

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO CIVIL

ANDRÉIA MOREIRA VALLE  
PAULO HENRIQUE SCHMITZ AGOSTINI  
RODOLFO OLDONI CENCI

APLICAÇÃO DE CARTAS DE CONTROLE DE MÉDIAS MÓVEIS  
EXPONENCIALMENTE PONDERADAS (MMEP) NO MONITORAMENTO DE  
PROCESSOS: UM ESTUDO DE CASO NUMA MONTADORA DE AUTOMÓVEIS

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA

2011

ANDRÉIA MOREIRA VALLE  
PAULO HENRIQUE SCHMITZ AGOSTINI  
RODOLFO OLDONI CENCI

APLICAÇÃO DE CARTAS DE CONTROLE DE MÉDIAS MÓVEIS  
EXPONENCIALMENTE PONDERADAS (MMEP) NO MONITORAMENTO DE  
PROCESSOS: UM ESTUDO DE CASO NUMA MONTADORA DE AUTOMÓVEIS

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação,  
apresentado à disciplina de Projeto Final 2, do  
Curso de Engenharia de Produção Civil do  
Departamento Acadêmico de Construção Civil da  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Campus Curitiba, como requisito parcial para  
obtenção do título de Engenheiro.

Orientador: Prof. Mauro Edson Alberti, M.Eng

CURITIBA

2011

---

## FOLHA DE APROVAÇÃO

### **APLICAÇÃO DE CARTAS DE CONTROLE DE MÉDIAS MÓVEIS EXPONENCIALMENTE PONDERADAS (MMEP) NO MONITORAMENTO DE PROCESSOS: UM ESTUDO DE CASO NUMA MONTADORA DE AUTOMÓVEIS**

Por

ANDRÉIA MOREIRA VALLE  
PAULO HENRIQUE SCHMITZ AGOSTINI  
RODOLFO OLDONI CENCI

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, do Campus Curitiba, defendido e aprovado em 01 de dezembro de 2011, pela seguinte banca de avaliação:

---

Prof. Orientador – Mauro Edson Alberti, M.Eng.  
UTFPR

---

Prof. Alfredo Iarozinski Neto, Dr.  
UTFPR

---

Prof. Cezar Augusto Romano, Dr.  
UTFPR

“A melhor maneira de ganhar dinheiro é deixar de perdê-lo.”

Comandante Rolim Amaro, *fundador da TAM Linhas Aéreas*

## RESUMO

AGOSTINI, Paulo Henrique S. CENCI, Rodolfo Oldoni. VALLE, Andréia Moreira. Aplicação de cartas de controle de médias móveis exponencialmente ponderadas (MMEP) no monitoramento de processos: um estudo de caso numa montadora de automóveis. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia de Produção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2011.

O presente trabalho trata de um estudo de caso com o objetivo de aplicar cartas de controle de média móvel exponencialmente ponderada (MMEP) no monitoramento de processos industriais, em uma montadora de automóveis do estado do Paraná, onde já se utilizam cartas de controle de Shewhart. Discute-se o desempenho de ambos os gráficos quanto à detecção de desvios nos processos através da análise do comprimento médio de corrida (ARL - *Average Run Length*) e pela comparação dos resultados obtidos com as cartas de Shewhart e MMEP. Comprova-se a maior sensibilidade e velocidade de detecção de variações no processo dos gráficos de controle de média móvel exponencialmente ponderada e demonstra-se a possibilidade de redução amostral para esta metodologia sem perda da confiabilidade do controle, aumentando somente a frequência de coleta das amostras controladas. Discute-se a importância dos testes de capacidade de processo para a qualidade do controle estatístico e prevêem-se os impactos financeiros positivos decorrentes da redução amostral resultante da adoção das cartas de controle MMEP.

**Palavras-chave:** Controle Estatístico do Processo. Cartas de Controle. Cartas de Controle de Média Móvel Exponencialmente Ponderada. MMEP.

## ***ABSTRACT***

AGOSTINI, Paulo Henrique S. CENCI, Rodolfo Oldoni. VALLE, Andréia Moreira. Application of exponentially weighted moving average (EWMA) control charts on Process Monitoring: A case study in an automaker. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia de Produção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2011.

This document is a case study that aims to apply Exponentially Weighted Moving Averages (EWMA) control charts to monitor industrial processes in an automaker in the State of Paraná, which already uses Shewharts control charts. It discusses the performance of both graphics in detecting processes deviations by examining the Average Run Length (ARL) and comparing the obtained results. It is proved a higher sensibility and faster detection of variations using exponentially weighted moving average control graphics, which allows sample reduction without loss of reliability of control, by only increasing the frequency of controlled sample collection. It discusses the importance of process capacity on the quality of statistical control and estimates the positive financial impacts from sample reduction obtained through EWMA control charts.

***Keywords:*** *Statistical Process Control. Control Charts. Exponentially Weighted Moving Average. EWMA.*

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Exemplo de histograma .....	20
Figura 2 - Exemplo de carta de controle .....	22
Figura 3 - Percentagem de valores inclusos entre os seis-sigma .....	23
Figura 4 - Exemplo de periodicidade em carta de controle .....	25
Figura 5 - Exemplo de tendência em carta de controle .....	25
Figura 6 - Exemplo de deslocamento em carta de controle .....	25
Figura 7 - Modelo de Carta MMEP .....	33
Figura 8 - Fluxograma com a divisão das etapas principais do trabalho .....	35
Figura 9 - Roteiro da etapa de implantação das cartas de controle .....	38
Figura 10 - Planilha de gestão dos resultados e formulação dos parâmetros das cartas de controle .....	47
Figura 11 - Análise de Capacidade do Processo A .....	50
Figura 12 - Análise de Capacidade para amostras unitárias – Processo A .....	52
Figura 13 - Análise de Capacidade – Processo B .....	55
Figura 14 - Análise de Capacidade – Processo C .....	58
Figura 15 - Teste de Capacidade do Processo D .....	61
Figura 16 - Tendência da variação dos custos de falhas com a implantação de cartas MMEP .....	67

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Escala de capacidade das etapas dos processos produtivos .....	29
Tabela 2 - Valor do ARL para Shewhart .....	39
Tabela 3 - Valor do ARL para MMEP .....	40
Tabela 4 - Valor do ARL para MMEP e Shewhart .....	41
Tabela 5 - Resumo do processo A .....	42
Tabela 6 - Resumo do processo B .....	43
Tabela 7 - Resumo do processo C .....	44
Tabela 8 - Resumo do processo D .....	44
Tabela 9 - Resumo dos valores funcionais para os processos estudados .....	45
Tabela 10 - Característica da amostragem para os processos estudados .....	45
Tabela 11 - Resumo dos resultados obtidos pelos processos monitorados .....	62
Tabela 12 - Custos atuais de controle para os Processos A, B, C e D .....	64
Tabela 13 - Custos de controle com cartas MMEP para os Processos A, B, C e D .....	64
Tabela 14 - Comparativo de Custos de Controle para os Processos A, B, C e D.....	65
Tabela 15 - Custos de controle com cartas MMEP com frequências inteiras .....	65
Tabela 16 - Comparativo de Custos de Controle para frequências inteiras .....	65

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Carta de controle de Shewhart, com 3 amostras – Processo B .....	48
Gráfico 2 - Carta de controle MMEP, amostra 1 – Processo B .....	48
Gráfico 3 - Carta de controle MMEP, amostra 2 – Processo B .....	48
Gráfico 4 - Carta de controle MMEP, amostra 3 – Processo B .....	48
Gráfico 5 - Carta de controle MMEP, obtida pelo Minitab, amostra 1 – Processo B .....	49
Gráfico 6 - Carta de Shewhart – Processo A .....	49
Gráfico 7 - Carta de controle MMEP – Processo A – amostra 2.....	50
Gráfico 8 - Detalhe do gráfico MMEP – Processo A – amostra 1 .....	51
Gráfico 9 - Detalhe do gráfico MMEP – Processo A – amostra 3 .....	51
Gráfico 10 - Detalhe do gráfico MMEP – Processo B – amostra 1 .....	53
Gráfico 11 - Detalhe do gráfico MMEP – Processo B – amostra 2.....	53
Gráfico 12 - Detalhe do gráfico MMEP – Processo B – amostra 3.....	54
Gráfico 13 - Detalhe do gráfico de Shewhart – Processo B .....	54
Gráfico 14 - Detalhe carta de Shewhart (processo C) – medição 162.....	56
Gráfico 15 - Detalhe das cartas MMEP (Processo C) - medição 162.....	56
Gráfico 16 - Detalhe da carta de Shewhart (Processo C) - medições 116 a 260.....	57
Gráfico 17 - Detalhe da carta MMEP para a amostra 1 (Processo C) - medições 116 a 260 ..	57
Gráfico 18 - Detalhe da carta MMEP para a amostra 2 (Processo C) - medições 116 a 260 ..	58
Gráfico 19 - Detalhe da carta MMEP para a amostra 3 (Processo C) - medições 116 a 260 ..	58
Gráfico 20 - Carta de Controle de Shewhart, com 3 amostras – Processo D .....	59
Gráfico 21 - Detalhe das cartas MMEP (Processo D) nas medições 128 a 151.....	59
Gráfico 22 - Detalhe das cartas MMEP (Processo D) nas medições 128 a 151.....	60
Gráfico 23 - Detalhe comparativo entre cartas de controle (Processo D) – Medições entre 36 a 56 .....	60

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ARL	Comprimento Médio de Corrida (do original <i>Average Run Length</i> )
CEP	Controle Estatístico do Processo
CUSUM	Método das Somas Acumuladas
EWMA	<i>Exponentially Weighted Moving Average</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LC	Linha Central
LIA	Limite Inferior de Alerta
LIC	Limite Inferior de Controle
LSA	Limite Superior de Alerta
LSC	Limite Superior de Controle
MM	Médias Móveis
MMEP	Médias Móveis Exponencialmente Ponderadas
PMBOK	<i>Project Management Book of Knowledge</i>
PNQ	Prêmio Nacional da Qualidade
QC	Controle de Qualidade (do original <i>Quality Control</i> )
RCP	Razão da Capacidade do Processo
RL	Comprimento de Corrida (do original <i>Run Length</i> )

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
1.1	Tema e problematização .....	12
1.2	Justificativa .....	13
1.3	Objetivos.....	13
1.3.1	Ojetivo Geral.....	13
1.3.2	Objetivos Específicos .....	13
2	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>14</b>
2.1	Histórico do Controle de Qualidade.....	14
2.2	Controle Estatístico de Processo .....	16
2.2.1	Causas aleatórias e atribuíveis da variação da qualidade .....	17
2.2.2	Amostragem.....	18
2.2.3	Capacidade do processo.....	18
2.3	Ferramentas do controle estatístico do processo.....	19
2.3.1.1	Folha de Verificação .....	19
2.3.1.2	Estratificação.....	20
2.3.1.3	Histograma.....	20
2.4	Gráficos de Controle .....	21
2.4.1	Tipos de gráfico de controle .....	23
2.4.2	Interpretação de Gráficos de Controle.....	24
2.4.3	Erros associados a cartas de controle .....	26
2.4.4	Comprimento médio de corrida (ARL) .....	27
2.4.5	Índices de capacidade de processo para cartas de controle .....	28
2.5	Principais métodos de análise estatística para cartas de controle .....	29
2.5.1	Cartas de controle de Shewhart.....	29
2.5.2	Cartas de controle de Média Móvel Exponencialmente Ponderada.....	30
3	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>35</b>
3.1	Considerações preliminares .....	35
3.2	Roteiro da pesquisa .....	35
3.2.1	Estudo estatístico do desempenho das cartas de controle propostas.....	36
3.2.2	Metodologia de implantação das cartas de controle.....	36
4	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>39</b>
4.1	Redução amostral frente o desempenho das cartas de controle propostas .....	39
4.2	Processos industriais escolhidos .....	42

4.2.1	Processo A: Alinhamento de Volante .....	42
4.2.2	Processo B: Fixamento do suporte da caixa de câmbio .....	42
4.2.3	Processo C: Pressão de Pneus .....	43
4.2.4	Processo D: Regulagem de Faróis.....	44
4.2.5	Resumo dos processos escolhidos.....	45
4.3	Formulação das Cartas de Controle .....	45
4.4	Análise comparativa entre as cartas de controle de Shewhart e MMEP.....	49
4.4.1	Processo A .....	49
4.4.2	Processo B .....	52
4.4.3	Processo C .....	56
4.4.4	Processo D .....	59
4.4.5	Compatibilização de Resultados .....	62
4.5	Discussão dos custos de controle e custos de qualidade .....	63
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>69</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>72</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>74</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Tema e problematização

Com a globalização da economia e o crescimento da competitividade industrial, as empresas precisam adequar seu perfil para atender as novas exigências do mercado. Neste sentido, diversos e importantes segmentos da sociedade têm destacado a necessidade de redefinição de políticas industriais, em busca de maiores facilidades para incorporação de novas tecnologias, modelos de organização da produção, de gestão e de qualidade.

