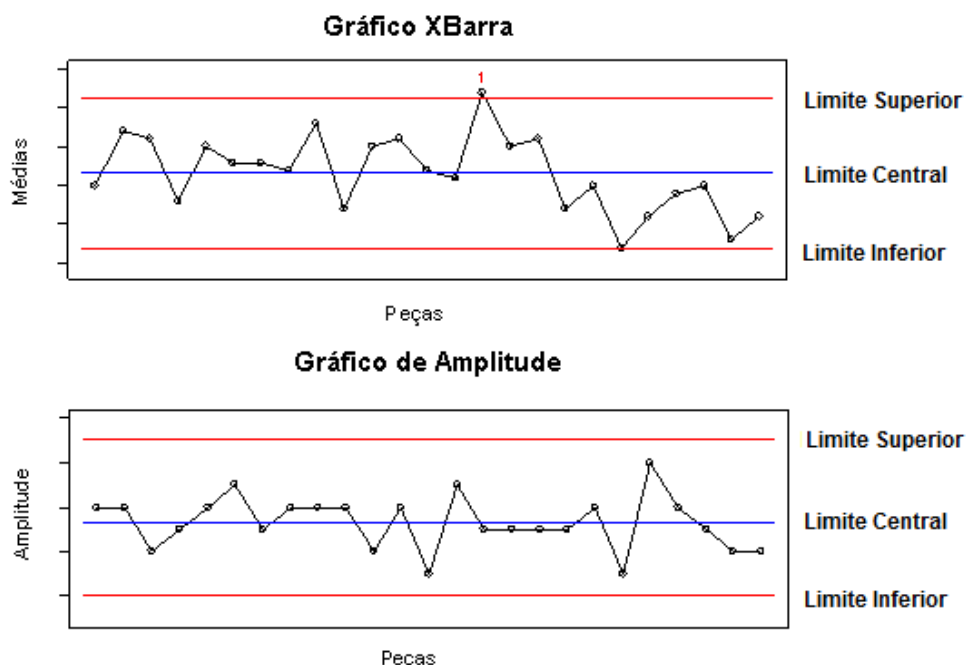
$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

Equação 1 - Desvio padrão amostral

3.7 Gráfico de controle

O gráfico de controle é uma ferramenta usada no controle estatístico de processo. É usado para verificar se um determinado processo está dentro de um controle estatístico, podendo evidenciar sinais de que elementos externos ou fora dos procedimentos estejam influenciando o processo produtivo. Portal Action (2019).

Figura 3.4 - Exemplo de um gráfico de controle



Fonte: Portal Action (2019)

O gráfico possui uma linha central baseada nas medidas de elementos de amostra do processo a ser medido. Há duas linhas superior e inferior, sendo estas caracterizadas como limites de controle. Pontos que estão fora desse intervalo estão

fora dos limites de controle do processo. Casos todos os pontos da amostra estejam dentro do intervalo estabelecido, pode-se dizer que o processo está sob controle estatístico. Como boa prática da filosofia de qualidade nas organizações, os pontos fora dos intervalos de controle são investigados e tratados de modo a tratar ou eliminar as incoerências de processos, reduzindo assim a sua variabilidade. Portal Action (2019).

3.8 DISTRIBUIÇÃO DE WEIBULL

A distribuição de Weibull é uma distribuição de probabilidade contínua com ampla aplicação em várias áreas da ciência, especialmente á engenharia da confiabilidade, pois é conhecida por ser uma distribuição flexível, pois apresenta grandes variedades de formas, ou seja, a função de taxa de falha é monótona, isto é, ela é estritamente crescente, estritamente decrescente ou constante. Em geral é usada para determinar o tempo de vida em produtos industriais. Portal Action (2019).

A distribuição de Weibull é definida por três parâmetros. Sendo eles: Fator de forma (β), vida característica ou também conhecida como fator de escala (η) e o parâmetro de localização (γ) ou vida mínima. Reliawiki (2019).

$$f(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t - \gamma}{\eta} \right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{t - \gamma}{\eta} \right)^\beta}$$

Equação 2 - Função densidade de probabilidade-(pdf) Weibull

Caso a vida mínima seja igual a zero, tem-se a Weibull bi paramétrica (2P).

$$f(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t}{\eta} \right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{t}{\eta} \right)^\beta}$$

Equação 3 - Função densidade de probabilidade-(pdf) Weibull (2P)

O parâmetro de forma (β), ou vida característica, tem um efeito na distribuição de alongamento ou estreitamento sobre a pdf. Esse parâmetro mostra o comportamento da distribuição e dependendo do seu valor as equações das funções

estatísticas se reduzem para outras distribuições, isso mostra a sua grande versatilidade. O comportamento varia com o valor de (β) em diferentes intervalos Reliawiki (2019).

Para $\beta = 1$, as funções estatísticas se reduzem para o caso exponencial. Nesse caso a taxa de falha é constante. Reliawiki (2019).

Para $0 < \beta \leq 1$, a função densidade de probabilidade decresce com o aumento do tempo tendendo a zero para tempos muito longos. Nesse caso, temos um comportamento claro de falhas prematuras. Reliawiki (2019).

Para $\beta > 1$, a função densidade de probabilidade cresce tornado um comportamento de falhas por desgastes. Reliawiki (2019).

O fator de escala fisicamente representa o tempo em que 63,2% dos itens terão falhado. Sua unidade é a mesma da variável aleatória de interesse. Reliawiki (2019).

3.9 SINTESE E CONCLUSÃO DO CAPÍTULO.

Neste capítulo foram apresentados os conceitos e princípios teórico que serão utilizados no desenvolvimento do trabalho no capítulo 4. Foram apresentados os conceitos de manutenibilidade e sua importância na análise sistemática sobre o tempo de serviço, assim como as diferenças entre as metodologias utilizadas na engenharia da confiabilidade. Em seguida, apresentados os conceitos de estatística básica, distribuição de frequências de dados em uma amostra, medidas de tendência central, dispersão de dados, gráfico de controle e por final um resumo sobre a distribuição de Weibull.

No capítulo 4 serão feitas as análises de duas amostras coletadas com base nos conceitos apresentadas neste capítulo para servirem de base no capítulo 5 referente a conclusão do trabalho.

4 DESENVOLVIMENTO

4.1 PROCEDIMENTO PARA COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Foram extraídas do banco de dados do sistema duas amostras referentes a duas equipes de trabalhos distintas as quais respondem de casos referentes ao mesmo tipo de questionamentos vindo da mesma rede de concessionárias. Os dados coletados referem-se a casos resolvidos em três meses de trabalho para cada equipe. Agregado a cada caso estão os tempos em fila, tempo aceito, tempo total e a severidade.

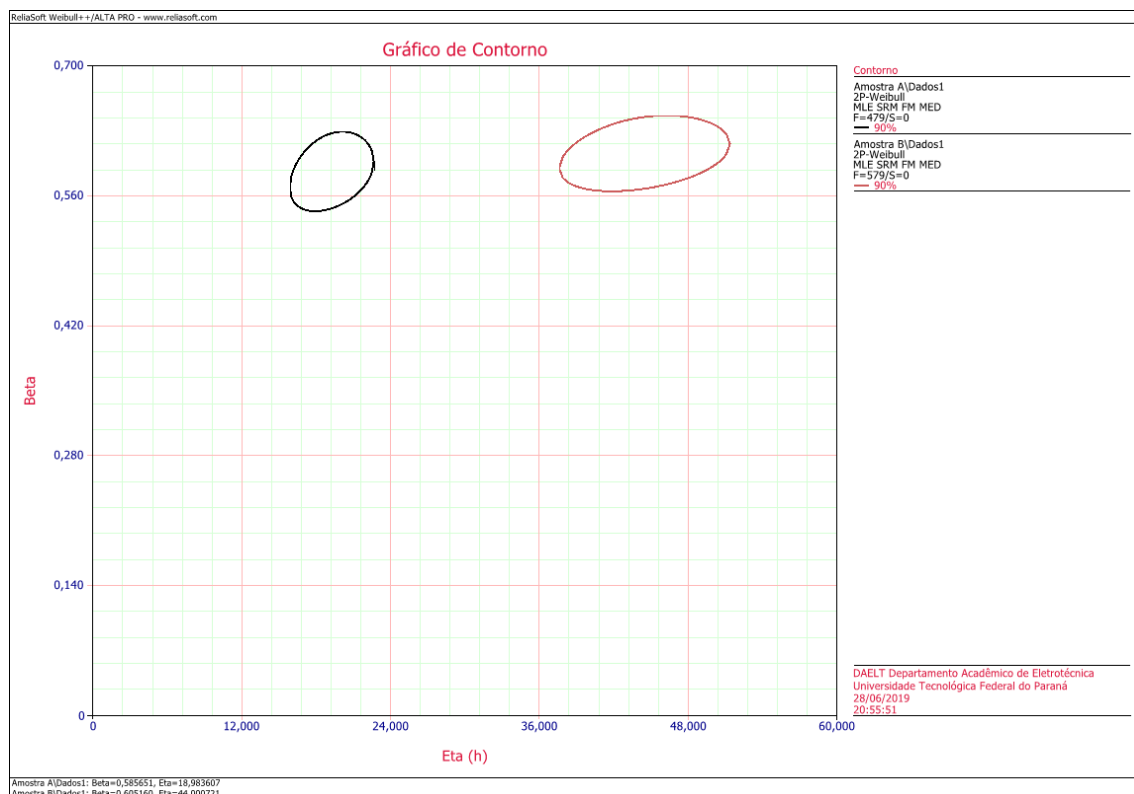
Seguindo os conceitos de engenharia de confiabilidade, parte do pressuposto que cada caso recebido pode ser considerado uma falha ou elemento indesejável no processo.