O conceito de qualidade, embora definido de diversas formas diferentes, está intrinsecamente relacionado ao desafio de atender e superar as expectativas dos clientes. A qualidade é, neste aspecto, determinada do ponto de vista do cliente e, pode ser visualizada como uma arma competitiva que se relaciona com a lucratividade.

O controle da qualidade é um conjunto de ações desenvolvidas com o objetivo de estabelecer, melhorar e assegurar a qualidade da produção. Para monitorar a conformidade de um processo foram desenvolvidos gráficos de controle. Montgomery (2004) destaca algumas das razões que contemplam a popularidade desses gráficos:

- a) são uma técnica comprovada de melhoria da produtividade;
- b) são eficazes na prevenção de defeitos;
- c) evitam ajustes desnecessários nos processos;
- d) fornecem informações confiáveis para diagnóstico sobre o desempenho e capacidade dos processos.

Os gráficos (ou cartas) de controle mais comuns, utilizados na indústria, seguem a metodologia sugerida por seu criador, Shewhart, na década de 1930. No entanto, Alves (2003) comenta que outras técnicas de desenvolvimento dos gráficos vêm sendo estudadas, como o método de somas acumuladas (CUSUM), o método das médias móveis (MM) e o método das médias móveis exponencialmente ponderadas (MMEP).

O monitoramento da convergência da conformidade dos processos, como é realizado hoje, é uma atividade que exige grandes investimentos financeiros para a indústria. Por ser um trabalho intenso e constante, a redução de controles e tempos envolvidos implica em grandes reduções de custos.

## **1.2 Justificativa**

O presente estudo justifica-se como discussão de um método de controle de processos confiável e eficaz, que atenda aos padrões de qualidade exigidos e permita promover a redução de custos associados ao controle por meio da redução de amostragem do sistema.

A escolha pelo método das médias móveis exponencialmente ponderadas (MMEP) justifica-se visto que a literatura o considera como um modelo de maior precisão do que o modelo de Shewhart e de fácil aplicação quando comparado a outros métodos de sensibilidade parecida, conforme evidencia Montgomery (2004).

## **1.3 Objetivos**

### ***1.3.1 Objetivo Geral***

O objetivo geral do trabalho é aplicar o gráfico de controle de médias móveis exponencialmente ponderadas em processos industriais de uma montadora de automóveis do estado do Paraná, onde já se utilizam cartas de controle de Shewhart para monitoramento do comportamento dos processos e comparar os dois modelos de cartas de controle (Shewhart e MMEP).

### ***1.3.2 Objetivos Específicos***

Os objetivos específicos do presente trabalho são os seguintes:

- a) Estudar a confiabilidade de cartas de controle e analisar o impacto da redução amostral para cartas MMEP;
- b) Comparar o desempenho do monitoramento das cartas MMEP e de Shewhart para os processos através de indicadores e regras estatísticas;
- c) Estimar o impacto financeiro da aplicação das cartas MMEP e a redução do número de amostras controladas.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

Neste capítulo será apresentado o referencial teórico, elaborado através de uma revisão bibliográfica sobre os temas relacionados à qualidade, ao controle estatístico de processo e às cartas de controle, os quais guiarão a execução do presente trabalho.

### **2.1 Histórico do Controle de Qualidade**

Dependendo do enfoque a ser dado, o conceito de qualidade pode ser definido de várias formas diferentes. Para Juran (1998, p. 2.1 e 2.2) qualidade é a “satisfação das necessidades do consumidor”, qualidade é a “adequação ao uso”.

Campos (2004, p. 2) define um produto ou serviço de qualidade como “aquele que atende perfeitamente, de forma aceitável, de forma acessível, de forma segura e no tempo certo às necessidades do cliente”, ou em outros termos, “um projeto perfeito, sem defeitos, de baixo custo, que dê segurança ao cliente e seja entregue no prazo, no local e na quantidade correta”.

Para Montgomery (2004, p. 5), qualidade sempre foi parte integrante de praticamente todos os produtos e serviços. A conscientização de sua importância e a introdução de métodos formais para o controle e melhoria da qualidade, entretanto, têm sido um desenvolvimento gradativo.

A qualidade evoluiu, segundo Barçante (1998), a partir da Revolução Industrial, através de quatro eras: A Era da Inspeção, onde o foco estava no produto, a Era do Controle Estatístico da Qualidade, cujo foco estava no processo, a Era da Garantia da Qualidade, com foco no sistema, e, finalmente, a Era da Gestão da Qualidade Total, cujo foco está no negócio.

Nos séculos XVIII e XIX, a produção de bens era predominantemente artesanal. As peças defeituosas eram identificadas e ajustadas manualmente por artesãos e a inspeção final de qualidade era uma atividade informal (CORDEIRO, 2004).

A era da inspeção surgiu com o desenvolvimento da industrialização e da produção em massa. Neste período, para assegurar a Qualidade da produção, era necessário controlar, medir, testar uma ou mais características de certo número de produtos fabricados. O controle poderia ser realizado em amostras aleatórias, sem qualquer referencial estatístico, ou em todos os itens produzidos. Os produtos defeituosos eram encaminhados para retrabalho ou descarte, e a causa do problema não era investigada. Nesta época, os estudiosos Frederick W. Taylor e G. S. Radford criaram a função de inspetor, uma pessoa responsável pela conformidade dos produtos e da qualidade nas indústrias (CORDEIRO, 2004).

A era do controle estatístico da qualidade iniciou-se a partir de estudos desenvolvidos pelo pesquisador americano W. A. Shewhart, na década de 1930. Segundo Samohyl (2005), a percepção de Shewhart foi que a qualidade e a variabilidade eram conceitos totalmente opostos, ou seja, a qualidade dos produtos dependia da pouca variabilidade das características dos mesmos. Desta forma, Shewhart passou a medir, analisar e monitorar a variabilidade das características dos produtos e tratá-las estatisticamente para que pudesse obter, assim, processos e produtos em melhores níveis de qualidade. Para realizar o tratamento estatístico, o pesquisador desenvolveu a técnica dos gráficos de controle de processo, utilizados até hoje nas indústrias.

Diferentemente da era passada, onde a qualidade baseava-se em eliminar os produtos com defeitos, durante a era do controle estatístico da qualidade, inicia-se a gestão corretiva, onde as causas para os defeitos começam a ser identificadas, analisadas e corrigidas (BARÇANTE, 1998).

Durante a 2ª Guerra Mundial, a produção de bens de consumo caiu drasticamente, visto que a prioridade das empresas era a fabricação de produtos de uso militar. No fim da guerra, os bens de uso comum da população estavam escassos e a prioridade das indústrias passou a ser o fornecimento intenso para este mercado, com um forte comprometimento em relação ao prazo de entrega, em detrimento da qualidade.

Nos anos posteriores à guerra houve um grande avanço tecnológico e industrial. Este fator, associado às pressões entre os concorrentes, fizeram com que as indústrias revisassem seus conceitos de qualidade. É neste contexto que surge uma nova era, a era da garantia da qualidade, onde a qualidade passa a ser relacionada a itens mensuráveis, como os custos de mão de obra e de retrabalho, perdas financeiras relacionadas à insatisfação dos clientes, custos ligados ao controle de qualidade como inspeção, amostragem, prevenção, dentre outros (BARÇANTE, 1998).

A era da garantia da qualidade marca o surgimento de conceitos extremamente importantes: o conceito de controle da qualidade total, formulado por Armand Feigenbaum, em que a qualidade é um trabalho de todos, desde a elaboração do projeto até o fornecimento aos clientes, e defeito zero, por Philip Crosby, cuja filosofia básica era fazer o trabalho certo da primeira vez (CARVALHO; PALADINI, 2005).

W. Edwards Deming e Joseph M. Juran, dois importantes estudiosos da área da qualidade, ajudaram o Japão a desenvolver um forte modelo de gestão da qualidade no período pós segunda guerra mundial. No final da década de 1970, o mercado ocidental começou a ser invadido por produtos japoneses de alta qualidade e com preços relativamente

baixos (CARVALHO; PALADINI, 2005). A era da gestão da qualidade total iniciou-se a partir dos esforços das principais empresas norte-americanas e européias em desvendar as razões para o sucesso competitivo japonês e adaptar suas características à realidade de seus países (CORDEIRO, 2004).

Na década de 1980, a *International Organization for Standardization* (ISO) publicou uma série de normas, como as ISO 9000, com o objetivo de padronizar a aplicação dos conteúdos de gestão de qualidade nas empresas. Nos Estados Unidos foi criado o Prêmio Nacional da Qualidade *Malcom Baldrige Award*, semelhante ao Prêmio Deming, existente no Japão desde 1951. A intenção era de premiar as empresas mais bem-sucedidas no modelo de gestão da qualidade total. Os países da Europa e até mesmo o Brasil apostaram nesta idéia e criaram, pouco tempo depois, o Prêmio Europeu da Qualidade e o Prêmio Nacional da Qualidade (PNQ), respectivamente (CORDEIRO, 2004).

Segundo Barçante (1998), a era da gestão da qualidade total é a evolução das três eras anteriores. Ela envolve a aplicação da qualidade em todos os níveis e áreas da empresa, englobando a garantia da qualidade, o controle estatístico e a inspeção. Nesta era a qualidade passa a merecer a atenção rotineira da alta direção e integra-se na gestão estratégica do negócio, como sendo de alto impacto no sucesso competitivo da empresa.

Ainda segundo o autor, a partir de 1990, o fenômeno da globalização intensificou o intercâmbio de informações entre os países e com isto unificou o processo da evolução da Qualidade no mundo. Atualmente, a Qualidade passou a ser uma “linguagem internacional de negócios”, visto o aumento de empresas com certificação ISO 9001 e ISO 14001 e a consolidação dos prêmios nacionais da qualidade adotados por grande parte dos países.

Segundo Carvalho e Paladini (2005), a qualidade tornou-se o fator crítico para a sobrevivência não apenas das empresas, como também dos produtos e processos.

## **2.2 Controle Estatístico de Processo**

Montgomery (2004) associa o surgimento do controle estatístico do processo (CEP) com a busca da melhoria do controle de qualidade através da redução sistemática de desperdícios. Tais desperdícios estão ligados à descartes e ao retrabalho na manufatura, inspeção e controle, erros em documentos, reclamações de clientes e custos de garantia.

Diferentemente da inspeção tradicional, que verificava a qualidade do produto acabado, o controle estatístico de qualidade atua em todas as fases do processo produtivo, sendo que sua diretriz é evitar a produção de itens de qualidade insatisfatória (LOURENÇO FILHO, 1976).

O uso da estatística como ferramenta para o controle da qualidade, segundo Juran (1998), se consolidou com a necessidade de massificar a produção. Este fato obrigou o sistema produtivo a utilizar técnicas para minimizar perdas, reduzir o custo de produção e, principalmente, assegurar a qualidade dos produtos.