4.2 RESULTADOS OBTIDOS:

4.2.1 COMPARAÇÃO ENTRE AMOSTRAS:

A análise de comparação entre as amostras foi realizada no software Weibull++. Foram utilizados os tempos de resposta total de cada caso nas amostras A e B não levando em conta a classificação por severidade. Os dados foram agrupados e analisados segundo a distribuição Weibull 2P, desse modo foi possível gerar o gráfico de contorno mostrado na figura 4.1.

Figura 4.1 - Gráfico de contorno (Comparação entre amostras A e B)



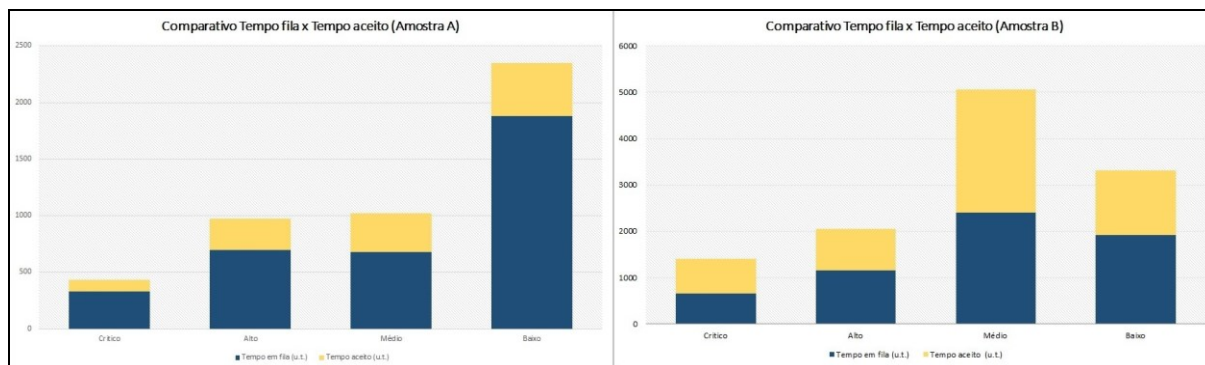
Fonte: O autor (2019)

Na figura 4.1 percebe-se claramente que as amostras são distintas, e que o desempenho da amostra A é superior ao da amostra B através do fator de escala η (Eta). O tempo total de resposta da amostra A é inferior ao da amostra B.

4.2.2 INFLUÊNCIA DO TEMPO EM FILA:

Uma das possíveis causas que pode ajudar a explicar o melhor desempenho da amostra A pode ser o tempo em fila. Desse modo, foi analisado a relações do tempo aceito e em fila para cada amostra.

Figura 4.2 - Comparação entre tempo em fila x tempo aceito



Fonte: O autor (2019)

A figura 4.2 mostra a relação entre o tempo de fila e o tempo aceito para todas as severidades nas duas amostras. Nota-se que a relação tempo em fila por tempo aceito é maior para a amostra A, o que mostra um melhor trabalho para a amostra A com um menor tempo trabalhado. Os valores dos tempos para a amostra B são maiores para todas as severidades.

4.2.3 AVERIGUAÇÃO E TRATAMENTO DAS AMOSTRAS:

No início das análises foram notadas que não havia uma padronização nas amostras para todas as severidades, com pontos muito distantes da média e um elevado valor do desvio padrão.

Quadro 4.1 - Amostras (Médias e desvio padrão)

	Tamanho da amostra	Severidade	Média (u.t)	Desvio padrão
Amostra A	149	Crítico	2,93	6,02
	113	Alto	6,17	14,28
	102	Médio	10,00	15,83
	115	Baixo	20,42	25,39
Amostra B	176	Crítico	7,93	14,91
	147	Alto	13,88	25,27
	152	Médio	33,29	53,49
	104	Baixo	31,88	45,84

Fonte: O autor (2019)

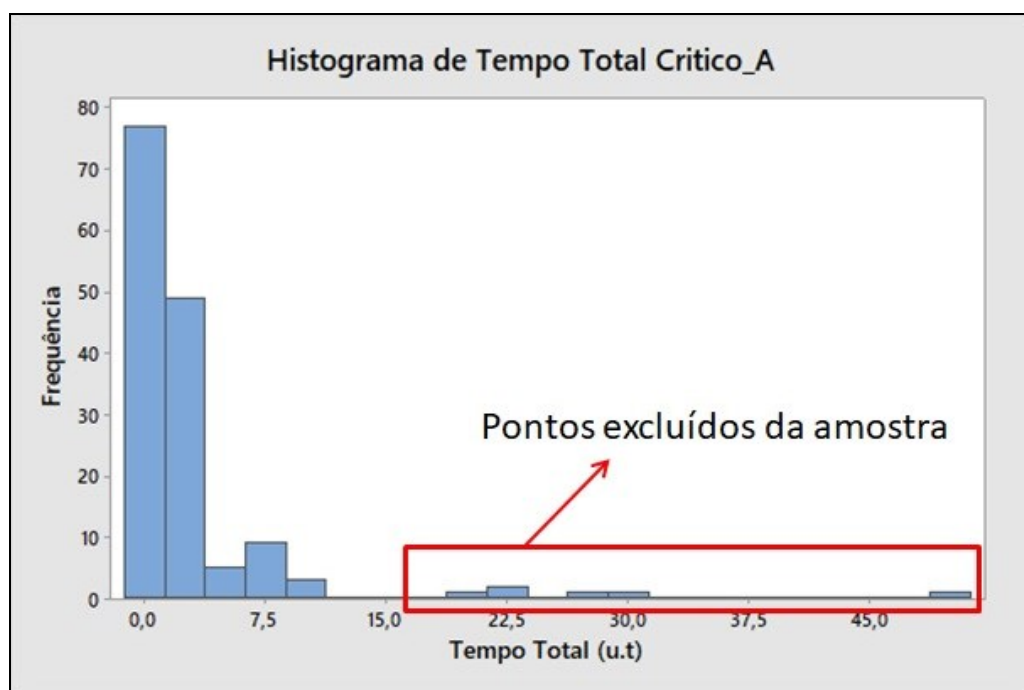
O quadro 4.1 mostra a informações gerais referentes às amostras A e B, informando o tamanho da amostra classificado por severidade bem como a média e o desvio padrão em unidade de tempo. É possível notar que todas as severidades possuem valor de desvio padrão acima ao da média, o que significa uma grande dispersão de dados. De modo a obter amostras mais coesas, ou seja, valores mais próximos à média foram feitas tratamento dessas amostras usando como metodologias o Histograma, Boxplot e o ajuste por carta de controle usando o limite superior para 3 sigmas.

4.2.3.1 Modelos propostos para tratamento das amostras:

Histograma:

Através de uma inspeção visual, são encontrados os pontos com maiores dispersões e retirado da amostra.

Figura 4.3 - Exemplo ajuste de amostra usando Histograma

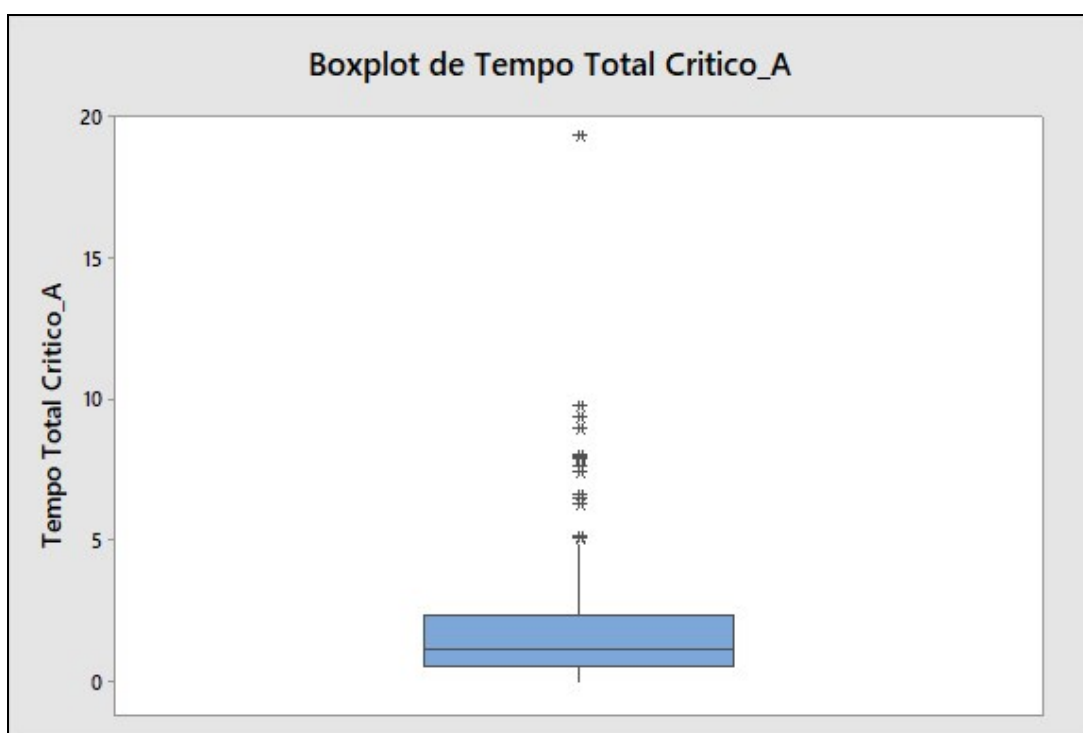


Fonte: O autor (2019)

A figura 4.3 refere-se um exemplo de histograma em que mostra uma distribuição de frequências de casos em intervalos de tempo. O modelo para o tratamento da amostra seria excluir da análise pontos com baixa frequência e distantes em relação aos níveis de maior concentração.

Boxplot

Figura 4.4 - Exemplo ajuste de amostra usando Bloxplot



Fonte: O autor (2019)

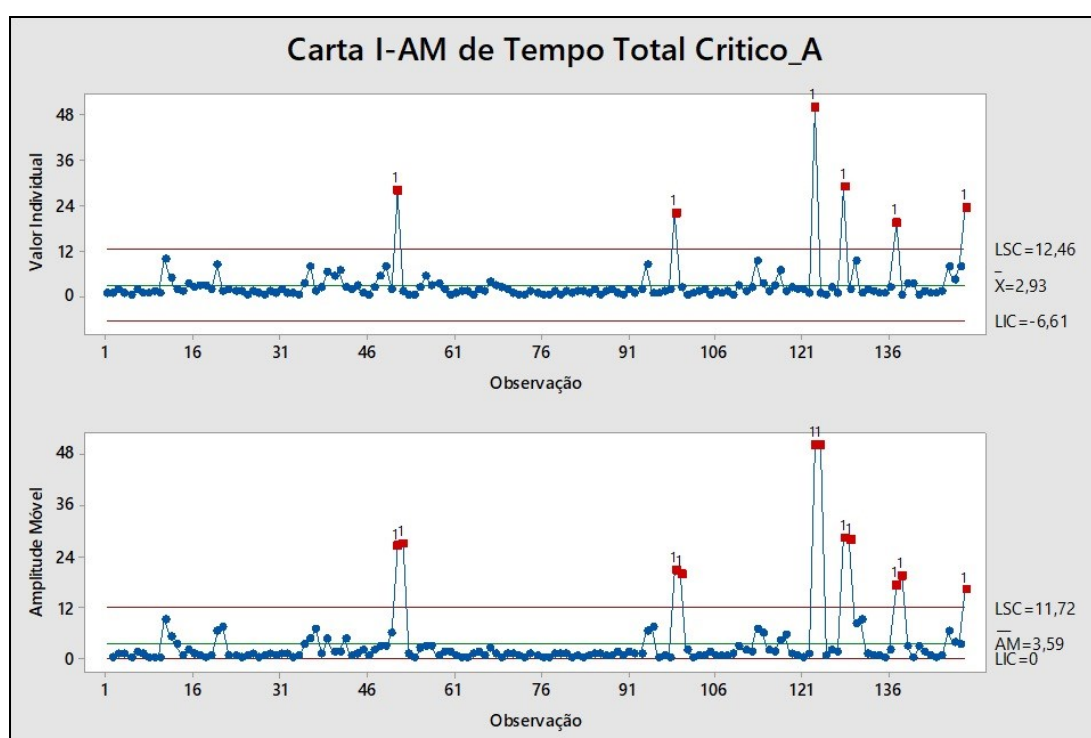
A figura 4.4 refere-se ao tratamento de amostra usando o Boxplot, Este modelo é também um processo visual, No gráfico gerado são encontrados os outliers identificados como (*), então estes pontos são removidos das análises das amostras.

Ajuste 3 Sigma:

No software MINITAB, é gerada uma carta de controle ajustada para que o limite superior de controle seja igual ao valor de 3 vezes o desvio padrão da

amostra. Após a identificação são eliminados da amostra os pontos fora do limite de controle e gerado novamente outra carta de controle. O processo se repete até que não haja pontos fora do limite superior.

Figura4.5 - Exemplo carta de controle



Fonte: O autor (2019)

Na figura 4.5 os pontos identificados em vermelho na carta de controle, estão acima do limite superior de controle, desse modo serão retiradas das amostras.

4.2.3.2 – Resultados das análises nas amostras

Para o presente estudo, foram realizados os ajustes usando os três modelos propostos. Os quadros 4.2 e 4.3 mostram as comparações dos resultados entre os três modelos proposto em unidades de tempo.

Quadro 4.2 - Comparação entre os modelos para a Amostra A

Amostra A			Histograma			BOXPLOT				3 Sigma		
Severidade	N	Média	Desvio Padrão	N	Média	Desvio Padrão	N	Média	Desvio Padrão	N	Média	Desvio Padrão
Critico	149	2,93	6,02	143	1,85	2,11	128	1,22	0,92	126	1,16	0,83
Alto	113	6,18	14,28	100	2,20	2,91	99	2,07	2,63	81	0,98	0,79
Médio	102	10,00	15,83	99	8,38	12,87	84	3,98	5,18	65	1,53	1,00
Baixo	115	20,42	25,39	106	14,87	15,05	111	17,07	17,90	106	14,87	15,05

Fonte: O autor (2019)

Quadro 4.3 - Comparação entre os modelos para a amostra B

Amostra B			Histograma			BOXPLOT				3 Sigma		
Severidade	N	Média	Desvio Padrão	N	Média	Desvio Padrão	N	Média	Desvio Padrão	N	Média	Desvio Padrão
Critico	176	7,93	14,91	151	3,16	3,53	151	2,13	1,88	133	2,09	1,83
Alto	147	13,88	25,27	136	7,90	10,25	136	4,81	5,09	108	3,44	3,09
Médio	152	33,29	53,49	146	25,19	28,70	146	21,22	23,03	123	14,63	14,31
Baixo	104	31,88	45,84	100	25,36	31,17	100	16,35	18,46	87	15,01	16,27

Fonte: O autor (2019)

Nota-se que para o modelo proposto 3 Sigma os valores de desvio padrões para as severidades critico, alto e médio estão abaixo dos valores para as respectivas médias. Entretanto nota-se que para severidade baixa os valores de desvio padrão estão acima da média, mostrando que esta amostra não segue uma boa padronização.

Os valores identificados como “N” nos quadros 4.2 e 4.3 referem-se a quantidades de dados utilizados para a análise. Tomando como base a amostra A, severidade Crítico foram utilizados 143 dados na metodologia Histograma, 128 para Boxplot e 126 para a metodologia 3 Sigma.