### ***2.2.1 Causas aleatórias e atribuíveis da variação da qualidade***

Para Montgomery (2004, p. 96), “em qualquer processo de produção, independentemente de quão bem planejado ou cuidadosamente mantido ele seja, uma certa quantidade de variabilidade inerente ou natural sempre existirá”. As variações fazem com que produtos do mesmo tipo, produzidos com o mesmo material, pelo mesmo processo e com as mesmas máquinas não sejam idênticos.

A variabilidade (ou variação) pode estar presente nos materiais, equipamentos, métodos de trabalho ou inspeção, de forma a impactar na produção e no produto final. Daimlerchrysler...(2005) utiliza, para explicar o efeito de variabilidade, o exemplo do diâmetro de um eixo usinado, o qual é suscetível à variação através de várias fontes: da máquina (sujeita a folga e desgaste do rolamento), da ferramenta (esforço, taxa de desgaste), do material (diâmetro, dureza), do operador (precisão em centralizar, alimentação da peça), da manutenção (lubrificação, reposição de peças gastas), do meio ambiente (temperatura, constância do fornecimento elétrico) e do sistema de medição.

Segundo Vieira (1999), a variação pode ser reduzida até certo limite, a partir do qual pode ser apenas verificada e controlada. Neste sentido, causas comuns referem-se às muitas fontes de variação que agem de forma consistente no processo. As causas comuns de um processo produzem uma distribuição estável e repetitiva ao longo do tempo, resultando em um sistema estável de causas prováveis.

Se somente causas comuns de variação estão presentes e não se alteram, o resultado do processo se torna previsível (DAIMLERCHRYSLER ..., 2005).

Causas especiais (freqüentemente chamadas de causas que podem ser atribuídas) referem-se a quaisquer fatores causadores de variação que afetam apenas parte do resultado do processo (VIEIRA, 1999). Para Juran (1998), as causas atribuídas quase sempre são intermitentes e imprevisíveis. A menos que todas as causas especiais sejam identificadas e tomadas as devidas providências, elas podem continuar a afetar o resultado do processo de maneira imprevisível. O autor complementa que, se causas especiais estão presentes, o resultado do processo não será estável ao longo do tempo.

### **2.2.2 Amostragem**

Os modelos estatísticos associados à inspeção da qualidade visam, fundamentalmente, definir os modelos de inspeção por amostragem, bem como determinar o grau de segurança e confiabilidade deste tipo de inspeção (PALADINI, 1990).

A amostragem tem por finalidade a redução do custo de inspeção, sem sacrifício da qualidade do produto (URURAHY, 1984).

Segundo Montgomery (2004), a consideração de dois parâmetros importantes, quando se busca monitorar o processo por amostragens, são tamanho e frequência da amostra.

Para Ururahy (1984), o risco permitido ao aceitar um lote com uma certa porcentagem de elementos defeituosos é que determina o tamanho das amostras. Montgomery (2004) afirma que amostras maiores facilitam a detecção de pequenas mudanças no processo. Na escolha do tamanho da amostra, o autor sugere que se deve ter em mente a magnitude da mudança que se deseja detectar. Se a mudança no processo for relativamente grande, então se aconselha o uso de tamanhos de amostra menores do que seriam usados se a mudança de interesse fosse relativamente pequena.

Para Montgomery (2004), a situação mais desejável, do ponto de vista de detectar mudanças, seria tomar frequentemente grandes amostras, no entanto, isto não é economicamente factível, usualmente. A prática industrial corrente, desta forma, tende a favorecer as amostras pequenas, mais frequentes, particularmente em processo de fabricação de grande volume (DAIMLERCHRYSLER ..., 2005).

### **2.2.3 Capacidade do processo**

Para Vieira (1999), dois conceitos importantes precisam ser considerados no tocante a capacidade do processo: capacidade do processo e desempenho do processo.

Ururahy (1984, p. 76) define capacidade do processo como o parâmetro que permite verificar como o processo de fabricação se relaciona com as especificações de projeto. Ainda, segundo o autor, o estudo de capacidade do processo tenta determinar se a variação esperada da máquina ou do processo, ao realizar determinada cota, “é compatível com os valores extremos de variação da cota, lançados no desenho de referência da peça em fabricação”.

A capacidade do processo é determinada pela variação que vem das causas comuns e geralmente representa o melhor desempenho do próprio processo (VIEIRA 1999).

Desempenho do processo, por outro lado, representa o resultado geral do processo em relação aos seus requisitos, definidos por especificações, sem consideração à variação do processo (MONTGOMERY, 2004).

## **2.3 Ferramentas do controle estatístico do processo**

Para avaliar se a variação do processo é prejudicial ou não ao produto, são feitas verificações em características relevantes da funcionalidade do processo. O procedimento de encontrar causas e defeitos, a fim de reduzir a quantidade de produtos defeituosos, é definido por Kume (1993) como diagnóstico do processo.

As características a serem avaliadas são chamadas de itens de controle (CAMPOS, 2004). Estes itens devem ser índices numéricos mensuráveis para que possam ser controlados e seja possível atuar na causa de eventuais desvios. Um problema no processo, por sua vez, pode ser descrito como um item de controle que apresente medida não satisfatória.

Levando-se em conta uma linha de produção, fica inviável verificar a variabilidade de controle em todos os produtos, uma vez que demanda muito tempo e tende a custar caro para o fabricante. Existem, entretanto, ferramentas para controle estatístico de processos, em que se valida a qualidade de todo um lote de produção, verificando apenas uma amostra do mesmo (VIEIRA, 1999).

Segundo Kaoru Ishikawa (apud VIEIRA, 1999, p. XIV), pode-se solucionar cerca de 95% dos problemas existentes em uma organização com sete ferramentas da qualidade, a serem citadas:

- Folha de verificação;
- Estratificação;
- Histograma;
- Diagrama de Pareto;
- Diagrama de Causa e Efeito (Ishikawa);
- Diagrama de Dispersão;
- Cartas de Controle.

### ***2.3.1.1 Folha de Verificação***

As folhas de verificação são formulários para coleta de dados nos quais já estão impressos os itens a serem verificados. Suas principais funções, segundo Kume (1993), são facilitar a coleta de dados e organizar os dados simultaneamente à coleta, de forma a torná-los mais fáceis de serem utilizados posteriormente.

Vieira (1999) define a folha de verificação como sendo uma planilha para registro de dados que tem por objetivo tornar a coleta de dados rápida e automática. Tais documentos

devem possuir campos para identificar local, data e o nome do responsável pela coleta de dados, sendo que o layout da mesma varia de acordo com o uso que se fará dela.

### 2.3.1.2 Estratificação

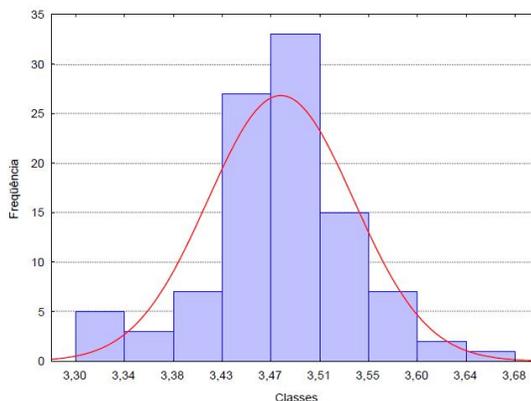
Para realizar o controle de qualidade de lotes de produtos através de métodos estatísticos, é fundamental que estes provenham da mesma fábrica, pelo mesmo processo e com a mesma matéria prima. Estratificação é uma ferramenta do controle de qualidade que consiste em separar todos os heterogêneos provenientes de um mesmo processo em grupos homogêneos (VIEIRA, 1999).

Trata-se de uma ferramenta importante, mas que precisa ser usada antes da coleta de dados. Sendo assim, a folha de verificação deve ser planejada de forma a permitir a estratificação das amostras, como por exemplo, no caso de existirem diferentes operadores ou máquinas (LOURENÇO FILHO, 1976).

### 2.3.1.3 Histograma

A coleta de dados de uma amostra é um parâmetro de extrema importância na tomada de decisão, porém quanto maior o tamanho da amostra, mais dados há para serem analisados e interpretados. Os histogramas são uma forma visual rápida e eficiente de exibir um volume de dados grande sobre uma população (KUME, 1993).

Segundo o PMI (2008, p. 210), o histograma “é um gráfico de barras verticais que mostra com que frequência ocorreu um determinado estado de uma variável”. Um exemplo de histograma é apresentado na figura 1. Cada coluna representa um atributo ou uma característica de um problema ou uma situação e a altura de cada coluna representa a frequência relativa da característica.



**Figura 1 - Exemplo de histograma**  
**Fonte: Adaptado do PMI (2008).**

## 2.4 Gráficos de Controle

Em 1924, o físico estadunidense Walter Shewhart, considerado por muitos como “o pai do controle estatístico da qualidade”, desenvolveu uma ferramenta para controle de processos denominada carta de controle. Na época, foi o primeiro a formalizar a distinção entre variação controlada e não controlada, que corresponde às causas comuns e causas especiais (LOURENÇO FILHO, 1976).

Segundo Montgomery (2004), cartas de controle, ou gráficos de controle, são técnicas de monitoramento acompanhado amplamente utilizadas para detectar o comportamento de um processo.

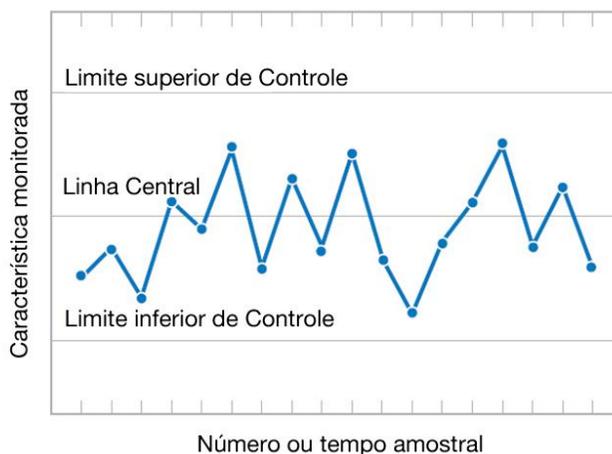
Para Shingo (1996), cartas de controle têm como objetivo encontrar defeitos, determinando limites padrão, os quais especificam o intervalo de erro aceitável permitido para os produtos. Limites de controle especificam a amplitude das variações na qualidade que surgem no estágio de processamento.

Haro (2001, p. 126) define gráficos de controle como instrumentos simples que permitem “tomar as ações apropriadas para alcançar e manter um estado de controle estatístico”. Este estado é dito como aquele no qual estão presentes somente causas comuns de variação, ou seja, as causas inerentes ao processo (MONTGOMERY, 2004).

Processos que estão sob estado de controle estatístico podem ser considerados estáveis e consistentes, uma vez que é possível prever o desempenho do processo (DAIMLERCHRYSLER ..., 2005).

Juran (1998) evidencia que cartas de controle possibilitam o monitoramento de causas especiais de variação, e refletem a extensão da variação de causas comuns que devem ser reduzidas através da melhoria do sistema ou do processo.

O uso dessa ferramenta na melhoria do processo é, segundo Lopes (2007), um procedimento iterativo, em que as fases de coleta, controle e análise são repetidas. Primeiro, os dados são coletados de acordo com um plano e, baseado nesses dados, são calculados os limites de controle que são a base da interpretação estatística. Para implementar melhorias no controle e na capacidade, causas comuns e especiais devem ser identificadas e o processo deve ser alterado para eliminá-las, quando possível. O ciclo, então, se reinicia, visto que mais dados serão coletados, interpretados e usados como base para a ação.