A diferença entre os valores quando comparado com o número total da amostra no período, reflete no total de casos fora dos intervalos considerados em cada modelo proposto e devem ser analisados em uma análise qualitativa, onde devem ser encontradas causas raízes e possíveis contramedidas em casos semelhantes que venham ocorrerem futuramente.

Os quadros 4.4 e 4.5 mostram os números de casos para cada severidade de acordo com o modelo proposto empregado aos quais foram retiradas das análises.

Quadro 4.4 – Número de casos fora dos intervalos para Amostra A

Severidade	Histograma	BOXPLOT	3 Sigma
Critico	6	21	23
Alto	13	14	32
Médio	3	18	37
Baixo	9	4	9

Fonte: O autor (2019)

Quadro 4.5 – Número de casos fora dos intervalos para Amostra B

Severidade	Histograma	BOXPLOT	3 Sigma
Critico	25	42	43
Alto	11	27	39
Médio	6	13	29
Baixo	4	15	17

Fonte: O autor (2019)

4.2.4 SÍNTESE E CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

Neste capítulo foram apresentados os critérios de aquisição das amostras, a comparação entre elas através da metodologia do gráfico de contorno. Foram apresentadas análises sobre a de influência do tempo de fila nos casos, análises das dispersões entre as amostras, bem como a comparação dos resultados obtidos utilizando os métodos de tratamento das amostras apresentados.

Os resultados apresentados neste capítulo servirão de base para as conclusões e sugestões a serem feitas no capítulo 5 deste trabalho.

5 CONCLUSÃO

Os resultados apresentados mostram claramente que as amostras A e B apresentam resultados diferentes o que evidencia que os casos foram respondidos por equipes diferentes. Embora possa ser considerado que as condições para serem realizados os trabalhos não houvesse grandes variações como o acesso as informações de sistemas e tipos de questionamentos. Entretanto podem ocorrer outros tipos de variações como número de pessoas disponíveis para realizar o serviço, tipo de gestão, sazonalidade de reparos, entre outros.

Foram verificados que os tempos em fila são fatores que afetam diretamente o tempo total de respostas para as duas amostras estudadas.

Quanto à classificação das severidades, percebe-se que as quantidades de casos estão uniformemente distribuídas, não havendo variação significativa entre elas. Esses valores a princípio não condizem com as descrições estabelecidas para cada severidade, pois se espera que a quantidade de questionamento com equipamento parado seja inferior ao questionamento referente sistemas e atualizações.

Percebeu-se também uma diferença nas grandezas para as médias dos tempos de respostas, os valores para casos críticos e com alta severidades são consideravelmente menores que os casos com severidade média e baixa. Um estudo que poderia ser feito seria a possibilidade da retirada de uma severidade mais baixa ou então adotar um mesmo prazo de resposta para ambas.

Referente às análises dos valores das médias das duas amostras, notou-se logo de principio que elas não possuem um valor consistente seguindo uma distribuição estatística, com grandes valores de dispersão para todas as severidades nas duas amostras. Foram propostos três modelos para o tratamento dessas análises sendo a que obteve uma melhor consistência o modelo três sigmas, embora este método fosse o que obteve um maior número de pontos descartados.

A análise dos limites de controle possibilitou encontrar qual seriam os limites de controle para cada severidade, o que poderia como sugestão passar a ser utilizado com prazo de tempo de resposta para cada severidade e que fossem criadas rotinas de identificação de causa raiz para os casos em que os prazos foram

extrapolados. Desenvolvendo assim, ações de contenção a serem aplicados em casos similares.

5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Enfim, o trabalho apresentou algumas formas de análise quantitativas para o processo estudado. Essa análise poderia ser iniciada com os casos identificados como pontos dispersos fora dos intervalos estabelecidos nas três metodologias apresentadas. Após as análises poderia geradas ações como estabelecimento de procedimentos para tratamento de casos, verificação da correta classificação das severidades, bem como estudos para redução do tempo em fila dos casos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14724**: Informação e documentação — Trabalhos acadêmicos — Apresentação. Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR5462 TB116: Confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro, 1994.

AGOSTINHO, SANTO. **Confissões**: São Paulo: Nova Cultural, 1987.

MAZZEI, Denis. LCCA. Análise do custo do ciclo de vida.[S.l.]: ReliaSoft, 2018. (Apostila de treinamento)

ROSA, Silvana Goulart Machado. **Encantando o cliente**. 4ª Ed. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 2004.

CORREA, Sonia Maria Barros Barbosa, **Probabilidade e Estatística**, 2ª. Ed. Belo Horizonte: PUC Minas Virtual, 2003. Disponível em <http://www.inf.ufsc.br/~vera.carmo/LIVROS/LIVROS/livro_probabilidade_estadistica_2a_ed.pdf>. Acesso em 3 Agosto 2019.

Portal Action, **1.6 - DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIAS**, Disponível em <<http://www.portalaction.com.br/estatistica-basica/16-distribuicao-de-frequencias>>. Acesso em 28 out. 2019.

Portal Action, **3.1 - BOXPLOT**, Disponível em <<http://www.portalaction.com.br/estatistica-basica/31-boxplot>>. Acesso em 28 out. 2019.

Portal Action, **2 - GRÁFICOS OU CARTAS DE CONTROLE**, Disponível em <<http://www.portalaction.com.br/controle-estatistico-do-processo/graficos-ou-cartas-de-controle>>. Acesso em 28 out. 2019.

Portal Action, **6.13 - DISTRIBUIÇÃO WEIBULL**, Disponível em <<http://www.portalaction.com.br/probabilidades/613-distribuicao-weibull>>. Acesso em 28 out. 2019.

ReliaWiki, **CHAPTER 8: THE WEIBULL DISTRIBUTION**, Disponível em <http://reliawiki.org/index.php/The_Weibull_Distribution>. Acesso em 28 out. 2019.

APÊNDICE A – DADOS COLETADOS PARA AMOSTRAS

Valores apresentados em unidades de tempo (u.t).

Quadro A - Dados coletados para amostra A

Crítico			Alto			Médio			Baixo		
Tempo Total	Tempo em fila	Tempo aceito	Tempo Total	Tempo em fila	Tempo aceito	Tempo Total	Tempo em fila	Tempo aceito	Tempo Total	Tempo em fila	Tempo aceito
0,75	0,18	0,57	14,69	1,92	12,77	52,68	51,87	0,81	11,44	11,39	0,05
0,62	0,16	0,46	5,41	4,60	0,80	1,96	1,44	0,51	2,67	2,67	0,00
1,43	1,40	0,03	3,23	3,23	0,01	10,75	2,80	7,95	3,04	3,03	0,00
0,61	0,59	0,02	0,06	0,04	0,02	7,25	7,25	0,00	98,43	68,86	29,58
0,30	0,30	0,01	5,57	5,47	0,10	64,47	28,76	35,71	45,55	45,51	0,04
1,55	1,54	0,00	0,43	0,38	0,04	45,71	32,43	13,28	47,98	47,85	0,13
0,43	0,43	0,00	0,52	0,44	0,08	17,79	10,17	7,63	5,90	5,89	0,01
0,72	0,70	0,03	0,24	0,18	0,07	0,43	0,36	0,07	37,93	31,75	6,18
1,02	1,02	0,00	0,57	0,22	0,35	2,68	2,66	0,02	68,50	52,94	15,55
0,73	0,59	0,14	0,28	0,26	0,01	36,11	8,27	27,84	45,51	39,12	6,39
9,79	7,85	1,93	8,38	8,38	0,00	1,55	1,38	0,17	44,26	44,21	0,05
4,72	2,54	2,18	0,32	0,31	0,01	1,76	1,71	0,05	152,01	94,46	57,55
1,53	1,53	0,00	1,78	1,78	0,00	31,15	30,25	0,90	7,93	7,93	0,00
1,11	0,71	0,40	6,49	4,90	1,59	1,98	1,97	0,01	88,01	9,73	78,28
3,01	2,08	0,92	32,46	4,99	27,48	0,72	0,72	0,00	7,64	7,61	0,03
1,94	0,65	1,29	9,54	9,53	0,01	2,68	2,65	0,03	32,83	32,79	0,04
2,43	1,38	1,05	1,87	1,86	0,01	2,74	2,15	0,60	38,83	38,75	0,08
2,42	1,83	0,59	22,64	22,23	0,41	6,01	6,01	0,00	37,33	37,31	0,02
1,81	1,59	0,22	0,36	0,04	0,32	0,56	0,52	0,04	30,93	30,69	0,24
8,03	7,65	0,38	0,71	0,66	0,05	1,30	0,34	0,96	1,36	1,35	0,01
0,87	0,72	0,14	2,99	2,96	0,03	73,46	0,67	72,79	2,05	2,05	0,00
1,45	1,44	0,01	1,82	1,75	0,06	1,70	1,67	0,03	44,52	44,52	0,00
0,98	0,98	0,01	9,36	8,87	0,49	49,52	41,55	7,97	36,57	36,57	0,00
0,86	0,81	0,05	1,18	1,16	0,02	8,93	1,38	7,55	8,73	8,72	0,00
0,10	0,02	0,07	1,32	1,32	0,01	43,05	35,62	7,43	9,43	9,40	0,03
1,02	0,58	0,44	0,78	0,77	0,01	2,83	2,75	0,08	8,48	8,48	0,00
0,70	0,53	0,17	0,86	0,79	0,07	1,64	1,49	0,15	15,78	8,30	7,48
0,06	0,03	0,03	1,47	1,45	0,02	1,60	1,54	0,06	8,65	2,92	5,73
1,24	1,24	0,00	1,10	1,06	0,04	1,85	1,60	0,26	0,77	0,77	0,00
0,55	0,55	0,00	1,06	0,94	0,12	1,32	0,28	1,04	6,32	6,29	0,03
1,58	1,57	0,00	7,32	0,27	7,05	14,04	0,01	14,03	7,21	7,20	0,02
0,50	0,38	0,13	1,11	0,89	0,23	1,79	1,78	0,02	2,59	2,50	0,10
0,64	0,58	0,07	16,67	16,04	0,63	1,32	1,31	0,01	1,08	1,08	0,00
0,16	0,09	0,07	1,94	1,62	0,32	18,15	18,11	0,04	29,99	29,99	0,00
3,21	3,06	0,15	2,45	2,40	0,05	8,31	8,18	0,12	58,21	8,15	50,06
7,88	7,03	0,85	1,63	1,43	0,20	0,00	0,00	0,00	2,45	2,45	0,00

1,07	0,35	0,72	0,26	0,23	0,03	46,63	10,34	36,29	50,01	49,87	0,15
1,92	1,23	0,68	0,54	0,42	0,12	0,22	0,15	0,06	4,29	4,27	0,03
6,31	4,77	1,55	1,25	1,09	0,15	1,02	0,97	0,05	48,56	39,95	8,60
5,09	5,07	0,02	0,06	0,05	0,01	25,41	17,41	8,00	64,60	58,92	5,68
6,63	6,42	0,21	0,62	0,62	0,00	1,33	0,59	0,74	9,56	7,98	1,58
2,22	2,19	0,03	1,93	1,74	0,19	1,95	1,91	0,04	10,26	10,25	0,01
1,55	1,41	0,14	0,19	0,03	0,16	0,00	0,00	0,00	2,47	1,68	0,79
2,75	1,27	1,48	29,89	1,24	28,65	43,47	43,39	0,08	0,62	0,55	0,07
0,76	0,36	0,39	0,74	0,72	0,02	0,15	0,10	0,05	67,20	61,24	5,96
0,13	0,10	0,03	2,23	2,22	0,01	8,27	0,07	8,20	5,71	5,71	0,00
2,16	0,76	1,40	2,24	2,21	0,04	6,05	6,05	0,00	1,20	1,19	0,01
4,91	4,63	0,28	0,01	0,01	0,00	1,22	1,22	0,00	1,56	1,56	0,00
7,61	7,53	0,08	11,97	10,10	1,86	1,03	0,54	0,49	23,47	23,42	0,05
1,74	1,74	0,00	9,21	9,21	0,00	0,99	0,99	0,00	32,38	32,38	0,00
27,74	27,51	0,22	1,41	1,34	0,07	1,91	0,01	1,90	9,47	9,43	0,03
1,14	1,11	0,03	3,61	3,60	0,02	0,47	0,47	0,00	1,08	1,08	0,00
0,26	0,26	0,00	2,80	2,24	0,57	0,91	0,32	0,60	22,76	22,70	0,06
0,17	0,04	0,13	0,02	0,01	0,01	23,43	22,87	0,55	18,29	18,26	0,04
2,29	2,12	0,16	15,98	7,05	8,93	0,10	0,09	0,01	17,88	17,88	0,00
5,15	4,83	0,32	1,37	0,72	0,65	7,76	1,23	6,53	18,20	18,15	0,05
2,55	2,04	0,51	5,65	5,52	0,13	0,49	0,47	0,01	17,88	17,88	0,00
2,93	2,90	0,02	0,18	0,14	0,04	0,77	0,76	0,01	17,86	17,85	0,00
1,58	1,33	0,25	5,84	0,02	5,82	1,98	1,95	0,03	7,71	7,54	0,17
0,17	0,14	0,03	66,06	0,21	65,85	8,26	8,13	0,13	37,27	37,22	0,05
0,74	0,60	0,14	0,65	0,65	0,00	0,91	0,78	0,14	0,06	0,01	0,05
0,89	0,44	0,44	2,57	0,14	2,44	21,84	21,83	0,00	9,72	9,70	0,02
1,08	0,71	0,37	0,26	0,06	0,20	6,58	5,03	1,55	1,33	0,31	1,02
0,15	0,12	0,04	0,66	0,55	0,11	16,60	16,59	0,01	5,37	5,11	0,26
1,67	0,90	0,77	0,28	0,15	0,14	3,76	3,52	0,24	0,81	0,79	0,02
0,90	0,04	0,86	6,33	6,26	0,07	1,92	1,70	0,22	23,30	23,23	0,06
3,42	3,40	0,03	1,45	1,43	0,02	0,70	0,69	0,00	9,81	9,81	0,00
2,50	2,44	0,06	0,89	0,74	0,16	10,75	10,74	0,00	1,78	1,72	0,05
2,30	1,95	0,35	1,42	1,42	0,00	0,42	0,35	0,07	0,59	0,03	0,55
1,52	0,71	0,80	0,32	0,16	0,16	8,96	8,96	0,00	16,72	0,51	16,21
0,67	0,35	0,32	0,14	0,13	0,01	3,84	3,82	0,03	30,69	30,66	0,03
0,04	0,01	0,03	0,23	0,11	0,12	0,11	0,09	0,02	1,22	0,62	0,60
0,10	0,08	0,03	15,73	15,61	0,12	6,54	6,53	0,00	7,61	0,04	7,57
1,13	0,62	0,51	1,04	0,97	0,06	3,14	3,13	0,01	1,10	1,00	0,10
0,42	0,41	0,01	4,89	4,69	0,20	3,62	3,52	0,10	1,52	1,52	0,00
0,22	0,02	0,21	0,97	0,88	0,08	40,86	27,22	13,65	0,00	0,00	0,00
0,08	0,06	0,02	1,59	0,88	0,71	1,95	1,61	0,34	5,79	5,78	0,01
0,96	0,55	0,41	2,40	2,10	0,30	36,64	36,38	0,26	0,49	0,49	0,00
0,13	0,13	0,00	0,34	0,24	0,10	0,26	0,26	0,00	1,28	1,21	0,07
0,97	0,96	0,02	0,71	0,69	0,01	2,98	2,67	0,31	42,51	42,39	0,12
0,66	0,53	0,13	0,39	0,22	0,17	12,47	12,43	0,04	5,18	5,15	0,03

0,60	0,16	0,44									
28,79	28,57	0,22									
1,47	1,36	0,12									
9,39	2,04	7,35									
0,51	0,45	0,05									
1,69	0,97	0,72									
1,18	1,14	0,03									
0,53	0,48	0,05									
0,50	0,44	0,07									
2,25	2,24	0,01									
19,35	3,53	15,82									
0,28	0,06	0,22									
2,91	2,73	0,18									
2,94	2,75	0,19									
0,00	0,00	0,00									
1,26	1,24	0,02									
0,81	0,75	0,06									
0,61	0,42	0,20									
1,32	1,28	0,04									
7,61	0,40	7,22									
4,10	1,27	2,83									
7,44	7,29	0,15									
23,28	23,04	0,24									

Fonte: O Autor (2019)