**Figura 2 - Exemplo de Carta de Controle**  
**Fonte: Adaptado de Montgomery (2004).**

A figura 2 representa um gráfico de controle, onde as características de qualidade medidas de um grupo de amostras são plotadas *versus* o número da amostra ou o tempo. O gráfico tem uma linha central, representando o valor médio da característica da qualidade, e duas outras linhas horizontais, chamadas limite superior de controle (LSC) e limite inferior de controle (LIC) (MONTGOMERY, 2004).

A variação além de um limite de controle é evidência de que causas especiais estão afetando o processo, uma vez que estas linhas são calculadas a partir de dados do processo, não devendo ser confundidas com as especificações de engenharia (DAVIS, 2001).

Tradicionalmente, a distância entre as linhas de controle é de três vezes o desvio padrão da média para mais e para menos, representação esta conhecida por “3-sigma”. Montgomery (2004, p. 102) justifica o uso dos limites de controle de 3-sigma pelo fato de “darem bons resultados na prática”.

A distribuição dos valores do processo segue a configuração de uma curva normal, o que implica que os 3-sigma representam 99,74% dos casos dentro dos limites de produção, conforme mostrado na figura 3 (MONTGOMERY, 2004).

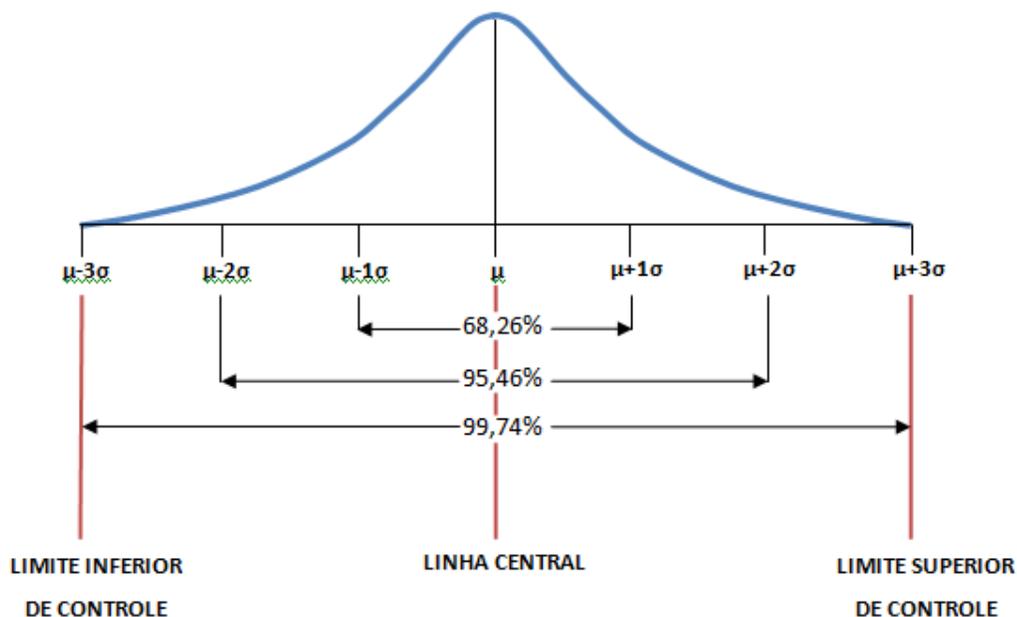


Figura 3 - Percentagem de valores inclusos entre os seis-sigma  
 Fonte: Adaptado de Montgomery (2004).

#### 2.4.1 Tipos de gráfico de controle

Existem duas classes de gráficos de controle de qualidade: a de variáveis e a de atributos (URURAHY, 1984).

Uma característica da qualidade que é medida em valores numéricos é denominada variável, como exemplo: dimensões (altura, largura, comprimento, espessura e diâmetro), volume, tempo e temperatura. São três os tipos mais usuais de gráficos de variáveis: gráfico da média  $\bar{x}$ ; do desvio padrão  $\sigma$ ; e da amplitude R (JURAN, 1998; URURAHY, 1984).

Gráficos de controle de atributos controlam características da qualidade que não podem ser representadas numericamente. Em tais casos especifica-se cada item inspecionado como **conforme** ou **não conforme**, ou **defeituoso** ou **não defeituoso**, por exemplo: o veículo tem ou não tem vazamento, a lanterna acende ou não e há presença de bolhas no pára-brisa ou não (JURAN, 1998; DAIMLERCHRYSLER ..., 2005).

Daimlerchrysler... (2005, p. 43) afirma que “o gráfico de controle por variáveis é a melhor opção, uma vez que contém informações mais úteis do que os dados para atributos, e exigem [sic] o mesmo esforço”. Ainda faz referência ao fato de que é necessária uma amostra maior de dados para cartas de controle do tipo atributos do que do tipo variáveis, para obter-se o mesmo nível de confiança.

### 2.4.2 *Interpretação de Gráficos de Controle*

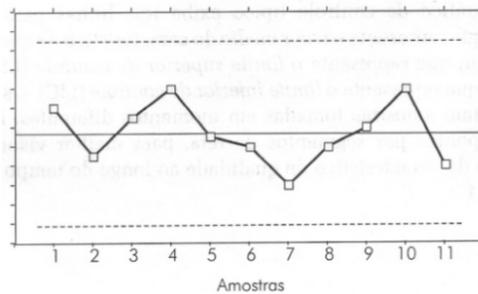
A variabilidade é uma característica natural e inerente de todos os processos independente do quão bem planejado e rigoroso seja o controle de qualidade implementado. Este é o efeito acumulativo de diversas causas pequenas e inevitáveis, o qual, segundo Montgomery (2004), denomina-se “sistema estável de variáveis aleatórias”. Um processo que opera exclusivamente sobre efeito de “causas aleatórias de variação” está sob controle estatístico.

Outro tipo de variabilidade está relacionado à saída do processo e, normalmente, é consequência do ajuste e/ou controle de máquinas, erros dos operadores ou defeito na matéria-prima. A variabilidade atribuída a estes fatores específicos do produto, e por assim sendo passível de ser identificada, geralmente é bastante grande se comparada à variabilidade resultante de causas aleatórias. Nestas condições diz-se que um processo que opera na presença de “causas atribuíveis” está fora de controle (MONTGOMERY, 2004).

Como ilustrado anteriormente pela figura 2, o gráfico de controle é composto por três linhas, a linha central (LC), limite superior de controle (LSC) e limite inferior de controle (LIC). Os pontos, que normalmente estão ligados por segmento de reta para facilitar a interpretação, representam as medidas feitas do processo. A partir do gráfico de controle faz-se a análise se o processo está sob controle ou fora de controle.

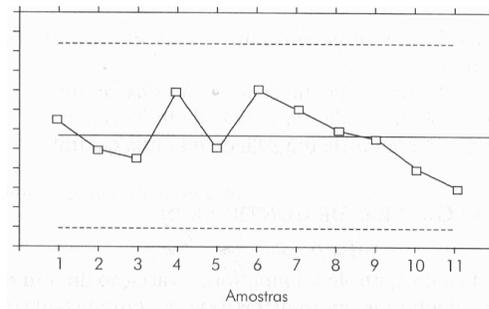
Vieira (1999) entende que o processo está sob controle se os pontos do gráfico estão dentro dos limites superior e inferior de controle e, se a disposição dos mesmos ocorre de forma aleatória. Por consequência, se um ou mais pontos estão fora dos limites de controle ou encontram-se distribuídos de forma não aleatória, diz-se também que o processo está fora de controle. Alguns padrões típicos de não-aleatoriedade são explicados a seguir.

- a) *Periodicidade*: Quando subidas ou descidas dos pontos de controle ocorrem de forma periódica. Isto pode ocorrer quando alguma das variáveis de operação do processo sofre alterações periódicas, como por exemplo mudanças de temperatura, variações de voltagem e troca de turno de operadores. A figura 4 ilustra o padrão de periodicidade em cartas de controle.



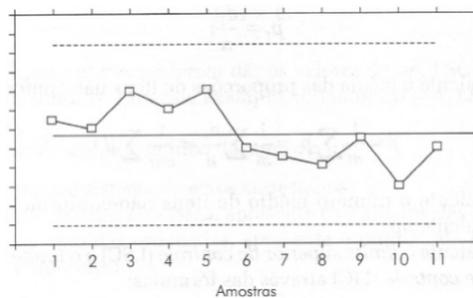
**Figura 4 - Exemplo de periodicidade em carta de controle**  
**Fonte: Vieira (1999).**

- b) *Tendência*: Os pontos passam a se orientar, a partir de certo momento, para cima ou para baixo (tendência crescente ou decrescente). Esta tendência pode ilustrar desgaste de algum componente e cansaço do operador, por exemplo. A figura 5 apresenta o padrão de tendência decrescente em um gráfico de controle.



**Figura 5 - Exemplo de tendência em carta de controle**  
**Fonte: Vieira (1999).**

- c) *Deslocamento*: Trata-se da mudança do nível de desempenho do processo. Pode ser resultado de mudança de máquinas, novos operadores e introdução de políticas de qualidade. Um exemplo de padrão de deslocamento é ilustrado pela figura 6.



**Figura 6 - Exemplo de deslocamento em carta de controle**  
**Fonte: Vieira (1999).**

Há, ainda, formas de perceber o comportamento não aleatório, e conseqüentemente fora de controle, através de algumas regras práticas. A aleatoriedade do processo implica que os pontos devem estar distribuídos acima e abaixo da linha central. Sendo assim, a presença recorrente de amostras acima ou abaixo da linha central, mesmo que não caracterizem os padrões já apresentados, podem significar que o processo saiu do controle e merece ser analisado.

O Western Electric Handbook (1956 apud Montgomery, 2004, p. 107) sugere um conjunto de regras para detecção de padrões de não aleatoriedade em gráficos de controle. Segundo ele, o processo está fora de controle quando:

1. Um ponto se localiza fora dos limites de controle três-sigma;
2. Dois, em três pontos consecutivos, se localiza além dos limites de dois-sigma;
3. Quatro, em cinco pontos consecutivos, se localizam a uma distância de um sigma ou mais em relação a linha central;
4. Oito pontos consecutivos se localizam de um mesmo lado da linha central.

Estes tipos de regras são geralmente utilizados na prática para aumentar a sensibilidade do gráfico de controle, ou seja, com o intuito de que mudanças menores no processo possam ser detectadas mais rapidamente (MONTGOMERY, 2004).

### **2.4.3 Erros associados a cartas de controle**

Segundo John (1990 apud SOARES, 2003, p.45), dois são os erros possíveis associados aos gráficos de controle:

Erro tipo 1 – Dar sinal de fora de controle, quando de fato o processo está sob controle, conhecido também, por alarme falso. Segundo Werkema (1995), como o modelo utilizado em gráficos de controle é estatístico, sempre haverá chances de ocorrerem alarmes falsos. A probabilidade (representado por  $\alpha$ ) de um ponto cair fora de um dos limites de controle para um controle 3-sigmas, como já foi mencionado, é igual a 0,27%.

Erro tipo 2 – Representa a probabilidade ( $\beta$ ) de demonstrar que o processo está sob controle, quando na realidade, não está.

Para Montgomery (1997, p.206-208 apud SOARES, 2003, p.46), para um processo com desvio padrão  $\sigma$  conhecido e constante, se a média varia de  $\mu_0$  para  $\mu_1 = \mu_0 + k\sigma$ , a probabilidade desta mudança não ser identificada na primeira amostra subsequente é:

$$\beta = P\{LIC < x < LSC/\mu_1 = \mu_0 + k\sigma\} \quad (\text{Eq. 1})$$

Podendo ser escrito como:

$$\beta = \Phi(L - k\sqrt{n}) - \Phi(-L - k\sqrt{n}) \quad (\text{Eq. 2})$$

Onde:

K é limite de controle que se deseja investigar (podendo ser em  $1\sigma$ ,  $2\sigma$  ou  $3\sigma$ ).

$\Phi$  representa a função de distribuição acumulada.