Quadro B: Dados coletados para amostra B

Crítico			Alto			Médio			Baixo		
Tempo Total	Tempo em fila	Tempo aceito	Tempo Total	Tempo em fila	Tempo aceito	Tempo Total	Tempo em fila	Tempo aceito	Tempo Total	Tempo em fila	Tempo aceito
0,71	0,70	0,01	15,91	0,53	15,38	16,19	16,19	0,13	30,44	30,31	0,14
1,23	0,62	0,61	3,63	3,49	0,14	12,13	12,13	0,06	33,72	33,66	0,06
3,23	2,85	0,38	2,47	2,46	0,02	81,98	81,98	43,65	8,65	8,52	0,13
1,52	1,16	0,36	6,57	6,53	0,04	75,27	75,27	44,53	185,23	55,54	129,69
2,05	2,02	0,03	1,78	1,70	0,08	0,00	0,00	0,00	3,84	3,78	0,07
2,73	2,70	0,03	1,01	0,90	0,12	68,10	68,10	27,96	1,07	1,05	0,01
0,80	0,65	0,15	2,41	2,38	0,03	7,41	7,41	0,54	20,60	20,58	0,02
2,71	2,52	0,19	0,65	0,62	0,03	89,08	89,08	65,25	39,09	39,08	0,01
0,13	0,08	0,05	7,99	7,96	0,03	112,15	112,15	71,99	12,92	12,92	0,01
9,22	2,96	6,26	2,94	2,49	0,45	42,49	42,49	0,05	96,04	23,37	72,68
1,26	0,94	0,32	2,79	2,78	0,01	2,52	2,52	0,01	31,85	31,82	0,03
0,35	0,24	0,11	3,94	3,83	0,10	9,58	9,58	0,00	6,30	5,85	0,45
0,28	0,21	0,07	3,26	2,52	0,74	79,30	79,30	44,88	2,71	2,71	0,00
0,21	0,10	0,11	0,25	0,25	0,00	4,25	4,25	0,26	3,54	3,54	0,00
0,10	0,10	0,00	0,61	0,59	0,02	25,03	25,03	0,11	20,42	20,40	0,02
0,48	0,39	0,08	1,57	0,81	0,77	24,66	24,66	0,02	21,65	21,64	0,02
1,26	0,69	0,58	17,57	17,23	0,33	24,87	24,87	0,02	19,17	19,08	0,09
57,13	6,00	51,13	7,87	7,84	0,02	110,37	110,37	107,79	8,97	8,96	0,01
1,41	1,25	0,16	1,51	1,50	0,01	2,43	2,43	0,00	19,67	19,45	0,22
1,36	0,62	0,74	0,06	0,05	0,01	13,91	13,91	0,02	5,12	5,09	0,03
1,66	1,52	0,14	0,24	0,23	0,01	8,81	8,81	0,23	9,75	9,71	0,04
0,41	0,06	0,35	2,45	2,34	0,12	20,93	20,93	0,01	2,81	2,73	0,07
6,70	1,39	5,30	8,78	8,33	0,45	8,90	8,90	0,02	3,00	2,99	0,00
2,10	1,90	0,20	7,85	7,84	0,01	16,61	16,61	0,02	1,67	1,67	0,01
0,68	0,45	0,23	3,09	3,07	0,02	25,69	25,69	0,02	1,01	1,01	0,00
0,14	0,12	0,02	0,82	0,80	0,02	8,13	8,13	0,01	23,23	22,73	0,50
2,35	2,28	0,07	1,90	1,70	0,20	2,65	2,65	0,01	5,21	5,13	0,08
1,26	1,20	0,06	1,00	0,54	0,46	8,33	8,33	0,01	42,29	40,72	1,56
0,42	0,38	0,05	52,33	3,16	49,17	12,55	12,55	0,04	58,52	58,50	0,01
1,26	1,02	0,24	22,73	22,71	0,02	17,51	17,51	0,05	8,07	8,07	0,00
6,95	0,19	6,76	0,94	0,93	0,01	10,03	10,03	0,07	107,04	106,93	0,12
10,27	0,86	9,41	3,73	3,54	0,19	9,01	9,01	0,00	15,94	15,93	0,01
0,66	0,29	0,37	5,41	5,40	0,01	16,81	16,81	0,07	3,33	3,33	0,00
76,36	18,32	58,04	24,21	24,11	0,09	24,75	24,75	0,01	111,90	103,91	7,99
1,84	1,29	0,55	3,89	3,18	0,71	107,39	107,39	99,97	89,70	3,40	86,30
8,47	8,45	0,02	8,36	8,36	0,00	0,89	0,89	0,86	58,95	58,95	0,00
27,48	25,41	2,07	2,81	2,81	0,00	52,98	52,98	6,34	1,97	1,94	0,03
15,64	15,63	0,01	29,27	29,14	0,13	4,43	4,43	0,05	1,56	1,43	0,13
14,80	14,41	0,39	0,51	0,36	0,14	23,63	23,63	21,58	17,26	17,23	0,03
21,83	15,05	6,78	7,57	7,54	0,03	64,90	64,90	35,67	38,39	38,38	0,01

2,79	1,46	1,32	0,00	0,00	0,00	20,85	20,85	19,69	49,66	12,71	36,95
1,12	0,80	0,32	8,20	7,86	0,33	20,53	20,53	0,29	96,34	2,03	94,32
13,25	13,13	0,12	6,19	6,18	0,02	0,85	0,85	0,04	104,68	10,29	94,39
6,98	6,57	0,42	1,94	1,26	0,67	0,22	0,22	0,03	2,47	2,47	0,00
49,63	11,26	38,37	18,86	17,94	0,91	6,76	6,76	6,76	1,64	1,62	0,02
0,61	0,56	0,05	6,53	6,49	0,04	24,92	24,92	0,20	40,07	34,83	5,24
2,60	2,13	0,47	1,62	1,34	0,28	15,32	15,32	0,19	4,02	3,98	0,03
6,47	6,15	0,32	2,68	2,45	0,23	0,12	0,12	0,12	1,11	1,11	0,00
3,99	3,07	0,92	9,74	9,56	0,18	8,79	8,79	0,22	85,20	85,11	0,08
2,45	2,24	0,21	43,21	28,97	14,24	1,25	1,25	0,29	0,71	0,65	0,07
6,01	5,85	0,16	0,37	0,37	0,01	388,40	2,52	321,10	3,22	3,20	0,03
6,96	6,81	0,15	4,38	4,38	0,01	372,97	46,79	368,11	0,34	0,34	0,00
2,29	0,45	1,84	2,45	2,11	0,34	2,52	9,40	0,02	17,50	17,45	0,05
36,06	35,86	0,20	70,61	19,89	50,72	46,79	1,65	0,36	2,89	2,53	0,36
0,24	0,16	0,09	7,62	7,62	0,00	9,40	33,81	0,02	132,63	46,53	86,11
1,70	1,69	0,01	3,77	3,74	0,03	188,24	73,12	165,93	31,12	31,11	0,01
2,91	2,43	0,48	102,29	15,93	86,36	1,65	7,68	0,27	1,26	0,75	0,51
2,47	1,83	0,64	1,48	1,22	0,26	33,81	11,78	6,70	88,37	87,82	0,55
0,90	0,42	0,48	5,62	5,60	0,02	73,12	88,22	68,52	48,92	48,75	0,17
0,93	0,92	0,02	7,28	1,97	5,30	7,68	4,15	0,01	4,66	4,65	0,01
3,69	3,49	0,20	129,40	20,03	109,37	11,78	66,85	0,22	3,38	3,37	0,02
0,25	0,24	0,01	46,39	8,53	37,86	88,22	94,99	35,42	93,21	7,29	85,92
3,36	2,84	0,52	2,40	2,38	0,01	139,30	38,15	102,36	0,99	0,98	0,01
2,64	2,21	0,43	52,42	0,36	52,06	4,15	56,44	0,10	28,48	27,97	0,51
0,56	0,33	0,23	0,04	0,01	0,03	66,85	10,80	0,24	1,87	1,50	0,37
102,87	0,78	102,09	22,10	22,00	0,10	94,99	53,40	28,70	1,95	1,59	0,37
56,83	0,15	56,68	1,83	1,81	0,02	38,15	12,89	34,93	8,15	1,08	7,07
18,65	11,96	6,68	5,92	5,39	0,53	56,44	23,04	7,26	8,98	8,96	0,01
29,50	21,70	7,81	1,72	1,72	0,00	10,80	15,41	0,00	0,01	0,01	0,00
81,36	4,30	77,05	25,39	1,26	24,13	53,40	17,65	0,01	29,65	22,46	7,19
0,69	0,68	0,01	2,59	2,41	0,17	12,89	0,10	0,07	14,70	13,71	0,99
0,61	0,46	0,15	17,74	17,74	0,01	23,04	4,86	7,23	1,71	1,70	0,01
0,24	0,21	0,03	85,56	7,80	77,77	15,41	9,04	0,05	57,61	26,17	31,44
4,16	1,90	2,27	16,82	7,21	9,61	17,65	0,01	0,03	35,86	20,66	15,20
0,30	0,14	0,16	1,37	1,32	0,05	0,10	1,66	0,00	82,56	41,76	40,80
0,32	0,04	0,27	0,58	0,58	0,00	4,86	4,79	0,05	270,63	11,45	259,18
1,82	1,80	0,02	0,41	0,39	0,02	9,04	31,15	8,09	33,17	32,93	0,24
1,02	0,95	0,07	18,45	18,43	0,02	0,01	9,95	0,00	107,65	0,48	107,17
3,77	3,51	0,26	18,19	11,06	7,13	1,66	63,22	0,02	0,01	0,00	0,01
3,62	3,25	0,36	8,18	7,79	0,39	4,79	6,26	0,09	191,02	53,81	137,21
16,93	14,44	2,49	1,89	1,81	0,08	31,15	18,62	0,02	100,11	100,02	0,09
0,48	0,12	0,36	6,22	6,09	0,13	9,95	93,03	7,87	6,65	6,64	0,00
6,95	6,83	0,12	3,28	3,22	0,06	63,22	52,41	0,02	30,81	30,81	0,00
14,96	14,89	0,07	1,07	1,00	0,07	6,26	58,13	0,01	1,82	1,81	0,01
1,44	1,26	0,18	7,31	7,31	0,00	18,62	9,52	0,06	46,79	46,73	0,07