L o valor do limite, que usualmente é de  $3\sigma$ .

n é o tamanho da amostra

Desta maneira, a probabilidade de não identificar a mudança na primeira amostra é  $\beta$ , enquanto que de identificá-la será  $(1-\beta)$ . Se a variação não for identificada na primeira amostra, a probabilidade de que ocorra na segunda, será  $\beta(1-\beta)$ . Na terceira,  $\beta^2(1-\beta)$ , e assim sucessivamente (SOARES, 2003, p.46).

#### 2.4.4 Comprimento Médio de Corrida (ARL)

Uma maneira de se determinar o desempenho de um gráfico de controle dá-se através do número de amostras coletadas até que o gráfico sinalize a ocorrência de um desvio (ALVES, 2003).

O número de amostras contado do início ou reinício das medições em um processo até um sinal de fora de controle é chamado de RL (*Run Length*), ou comprimento de corrida, e a média destes valores ao longo do tempo conhecida por ARL (*Average Run Length*), ou comprimento médio de corrida (ALVES, 2003).

O  $ARL_1$  retorna o número esperado de amostras necessárias até detectar o desvio, quando o processo está fora de controle, já o  $ARL_0$  é o número esperado de amostras até a ocorrência de um alarme falso, com o processo sob controle (DAL'CORTIVO, 2005, p.70). O cálculo do parâmetro  $ARL_0$  para as cartas de controle de Shewhart é bastante simples, sendo apresentado por Alves (2003) através da Equação 3:

$$ARL_0 = \frac{1}{\alpha} \quad (\text{Eq. 3})$$

Assim, para um gráfico de Shewhart com limites 3-sigma, o valor da  $ARL_0$  é:

$$ARL_0 = \frac{1}{0,0027} = 370 \quad (\text{Eq. 4})$$

Isto significa que se estima que a cada 370 amostras, haverá um alarme falso.

O cálculo do  $ARL_1$  é apresentado por Soares (2003, p.47) como:

$$ARL_1 = \frac{1}{1 - \beta} \quad (\text{Eq. 5})$$

Crowder (1987) apresenta uma metodologia para o cálculo do ARL para cartas de controle de média móvel exponencialmente ponderada e, embora este cálculo seja bem mais complexo, encontram-se na literatura diversas tabelas com valores de ARL segundo os parâmetros das cartas MMEP. Segundo Alves (2003), podem-se ainda utilizar *softwares* matemáticos para encontrar tais valores.

#### 2.4.5 Índices de capacidade de processo para cartas de controle

Para avaliar se um processo produz produtos conforme as especificações de engenharia, são utilizados conceitos de capacidade de processo. Relacionadas à capacidade do processo, existem diversas técnicas para a análise de processo em cartas de controle, dentre eles, os índices  $C_p$  (capacidade potencial do processo),  $C_{pk}$  (capacidade real do processo) e  $C_{pm}$  (proximidade do processo ao alvo).

A razão da capacidade de processo (RCP ou  $C_p$ ) é dada pela Equação 6:

$$C_p = \frac{LSC - LIC}{6\sigma} \quad (\text{Eq. 6})$$

O índice  $C_p$  não leva em conta se o processo está centrado no alvo (valor nominal) ou não, ele mede, simplesmente, a dispersão 6-sigma no processo. Logo, deve ser utilizado somente sob a condição de o processo estar centralizado.

A razão  $C_{pk}$  leva em conta a centralização do processo, pois é definida por:

$$C_{pk} = \min (C_{ps}, C_{pi}) \quad (\text{Eq. 7})$$

Onde  $C_{ps}$  e  $C_{pi}$  são as estimativas unilaterais da capacidade do processo para cima e para baixo, respectivamente, da linha central do gráfico de controle, dados pelas Equações 8 e 9, a seguir:

$$\left\{ \begin{array}{l} C_{ps} = \frac{LSC - \mu}{3\sigma} \quad (\text{para especificação superior}) \end{array} \right. \quad (\text{Eq. 8})$$

$$\left\{ \begin{array}{l} C_{pi} = \frac{\mu - LIC}{3\sigma} \quad (\text{para especificação inferior}) \end{array} \right. \quad (\text{Eq. 9})$$

De um modo geral, se  $C_p = C_{pk}$ , o processo está centrado no ponto médio das especificações. Em relação à  $C_p$ , o  $C_{pk}$  mede o quanto o processo está operando fora do centro. O  $C_p$  indica a capacidade potencial do processo, já o  $C_{pk}$  indica a capacidade real do

processo (MONTGOMERY, 2004). Na Tabela 1 são apresentados os diagnósticos possíveis de processo face ao estudo de capacidade do mesmo:

**Tabela 1** - Escala de capacidade das etapas dos processos produtivos

Valor do Cpk	% peças fora da especificação (aproximado)	Diagnóstico
0,33	32,0	Totalmente Incapaz
0,67	4,4	Incapaz
1,0	0,27	Capaz
1,33	0,0064	Muito Capaz
1,67	0,0000	Extremamente Capaz

Fonte: Adaptado de RIBEIRO e CATEN (1998 apud ALVES; NEUMANN; RIBEIRO, 2003, p.3)

O índice  $C_{pm}$  fornece uma indicação de quão próximo se está do padrão de comportamento de um processo, ou seja, quão próximo se está do alvo “ $\mu_o$ ”. Sua definição é feita substituindo-se o desvio padrão da expressão do  $C_p$  pela raiz do erro médio quadrático, ou seja,  $\sqrt{\sigma^2 + (\mu - \mu_o)^2}$ , que leva em conta a falta de centralidade. Tem-se, assim:

$$C_{pm} = \frac{LSC - LIC}{6\sqrt{\sigma^2 + (\mu - \mu_o)^2}} \quad (\text{Eq. 10})$$

## 2.5 Principais métodos de análise estatística para cartas de controle

Para Carvalho e Paladini (2005), os modelos estatísticos associados à inspeção da qualidade visam, fundamentalmente, definir os modelos de inspeção por amostragem, bem como determinar o grau de segurança e confiabilidade desde tipo de inspeção utilizada. Em geral, os métodos do controle estatístico de processo surgem como alternativa para a inspeção completa, um tipo de inspeção dispendiosa, inconveniente em certos casos e inviável em muitas situações (VIEIRA, 1999).

A análise estatística para cartas de controle dá-se de diversas interpretações e metodologias, como o modelo sugerido por Shewhart, somas acumuladas, variância móvel e o método das médias móveis exponencialmente ponderadas (MONTGOMERY, 2004).

A seguir, apresentam-se os conceitos estatísticos básicos da metodologia da carta de controle de Shewhart e de cartas MMEP.

### 2.5.1 Cartas de controle de Shewhart

O método de Shewhart é o tratamento estatístico de controle de processos mais antigo e mais difundido na indústria (DAIMLERCHRYSLER ..., 2005).

A metodologia, proposta pelo criador das cartas de controle, segue os princípios gerais de funcionamento das cartas de controle, distinguindo-se através do cálculo dos limites e pelas regras de amostragem e confiabilidade deste tratamento.

Os limites superior e inferior de controle variam de acordo com o tipo de processo a ser monitorado. Montgomery (2004) apresenta a forma generalista dos limites para cartas de Shewhart:

$$\left\{ \begin{array}{l} LSC = \bar{x} + L\sigma_x \\ LC = \bar{x} \\ LIC = \bar{x} - L\sigma_x \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} \text{(Eq. 11)} \\ \text{(Eq. 12)} \\ \text{(Eq. 13)} \end{array}$$

onde,  $\bar{x}$  é a média, L é o número de “sigmas” desejados, ou seja, a distância da linha central medida em unidades de desvio padrão, e  $\sigma_x$  é o desvio padrão das médias, calculado dividindo-se o desvio padrão pela raiz do tamanho da amostra, conforme segue:

$$\sigma_x = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad \text{(Eq. 14)}$$

Costa et al. (2005 apud MINGOTI e YASSUKAWA, 2008, p. 57) afirmam que o gráfico de controle de Shewart é mais apropriado para detecção de grandes desvios da média do processo, sendo este, porém, pouco eficaz para identificar pequenas mudanças.

### **2.5.2 Cartas de controle de Média Móvel Exponencialmente Ponderada**

Os gráficos de controle de Shewhart não apresentam resultados satisfatórios quando se pretende identificar pequenas mudanças no processo, ou seja, na ordem de  $1,5\sigma$  ou menos. Isto acontece visto que eles utilizam como informação do processo apenas o último ponto plotado e não leva em consideração o histórico de dados (MONTGOMERY, 2004).

Segundo o autor, a utilização de regras sensibilizantes, como testes para seqüências e limites de alertas, tem como objetivo incorporar os dados históricos na avaliação do gráfico, contudo, o uso destas regras “reduz a simplicidade e a facilidade de interpretação do gráfico” (MONTGOMERY, 2004, p. 255).

O gráfico de controle da média móvel exponencialmente ponderada (MMEP) é uma alternativa ao gráfico de controle de Shewhart, quando o objetivo é detectar pequenas mudanças no comportamento do processo.

Proposto inicialmente por Roberts, em 1959, o gráfico de MMEP tem o objetivo de incorporar as informações do passado do processo no ponto presente, suprindo assim a deficiência das cartas de Shewhart (MONTGOMERY, 2004).

O conceito de médias móveis exponencialmente ponderadas é apresentado pela Equação 15:

$$Z_t = \lambda X_t + (1 - \lambda)Z_{t-1} \quad , \quad \text{com } 0 < \lambda \leq 1 \quad (\text{Eq. 15})$$

onde:

$Z_t$  : valor da MMEP para o período t;

$X_t$  : valor da característica da amostra no período t;

$\lambda$  : constante de suavização ou de alisamento;

$Z_{t-1}$ : valor da MMEP para o período t-1.

Para demonstrar que o valor de MMEP no período t, dado pelo símbolo  $Z_t$ , é uma média ponderada de todas as médias de amostras anteriores, pode-se substituir  $Z_{t-1}$  (valor de MMEP para o período imediatamente anterior a t) na Equação 15, para obter:

$$Z_t = \lambda X_t + (1 - \lambda)[\lambda X_{t-1} + (1 - \lambda)Z_{t-2}] \quad (\text{Eq. 16})$$

que também pode ser escrito como:

$$Z_t = \lambda X_t + (1 - \lambda)\lambda X_{t-1} + (1 - \lambda)^2 Z_{t-2} \quad (\text{Eq. 17})$$

Substituindo-se  $Z_{t-2}$  dado pela Equação 16, na Equação 17, obtém se:

$$Z_t = \lambda X_t + (1 - \lambda)\lambda X_{t-1} + (1 - \lambda)^2[\lambda X_{t-2} + (1 - \lambda)Z_{t-3}] \quad (\text{Eq. 18})$$

que também pode ser escrito como:

$$Z_t = \lambda X_t + (1 - \lambda)\lambda X_{t-1} + (1 - \lambda)^2\lambda X_{t-2} + (1 - \lambda)^3 Z_{t-3} \quad (\text{Eq. 19})$$

Desta forma, verifica-se que o valor de MMEP para um período qualquer t ( $Z_t$ ), dependerá sempre das características medidas das amostras, tanto no tempo t ( $X_t$ ) quanto das características passadas.

Se continuar a substituir recursivamente  $Z_{t-j}$ , com  $j=3,4,\dots,t$ , a Equação 20 será obtida:

$$Z_t = (1 - \lambda)^t Z_0 + \lambda \sum_{j=0}^{t-1} (1 - \lambda)^j X_{t-j} \quad (\text{Eq. 20})$$

O valor  $Z_0$  representa o valor de inicialização, ou seja, a própria característica no tempo zero. Ele pode ser adotado como o nível médio do processo ou a meta do processo,  $Z_0 = \mu_0$ , ou como a média de dados preliminares, ou seja,  $Z_0 = \bar{x}$ .