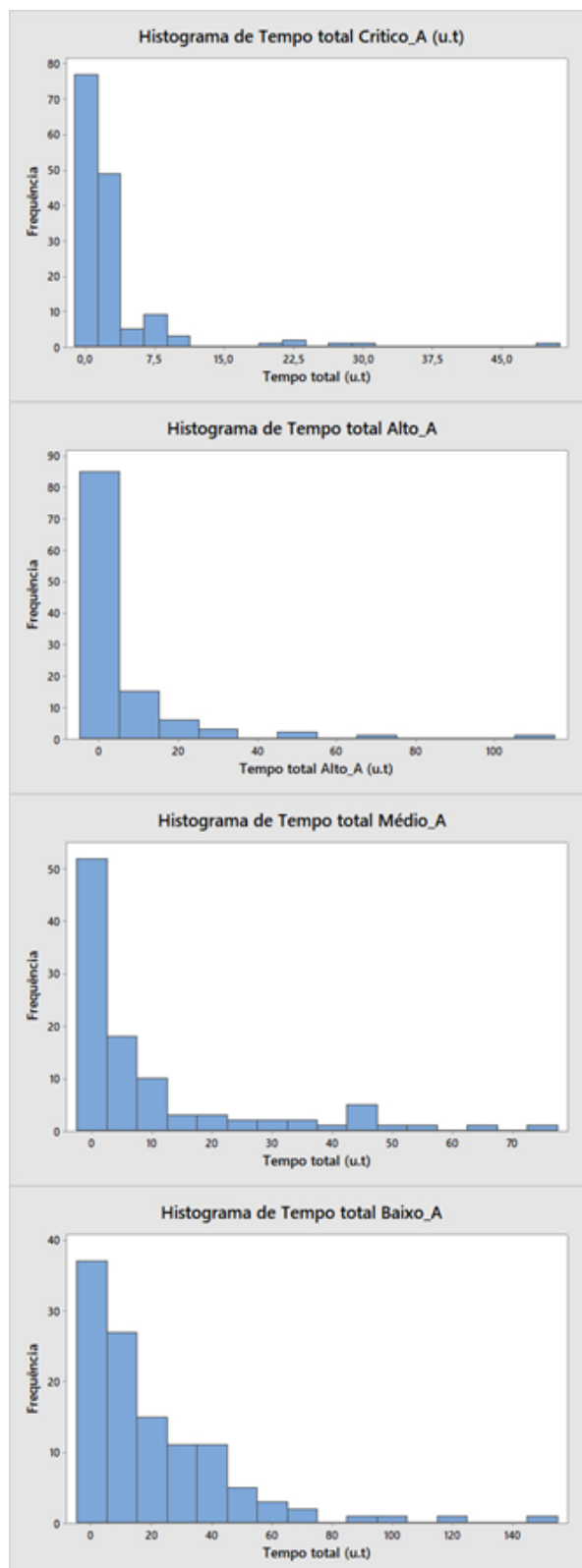
10,35	10,34	0,01	66,45	14,62	51,83	93,03	0,23	6,42	7,69	7,69	0,00
0,84	0,83	0,01	7,29	6,32	0,98	52,41	6,14	0,14	23,49	23,49	0,00
1,96	1,71	0,25	0,38	0,20	0,18	58,13	15,54	6,60	17,25	17,25	0,01
6,85	6,32	0,54	1,30	1,29	0,02	9,52	0,04	0,01	1,18	1,07	0,12
1,72	1,69	0,03	1,41	1,40	0,01	0,23	37,53	0,12	1,61	1,61	0,00
7,46	1,24	6,22	17,24	17,20	0,03	6,14	3,08	0,00	28,10	28,09	0,02
5,10	5,10	0,00	14,52	14,15	0,38	15,54	38,81	9,06	1,13	1,11	0,02
3,24	2,11	1,14	44,55	44,49	0,05	0,04	0,93	0,00	0,64	0,63	0,01
3,36	2,98	0,38	27,63	27,58	0,05	37,53	1,57	27,43	7,81	7,81	0,01
0,80	0,74	0,06	0,75	0,74	0,01	3,08	1,81	0,17	1,25	1,24	0,01
0,92	0,77	0,16	0,08	0,08	0,00	38,81	26,31	35,61	67,34	9,78	57,56
1,53	1,38	0,15	7,30	6,54	0,76	0,93	6,99	0,00	11,35	11,31	0,03
1,12	1,06	0,06	22,29	22,18	0,11	1,57	46,25	0,05	8,67	7,69	0,98
1,94	1,27	0,67	26,89	26,24	0,65	1,81	38,28	0,01	2,50	2,48	0,01
0,47	0,47	0,00	1,58	1,55	0,03	26,31	44,83	0,06	0,00	0,00	0,00
0,68	0,65	0,02	10,25	10,16	0,10	6,99	28,65	0,28	50,13	27,70	22,43
1,53	1,39	0,14	7,23	1,85	5,38	46,25	2,05	0,04	15,81	15,81	0,00
1,86	1,77	0,09	171,20	42,47	128,73	38,28	15,27	0,04	14,64	14,63	0,01
8,99	1,08	7,92	44,56	37,48	7,07	44,83	2,01	0,04	7,60	7,02	0,58
0,39	0,36	0,04	20,15	20,12	0,03	28,65	5,40	19,65			
1,81	1,74	0,07	1,48	1,41	0,07	2,05	1,10	1,99			
1,11	1,04	0,06	0,82	0,80	0,02	15,27	44,11	0,09			
0,16	0,13	0,03	43,72	0,60	43,12	2,01	9,04	0,00			
0,78	0,74	0,04	88,70	0,60	88,10	5,40	1,98	0,51			
2,37	2,22	0,15	100,99	99,68	1,31	1,10	89,56	0,04			
0,25	0,23	0,02	0,00	0,00	0,00	44,11	96,47	40,11			
0,45	0,18	0,27	26,84	26,79	0,05	9,04	43,14	0,01			
6,27	6,18	0,08	2,28	2,27	0,01	1,98	73,68	0,01			
2,41	2,12	0,29	10,11	10,07	0,04	89,56	114,40	43,70			
2,51	1,17	1,33	3,78	3,77	0,01	128,02	38,53	100,47			
0,50	0,48	0,02	23,67	23,02	0,65	96,47	58,43	12,18			
0,56	0,28	0,29	0,79	0,79	0,00	43,14	9,95	43,09			
0,87	0,79	0,09	0,33	0,33	0,00	164,33	25,24	42,91			
1,54	1,52	0,01	8,45	8,36	0,09	73,68	20,96	50,25			
3,64	3,62	0,02	1,15	1,13	0,02	114,40	22,37	93,26			
2,50	2,46	0,04	0,74	0,74	0,00	38,53	63,05	0,01			
0,23	0,22	0,01	0,58	0,58	0,00	58,43	8,73	0,00			
6,22	6,19	0,02	1,10	1,10	0,00	9,95	8,21	0,79			
8,55	0,77	7,78	45,72	40,48	5,24	25,24	7,47	0,00			
1,39	1,21	0,17	1,16	1,16	0,00	20,96	2,40	0,00			
0,14	0,14	0,00	0,83	0,74	0,09	22,37	8,18	0,00			
26,66	2,72	23,95	0,85	0,71	0,14	63,05	0,97	49,38			
1,04	1,02	0,02	11,94	11,92	0,02	8,73	19,96	0,00			
1,16	1,05	0,11	13,46	13,45	0,02	8,21	1,97	0,00			
15,51	15,48	0,02	16,91	16,00	0,92	7,47	3,37	0,02			