A constante de suavização  $\lambda$  determina o peso que possuem os dados mais antigos na formulação da característica  $Z_t$ . Se  $\lambda=1$ , apenas a medida mais recente influencia no valor desta característica. Quanto menor o  $\lambda$  maior a influência dos dados mais antigos sobre o valor de  $Z_t$ .

O histórico das características passadas influenciam no resultado com pesos  $\lambda(1 - \lambda)^t$  inversamente proporcionais a sua idade, ou seja, quanto mais antiga a característica, menor a contribuição para a previsão das características futuras.

Se as características  $X_t$  são variáveis aleatórias independentes com variância  $\sigma^2$ , a variância de  $Z_t$  é dada pela Equação 21:

$$\sigma_{Z_t}^2 = \sigma^2 \left( \frac{\lambda}{2 - \lambda} \right) [1 - (1 - \lambda)^{2t}] \quad (\text{Eq. 21})$$

Os limites de controle das cartas MMEP, conforme apresenta Montgomery (2004), são definidos a partir das Equações 22, 23 e 24:

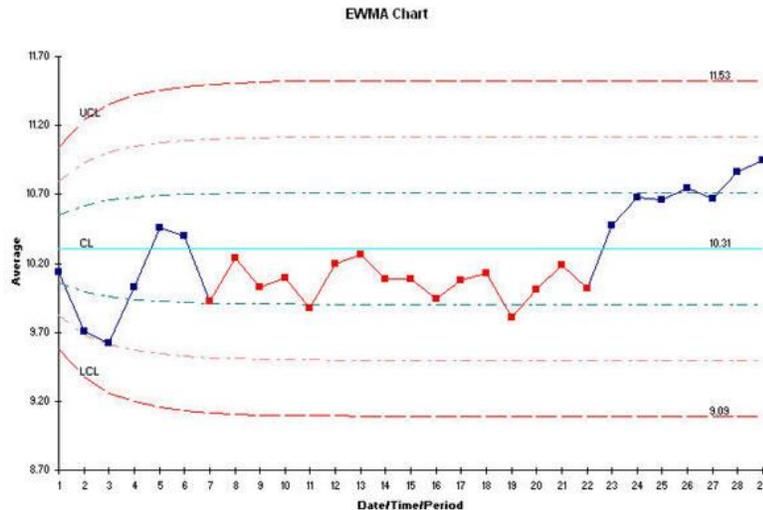
$$\left\{ \begin{array}{l} LSC = \mu_0 + L\sigma \sqrt{\frac{\lambda}{2 - \lambda} [1 - (1 - \lambda)^{2t}]} \end{array} \right. \quad (\text{Eq. 22})$$

$$LC = \mu_0 \quad (\text{Eq. 23})$$

$$\left\{ \begin{array}{l} LIC = \mu_0 - L\sigma \sqrt{\frac{\lambda}{2 - \lambda} [1 - (1 - \lambda)^{2t}]} \end{array} \right. \quad (\text{Eq. 24})$$

Onde  $L$  é a distância entre os limites de controle.

Uma carta de controle MMEP é construída plotando os valores  $Z_t$  num gráfico com a linha central em  $\mu_0$  e limites de controle apropriados. Um exemplo de carta de médias móveis exponencialmente ponderadas pode ser visto na figura 7.



**Figura 7 - Modelo de Carta MMEP**  
**Fonte: QI Macros (2011).**

Os parâmetros para planejamento de um gráfico de controle MMEP são os valores de  $L$  (múltiplos de sigma ( $\sigma$ ) usados nos limites de controle) e a constante de suavização  $\lambda$ . É possível escolher estes dois valores a fim de obter um valor de ARL desejado para a carta. Segundo Montgomery (2004) existem diversos estudos sobre as propriedades do ARL para os gráficos de MMEP.

O procedimento de planejamento ideal ótimo para uma carta de controle MMEP seria a escolha dos valores de ARL sob controle e fora de controle e a magnitude da mudança no processo que se pretende detectar para posteriormente obter a combinação de  $\lambda$  e  $L$  (MONTGOMERY, 2004).

A distância entre os limites de controle igual a três sigmas, ou seja,  $L=3\sigma$ , funciona relativamente bem quando se utilizam valores de  $\lambda$  maiores, e que quando  $\lambda$  é pequeno, na ordem de  $\lambda \leq 0,10$  seja vantajoso utilizar valores de  $L$  entre 2,6 e 2,8 (MONTGOMERY, 2004).

Segundo Montgomery (2004) o valor da constante de suavização está no intervalo  $0 < \lambda < 1$ , mas afirma que valores de  $\lambda$  entre  $0,05 \leq \lambda \leq 0,25$  funcionam bem na prática e que  $\lambda=0,05$ ,  $\lambda=0,10$  e  $\lambda=0,20$  são escolhas populares.

Hunter (1989 apud Montgomery, 2004, p.271) sugere a escolha de  $\lambda=0,40$ , de forma que o peso dado às características passadas e atuais se igualem, quando possível, aos pesos dados a essas características nos gráficos de controle de Shewhart com utilização das regras da Western Electric.

Montgomery (2004) afirma que o gráfico de controle MMEP é um controle ideal para observações individuais, ou seja,  $n=1$ , visto que o método estatístico empregado já considera o valor MMEP como uma média (média móvel ponderada, com pesos de progressão geométrica).

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Após a revisão dos conceitos relativos ao controle da qualidade, às cartas de controle e ao controle estatístico do processo, será apresentada, nesta seção, a metodologia sistemática com o resumo das atividades e procedimentos instrumentais para a consecução dos objetivos da pesquisa.

#### 3.1 Considerações preliminares

O presente trabalho trata-se de um estudo de caso, o qual foi realizado numa montadora de automóveis localizada no estado do Paraná. A empresa onde o estudo foi desenvolvido tem experiência e domínio de processos industriais, utiliza de conceitos de Controle Estatístico de Processos, bem como aplica cartas de controle de Shewhart no monitoramento dos processos.

#### 3.2 Roteiro da pesquisa

O trabalho foi dividido em quatro etapas principais, conforme ilustrado na figura 8 e comentado na continuação.

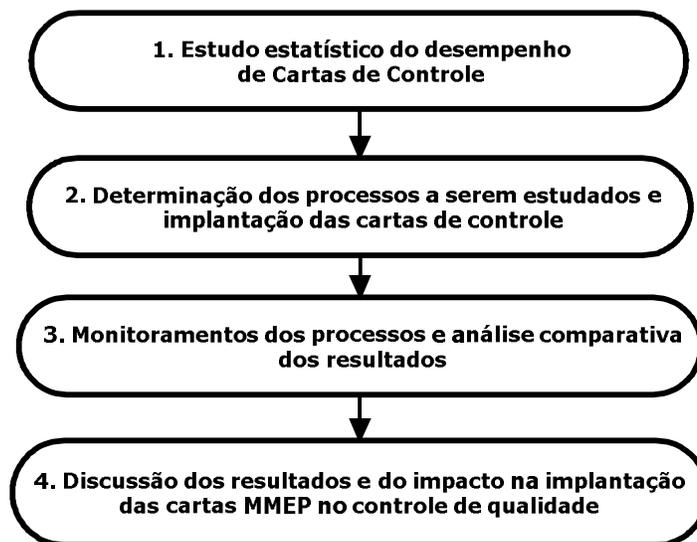


Figura 8 - Fluxograma com a divisão das etapas principais do trabalho

1. Estudo estatístico da confiabilidade e da velocidade de resposta (ARL) das cartas de controle de Shewhart e MMEP, sendo esta última com as devidas reduções amostrais;

2. Escolha de processos para estudo de caso e o desenvolvimento dos gráficos de controle para tais processos;
3. Monitoramento dos processos e análise comparativa dos resultados proposto pelas cartas de Shewhart e MMEP. Nesta fase pretende-se evidenciar a capacidade dos processos estudados e estabelecer uma relação com a eficácia dos gráficos de MMEP.
4. Discussão dos resultados obtidos, a estimativa do impacto na qualidade do monitoramento e o impacto financeiro da aplicação da metodologia proposta (cartas MMEP) no controle de qualidade.

### ***3.2.1 Estudo estatístico do desempenho das cartas de controle propostas***

Conforme apresentado nos objetivos do trabalho, o presente estudo visa aplicar uma metodologia considerada pela literatura mais robusta no monitoramento de processos, de forma a manter o controle estatístico de qualidade, utilizando, no entanto, um número reduzido de amostras no controle. Para que tal premissa fosse validada, um estudo estatístico do desempenho das cartas de controle, seja pela metodologia já aplicada (Shewhart) quanto a metodologia proposta (médias móveis exponencialmente ponderadas), fez-se necessário.

O desempenho de cartas de controle, conforme apresentado na revisão da literatura, é definido pelo índice *ARL*, o comprimento médio de corrida. Ele permite avaliar a sensibilidade da carta de controle para detectar desvios no processo. Este sinal detectado, entretanto, pode ser um alarme falso ou um aviso que o processo está realmente fora de controle.

O *ARL* representa o número médio de amostras necessárias para que seja detectada uma mudança, após esta ter ocorrido no processo. Em termos práticos, isto significa que se o *ARL* for igual a 3, e a carta esteja sendo gerada com amostras coletadas de hora em hora, a identificação do desvio no processo tenderá a ocorrer 3 amostras depois, ou seja, 3 horas após sua ocorrência.

Quando um processo está sob controle estatístico, o valor do *ARL* para a carta de controle deverá ser maior, para que o número de alarmes falsos seja reduzido (Erro tipo 1). Se o processo estiver fora de controle, o *ARL* deverá ser menor, para indicar com rapidez as mudanças do processo.

### ***3.2.2 Metodologia de implantação das cartas de controle***

Juran (1998) propõe uma metodologia para a implantação de gráficos de controle dividida em sete etapas, a citar:

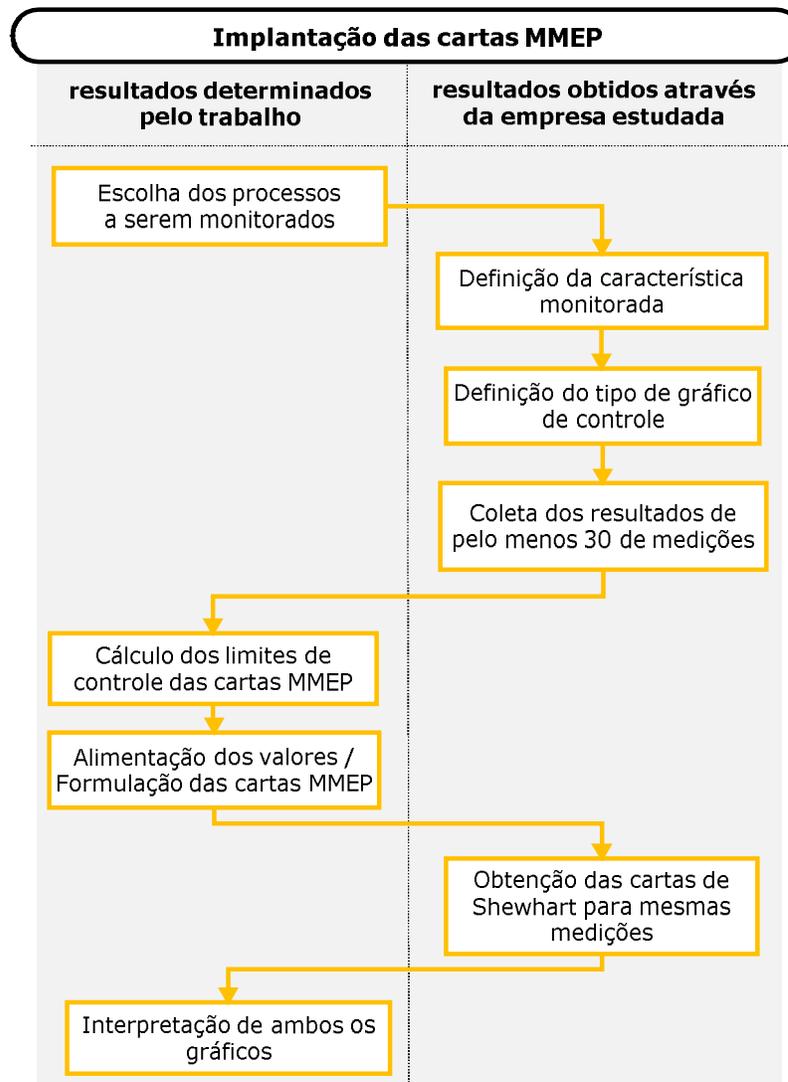
1. Escolha das características a serem estudadas;
2. Escolha do tipo de gráfico de controle;
3. Estudo de amostragem ou sub-grupo racional;
4. Fornecimento de sistema de coleta de dados;
5. Cálculo dos limites de controle;
6. Alimentação do gráfico de controle;
7. Interpretação adequada dos resultados.

Antes de elucidar a metodologia de implantação das cartas de controle no estudo de caso e seus resultados, entretanto, algumas considerações referentes a singularidades do presente trabalho são importantes, a saber:

- A empresa faz uso de cartas de controle de Shewhart para mais de 800 controles em todos os perímetros da montadora, conforme especificações da engenharia de produto e processos já estabelecidas.
- A primeira etapa na implementação dos gráficos será, desta forma, a escolha de um processo industrial a ser monitorado, e não uma característica específica;
- Após a escolha do processo, a escolha da característica a ser estudada e a escolha do tipo de gráfico (variáveis ou atributos) seguirão os padrões já estabelecidos pela empresa. Esta decisão irá garantir a isonomia do monitoramento, auxiliando posteriormente na comparação entre as duas cartas de controle;
- Não será necessário fornecer um sistema de coleta de dados, uma vez que a empresa já promove esta coleta;
- Prevê-se o monitoramento do processo industrial escolhido por um período superior a trinta medições;
- Para a formulação das cartas MMEP, o cálculo dos limites de controle será orientado conforme apresentado no referencial teórico, sendo que a alimentação dos valores do gráfico de controle, feitos os devidos ajustes de parâmetros da MMEP, será dada pelos resultados coletados pela empresa;
- A empresa faz o controle das cartas unicamente indicando pontos fora dos limites de controle, não analisando comportamentos de tendência, deslocamento ou periodicidade, por exemplo. Quando há pontos fora dos limites de controle, a engenharia atua sobre o processo, analisando um lote suspeito tratando-se de uma característica envolvendo segurança ou simplesmente avaliando calibração de máquinas, procedimentos dos operadores ou possíveis falhas do processo.

• Por fim, este estudo irá detalhar a interpretação dos resultados, que embora na empresa não sigam as recomendações apresentadas na revisão da literatura (periodicidade, tendência, deslocamento), serão aqui comentados. Tal interpretação é importante porque irá orientar a análise entre as duas cartas de controle.

As etapas para implantação das cartas de controle MMEP que serão adotadas neste trabalho são apresentadas de forma esquemática na figura 9.



**Figura 9 - Roteiro da etapa de implantação das cartas de controle**

## 4 RESULTADOS

No presente capítulo serão apresentados o estudo estatístico do desempenho de cartas de controle, os resultados da análise comparativa entre as cartas de controle e uma breve discussão sobre os custos de controle e de qualidade.

### 4.1 Redução amostral frente o desempenho das cartas de controle propostas

O desempenho das cartas de controle foi medido através do valor do ARL. Seu cálculo para cartas de Shewhart foi apresentado previamente na revisão da literatura pelas equações 3 e 4. Os valores dos limites (L) para as cartas de Shewhart adotados pela empresa seguem o sistema 3-sigma. A tabela 2 apresenta os valores de ARL em função do tamanho da amostra (n), para cada valor da mudança a ser detectada ( $\delta$ ) expresso por múltiplos do desvio padrão do processo ( $\sigma$ ). O cálculo do ARL foi realizado para amostras de tamanho 1 a 5.

**Tabela 2** - Valor do ARL para Shewhart

SHEWHART					
$\delta$	ARL em função do tamanho da amostra n				
	1	2	3	4	5
0,00	370,4	370,4	370,4	370,4	370,4
0,25	281,2	223,9	184,2	155,2	133,2
0,50	155,2	90,6	60,7	43,9	33,4
0,75	81,2	38,1	22,5	15,0	10,8
1,00	43,9	17,7	9,8	6,3	4,5
1,50	15,0	5,3	2,9	2,0	1,6
2,00	6,3	2,3	1,5	1,2	1,1
2,50	3,2	1,4	1,1	1,0	1,0
3,00	2,0	1,1	1,0	1,0	1,0
3,50	1,4	1,0	1,0	1,0	1,0
3,75	1,3	1,0	1,0	1,0	1,0
4,00	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0

O valor do comprimento médio de corrida (ARL) para as cartas de média móvel exponencialmente ponderada foi obtido através do uso do *software* estatístico SAS, da desenvolvedora SAS *Institute Inc.* Os resultados estão apresentados na tabela 3 segundo variações da constante de suavização ( $\lambda$ ) e do tamanho da variação desejada ( $\delta$ ). Igualmente utilizado nas cartas de Shewhart, adotou-se a variável L igual a 3.

Montgomery (2004, p.272) afirma que, como padrão, são utilizadas observações individuais para plotar o gráfico de controle MMEP. Desta forma, para este estudo, foram adotadas somente amostras unitárias ( $n=1$ ),

**Tabela 3 - Valor do ARL para MMEP**

MMEP								
$\delta$	ARL para L = 3 e variações de $\lambda$							
	1	0,75	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,05
0,00	340,40	374,50	397,56	421,16	465,55	559,87	842,15	1379,35
0,25	281,15	245,76	208,54	193,67	178,74	163,12	144,74	134,86
0,50	155,22	110,95	75,35	63,59	53,16	44,13	37,41	37,37
0,75	81,22	50,92	31,46	26,05	21,83	18,84	19,90	19,95
1,00	43,89	25,64	15,74	13,35	11,70	10,84	11,38	13,51
1,25	24,96	14,26	9,21	8,15	7,53	7,41	8,32	10,23
1,50	14,97	8,72	6,11	5,64	5,45	5,61	6,57	8,26
1,75	9,47	5,80	4,45	4,26	4,26	4,52	5,45	6,94
2,00	6,30	4,15	3,47	3,42	3,51	3,80	4,67	6,00
2,25	4,41	3,16	2,84	2,87	3,00	3,29	4,10	5,30
2,50	3,24	2,52	2,41	2,48	2,63	2,92	3,67	4,76
2,75	2,49	2,09	2,10	2,20	2,36	2,63	3,32	4,32
3,00	2,00	1,79	1,87	1,98	2,15	2,41	3,05	3,97
3,25	1,67	1,57	1,69	1,80	1,98	2,23	2,82	3,67
3,50	1,45	1,41	1,53	1,65	1,84	2,09	2,62	3,42
3,75	1,29	1,29	1,41	1,53	1,71	1,98	2,45	3,22
4,00	1,19	1,20	1,31	1,41	1,60	1,89	2,30	3,04

Comparando os resultados de ARL entre cartas de Shewhart e MMEP com  $\lambda=0,4$ , valor de constante de suavização sugerido por Hunter (1989 *apud* Montgomery, 2004, p.271), operando com amostras unitárias (tabelas 2 e 3), confirma-se o melhor desempenho das cartas MMEP, especialmente para desvios menores. As cartas MMEP são, portanto, mais sensíveis, quando comparadas aos gráficos de Shewhart. Observa-se que as cartas passam a ser equiparáveis quando o desvio a ser identificado é igual ou maior a  $3\sigma$ , o que é justificado por tratar-se de desvios bastante consideráveis e facilmente identificados mesmo com uma sensibilidade menor da carta.

Outro ponto significativo a ser destacado nestes resultados, é que, quanto maior a amostra da carta de Shewhart, melhor seu desempenho. Uma carta de Shewhart com  $n=3$  possui um desempenho muito melhor do que uma de amostra unitária ( $n=1$ ).

Faz-se, por fim, a comparação entre a velocidade de detecção de desvios de uma carta de Shewhart ( $n=3$ ) e uma carta MMEP com amostra unitária e  $\lambda=0,4$ . Os valores de ARL para esta situação são apresentados de forma resumida na tabela 4.

**Tabela 4** - Valor do ARL para MMEP e Shewhart

$\delta$	Valores de ARL	
	Shewhart $n=3$	MMEP $n=1; \lambda=0,4$
0,0	370,40	421,16
0,5	60,69	63,59
1,0	9,76	13,35
1,5	2,91	5,64
2,0	1,47	3,42
2,5	1,10	2,48
3,0	1,01	1,98

Em uma carta de Shewhart com 3 amostras, a detecção de um desvio de  $1\sigma$  ocorre quando o ARL é igual a 9,76. Para uma carta de MMEP, com uma única amostra, o ARL é de 13,36. Em termos práticos, são necessárias aproximadamente 14 medições para que a carta de MMEP indique um desvio no processo, enquanto, com a mesma confiabilidade, a carta de Shewhart necessita cerca de 10 medições com 3 amostras cada, para detectar o mesmo desvio, o que resulta um total de 30 peças controladas.

Para manter a qualidade e confiabilidade do controle estatístico é necessário que o tempo de resposta de ambas as cartas seja o mesmo, ou seja, o número de medições até se detectar o desvio deve ocorrer dentro de um mesmo período de tempo. Para que isto ocorra a frequência de coleta para as cartas MMEP deve ser aumentada. Por exemplo, supondo que as amostras para a carta de Shewhart sejam coletadas a cada hora, logo, com ARL igual a 9,76, o tempo de resposta será de aproximadamente 10 horas. Ao aplicar a carta MMEP as 14 amostras necessárias para acusar o desvio deverão ser coletadas no mesmo período de tempo, ou seja, 10 horas. Com isto a frequência entre medições deve ser aumentada, de a cada 1 hora para aproximadamente a cada 43 minutos, o que representa aproximadamente um aumento de 36% se levado em consideração o desvio de 1 desvio padrão.

A redução, entretanto, de 30 para 14 medições representa aproximadamente 53% menos amostras. Confirma-se, então, a mesma eficácia das duas cartas com tamanhos diferentes de amostra e variação da frequência de medições.

## 4.2 Processos industriais escolhidos

Foram escolhidos quatro processos industriais para estudo de caso, buscando contemplar casos distintos, de processos estáveis e instáveis, capazes e incapazes, o que será posteriormente discutido nos resultados. Cada um com suas peculiaridades, estes foram referidos por Processo A, B, C e D, a seguir comentados.

### 4.2.1 Processo A: Alinhamento de Volante

Controle que avalia a tendência em graus da inclinação do volante, realizado através de um equipamento específico acoplado no volante do automóvel enquanto um operador dirige o mesmo por uma pista de testes. O controle exige um tempo de deslocamento por medição de aproximadamente 7 minutos. O equipamento de aferição deve ser calibrado uma vez por ano, independente da quantidade de uso.

Os valores estabelecidos pela engenharia da empresa para valor alvo do controle é de 0,00 graus, e limites inferior e superior de, respectivamente, -3,00 graus e +3,00 graus.

Para este processo foram colhidas da empresa 238 medições de 3 amostras cada (totalizando 714 peças controladas). O controle é realizado 2 vezes por dia, uma em cada turno da montadora. A tabela 5 apresenta o resumo dos dados do processo A.

**Tabela 5** - Resumo do processo A

<b>Processo A – Alinhamento de Volante</b>	
Limite inferior de engenharia	-3,00 graus
Limite superior de engenharia	+3,00 graus
Alvo do processo	0,00 graus
Frequência das medições	2 medições/dia
Amostras por medição	3 amostras
Amostras coletadas	238 medições (714 peças)

### 4.2.2 Processo B: Fixamento do suporte da caixa de câmbio

Este controle garante que as peças parafusadas através de chaves multiplicadoras de torque, como por exemplo o suporte da caixa de câmbio, estejam presas devidamente, nem muito soltas (podendo soltar a peça) nem muito apertadas (podendo espanar a ligação).