20,42	19,50	0,92									
-------	-------	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Fonte: O Autor (2019)

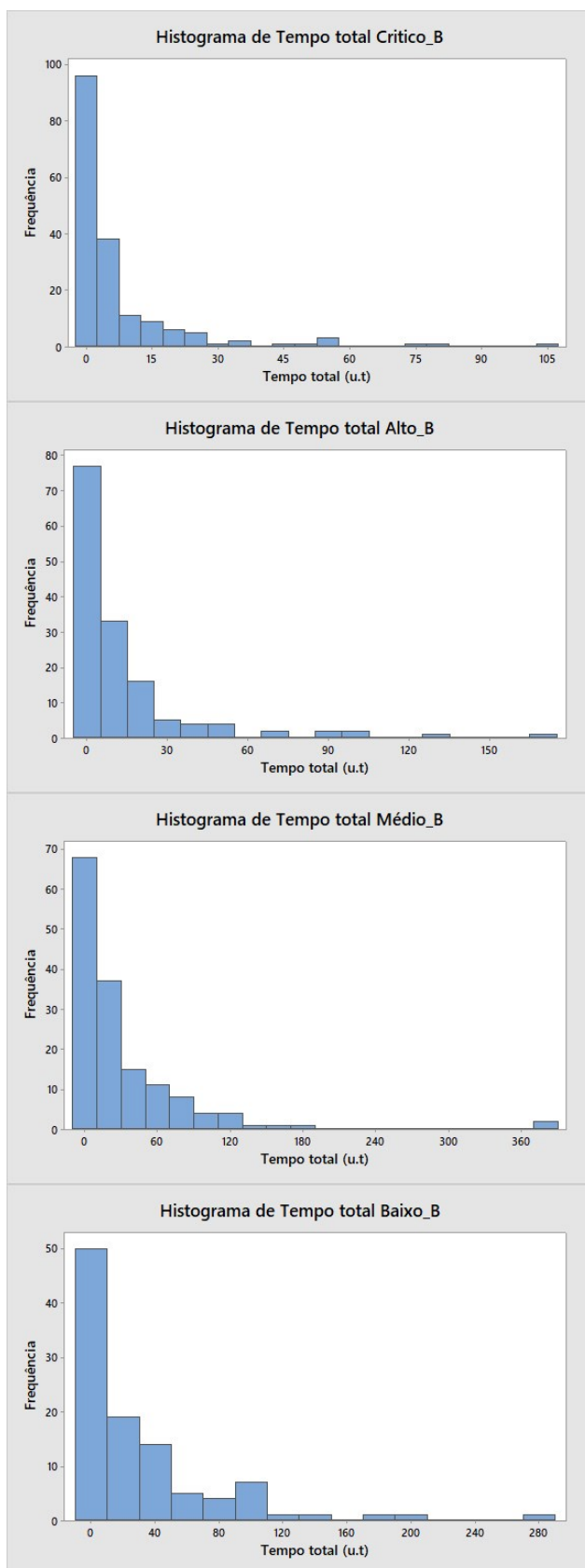
APÊNDICE B – Histogramas gerados para análise dos dados.

Figura B1 - Histogramas gerados para análise dos dados – Amostra A.



Fonte: O Autor (2019)

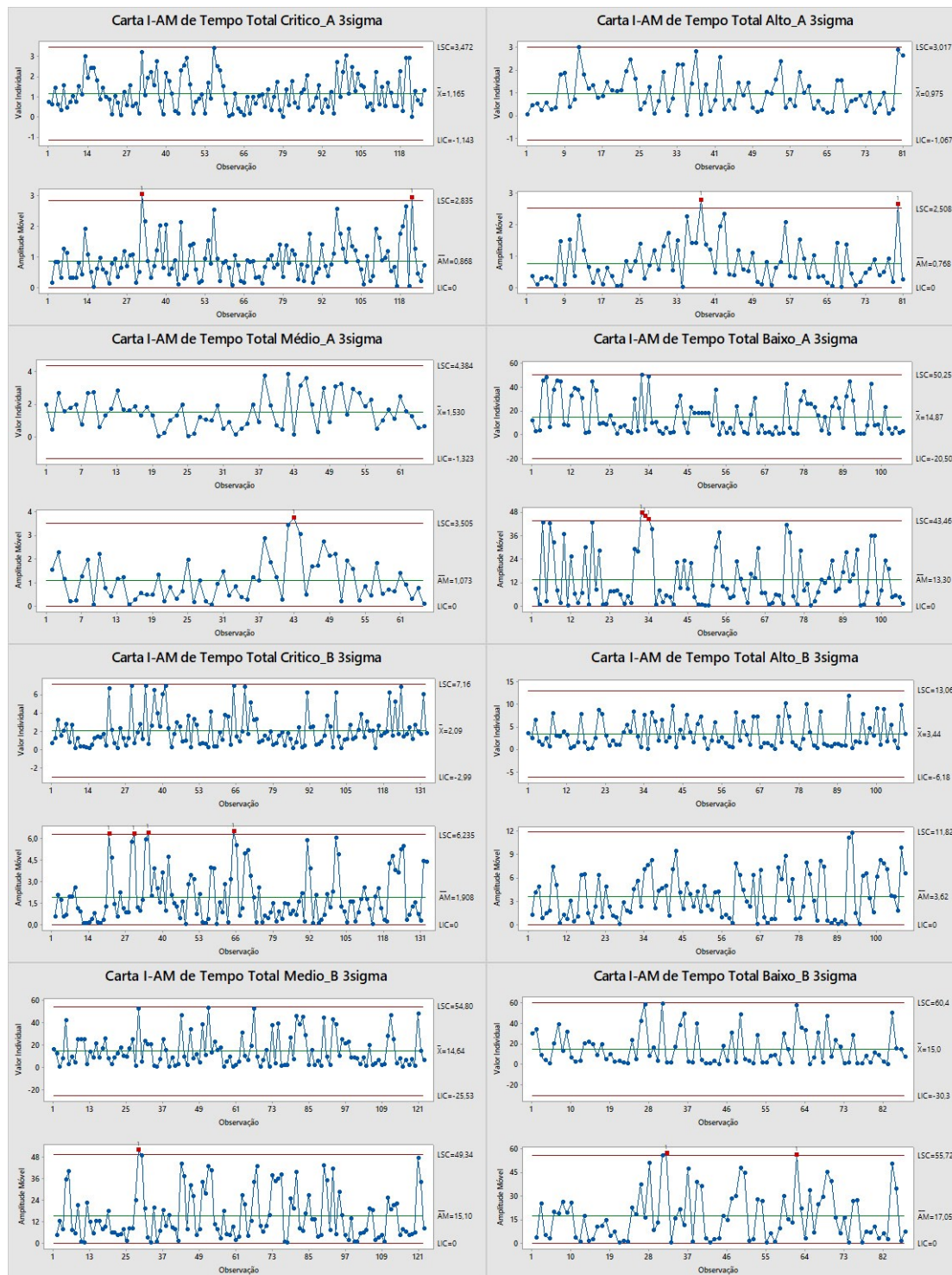
Figura B2 - Histogramas gerados para análise dos dados Amostra B.



Fonte: O Autor (2019)

APÊNDICE C – Cartas de controle gerados para análise dos dados

Figura C1 – Cartas de controle gerados para análise dos dados



Fonte: O Autor (2019)