O controle é realizado por um operador através de uma parafusadeira de leitura que registra o valor de torque realizado na ligação. Regulamentações automotivas determinam que este valor tenha alvo em 180,0 N.cm e limites superior de 207,00 e inferior de 153,00 N.cm.

Realiza-se o controle uma vez por turno (duas vezes por dia) com três amostras cada. Cada leitura de torque exige, em média, 1 minuto. As parafusadeiras sofrem manutenção, independente do uso, uma vez por semana.

Para o presente trabalho foram coletadas 260 medições, o que multiplicado por 3 amostras, resulta em 780 peças controladas. A tabela 6 apresenta o resumo dos dados do processo B.

**Tabela 6 - Resumo do processo B**

<b>Processo B - Fixamento do suporte da caixa de câmbio</b>	
Limite inferior de engenharia	153,00 N.cm
Limite superior de engenharia	207,00 N.cm
Alvo do processo	180,00 N.cm
Frequência das medições	2 medições/dia
Amostras por medição	3 amostras
Amostras coletadas	260 medições (780 peças)

#### **4.2.3 Processo C: Pressão de Pneus**

A pressão dos pneus é monitorada uma vez por dia com amostras de 3 peças. O controle exige que um operador retire da linha as três amostras de pneus e realize o controle numa calibradora automática. O controle dura, por peça, cerca de 4 minutos, contando os tempos logísticos e de controle efetivo. A calibradora exige regulação anual.

A correta pressão dos pneus confere a aderência ideal da roda em curvas, a redução do consumo de combustível e evita o desgaste antecipado do material do pneu. O valor esperado como alvo do processo é de 3,15 kPa e os limites inferior e superior são, respectivamente 2,8 kPa e 3,5 kPa.

Foi coletado para este estudo um histórico de 260 medições, o que multiplicado por 3 amostras, resulta em 780 peças controladas. A tabela 7 apresenta o resumo dos dados do processo C.

**Tabela 7** - Resumo do processo C

<b>Processo C - Pressão de pneus</b>	
Limite inferior de engenharia	2,80 kPa
Limite superior de engenharia	3,5 kPa
Alvo do processo	3,15 kPa
Frequência das medições	1 medições/dia
Amostras por medição	3 amostras
Amostras coletadas	260 medições (780 peças)

#### 4.2.4 *Processo D: Regulagem de Faróis*

A iluminação dos faróis é um item ligado à segurança do motorista e dos passageiros, visto que o sistema é o responsável por permitir que o automóvel seja visto e possibilite a visão do motorista. A angulação correta do feixe de luz evita ofuscamentos e assegura que o motorista seja capaz de enxergar a iluminação conforme regulamentações específicas.

O controle é realizado uma vez por dia, exige um operador para manobrar o automóvel da linha até um equipamento chamado luminoscópio, enquanto outro realize o controle, com duração média aproximada (tempo logístico mais tempo de controle efetivo) de 5 minutos por peça. O luminoscópio é regulado uma vez por ano.

O estudo coletou 151 medições, cada uma com três amostras, que totalizou 453 peças controladas. O alvo do processo é de uma inclinação do feixe de -1,5 graus, com limite inferior de -2,0 graus e limite superior de -1,0 grau. A tabela 8 apresenta o resumo dos dados do processo D.

**Tabela 8** - Resumo do processo D

<b>Processo D - Regulagem de Faróis</b>	
Limite inferior de engenharia	-2,00 graus
Limite superior de engenharia	-1,00 graus
Alvo do processo	-1,50 graus
Frequência das medições	1 medições/dia
Amostras por medição	3 amostras
Amostras coletadas	151 medições (453 peças)

### 4.2.5 Resumo dos processos escolhidos

As características dos processos escolhidos, tanto os valores estabelecidos pela engenharia, quanto o resumo da amostragem para cada processo, apresentam-se de forma resumida pelas tabelas 9 e 10.

**Tabela 9** - Resumo dos valores funcionais para os processos estudados

Processo	Valores da Engenharia / Regulamentação		
	Limite Inferior	Limite Superior	Alvo do Processo
A Alinhamento de volante	-3,00	3,00	0,00
B Fixamento do suporte da caixa de câmbio	153,00 N.cm	207,00 N.cm	180 N.cm
C Pressão de pneus	2,8 kPa	3,5 kPa	3,15 kPa
D Regulagem de Faróis	-2,00	-1,00	-1,50

**Tabela 10** - Característica da amostragem para os processos estudados

Processo	Frequência das medições (medições/dia)	Amostras por medições	Tempo médio por peça controlada (minutos)	Operadores necessários para o controle	hora/homem para se fazer controle de 1 peça
A Alinhamento de volante	2	3	7	1	0,1167
B Fixamento do suporte da caixa de câmbio	2	3	1	1	0,0167
C Pressão de pneus	1	3	4	1	0,0667
D Regulagem de Faróis	1	3	5	2	0,1667

### 4.3 Formulação das Cartas de Controle

Para os processos estudados, foram utilizadas séries históricas de valores monitorados pela empresa e suas respectivas cartas de controle de Shewhart, todas com grupo amostral de 3 peças por medição (n=3).

Para a formulação das cartas de médias móveis exponencialmente ponderadas foram utilizados grupos amostrais de apenas 1 peça por medição (n=1). Como os quatro processos escolhidos (A, B, C e D) possuíam medições formadas por três amostras, foram plotadas três cartas de controle MMEP para cada processo (carta amostra 1, carta amostra 2 e carta amostra

3), utilizando como dados os valores correspondentes, respectivamente, ao primeiro, ao segundo e ao terceiro dado coletado de cada medição.

Salienta-se que esta metodologia foi arbitrada como uma forma de testar a aplicabilidade do controle através das cartas MMEP com 1 amostra por medição, embora se saiba que os grupos amostrais poderiam ser formados aleatoriamente por qualquer valor de medição, ou seja, inúmeras seriam as possibilidades e as cartas de controle que poderiam ser obtidas das séries históricas da empresa.

Utilizaram-se os conceitos matemáticos apresentados na revisão da literatura de limites e da média móvel para se plotar, inicialmente, as cartas MMEP em planilha *Excel*. Com o auxílio do *software MiniTab*, plotou-se novamente as cartas MMEP, com as mesmas séries históricas, podendo assim validar as cartas feitas em *Excel*, que apresentaram-se exatamente iguais, com mesmos valores e comportamentos. O uso do *software MiniTab* foi proposto tanto para comprovar as formulações feitas em *Excel*, quanto para possibilitar testes no processo e na carta de controle, o qual auxiliam na análise das cartas obtidas.

A figura 10 ilustra o modelo de tabela desenvolvida no *Excel* para a formulação das cartas de controle. A imagem apresenta alguns valores do processo B, as variáveis utilizadas tanto para MMEP, Shewhart e imposições funcionais da engenharia/regulamentações automotivas. No exemplo, cada medição apresenta três amostras (amostras 1 a 3), a média dos valores por medição e sua amplitude. Foram estabelecidos o valor da média móvel exponencialmente ponderada para cada amostra, representada na imagem por MMEP 1, MMEP 2 e MMEP 3, bem como os limites inferiores e superiores para cada uma (LIC 1, LSC 1, LIC 2, LSC 2, LIC 3, LSC 3). Ressalta-se que há apenas uma única linha central para MMEP, visto que para esta metodologia, diferentemente de Shewhart, tal valor assume o alvo do processo. Por fim, foram calculados os limites de Shewhart a fim de comparar estes com os resultados apresentados pelas cartas de controle da empresa, que também foi comprovado.

PROCESSO B																		
Fixamento do suporte da caixa de Câmbio																		
<b>MMEP</b>			<b>Shewhart</b>			<b>Funcional</b>												
mmep inicial	z0	180,0	LSC	190,9611	LS Eng	207,000												
alvo do processo	$\mu_0$	180,0	LC	177,9757	LI Eng	153,000												
constante de suaviz	$\lambda$	0,4	LIC	164,9903														
largura dos limite	L	3	$\sigma$	4,3285														
desvio padrão	$\sigma_1$	4,0073																
desvio padrão	$\sigma_2$	4,7969																
desvio padrão	$\sigma_3$	4,3366																
N.	amostra 1	amostra 2	amostra 3	Média	Amplitude	MMEP			SHEWHART									
						MMEP 1	MMEP 2	MMEP 3	LC	LSC 1	LIC1	LSC 2	LIC 2	LSC3	LIC 3	LIC	LC	LSC
				Alvo do processo -->	180,000													
1	177,900	175,300	180,000	177,73	4,70	179,16	178,12	180,00	180,00	184,81	175,19	185,76	174,24	185,20	174,80	164,99	177,98	190,96
2	174,900	170,000	172,400	172,43	4,90	177,46	174,87	176,96	180,00	185,61	174,39	186,71	173,29	186,07	173,93	164,99	177,98	190,96
3	177,100	172,400	182,100	177,20	9,70	177,31	173,88	179,02	180,00	185,87	174,13	187,03	172,97	186,35	173,65	164,99	177,98	190,96
4	174,200	173,400	171,000	172,87	3,20	176,07	173,69	175,81	180,00	185,96	174,04	187,13	172,87	186,45	173,55	164,99	177,98	190,96
5	170,400	180,600	172,800	174,60	10,20	173,80	176,45	174,61	180,00	185,99	174,01	187,17	172,83	186,49	173,51	164,99	177,98	190,96
6	172,100	173,800	180,400	175,43	8,30	173,12	175,39	176,92	180,00	186,00	174,00	187,19	172,81	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
7	177,000	185,300	187,200	183,17	10,20	174,67	179,36	181,03	180,00	186,01	173,99	187,19	172,81	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
8	180,300	175,200	182,700	179,40	7,50	176,92	177,69	181,70	180,00	186,01	173,99	187,19	172,81	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
9	174,500	184,900	174,500	177,97	10,40	175,99	180,58	178,82	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
10	181,400	184,600	181,600	182,53	3,20	178,13	182,19	179,93	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
11	179,900	181,200	177,400	179,50	3,80	178,84	181,79	178,92	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
12	181,900	187,600	178,380	182,63	9,22	180,06	184,11	178,70	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
13	184,600	179,100	177,200	180,30	7,40	181,88	182,11	178,10	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
14	182,100	175,900	176,500	178,17	6,20	181,97	179,63	177,46	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
15	173,100	177,200	172,400	174,23	4,80	178,42	178,66	175,44	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
16	176,200	171,600	179,500	175,77	7,90	177,53	175,83	177,06	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
17	172,200	178,800	171,200	174,07	7,60	175,40	177,02	174,72	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
18	178,600	179,700	176,400	178,23	3,30	176,68	178,09	175,39	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
19	175,400	176,800	178,000	176,73	2,60	176,17	177,58	176,43	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
20	180,000	176,700	176,800	177,83	3,30	177,70	177,23	176,58	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96

Figura 10 - Planilha de gestão dos resultados e formulação dos parâmetros das cartas de controle

O valor da média móvel exponencialmente ponderada, obtida para cada amostra do processo, dá-se pela a equação 15, apresentada na revisão da literatura. Ressalta-se que a constante de suavização utilizada foi a sugerida por Hunter (1989 *apud* Montgomery, 2004, p. 271), de  $\lambda = 0,4$ , conforme justificado na metodologia do trabalho, no estudo de ARL. Ainda, segundo orientações de Montgomery (2004), utilizou-se o valor do alvo do processo ( $\mu_0$ ) como média móvel para o período zero ( $Z_0$ ), a fim de encontrar-se a primeira média móvel ( $Z_1$ ). As demais médias móveis foram calculadas com o valor das medições anteriores.

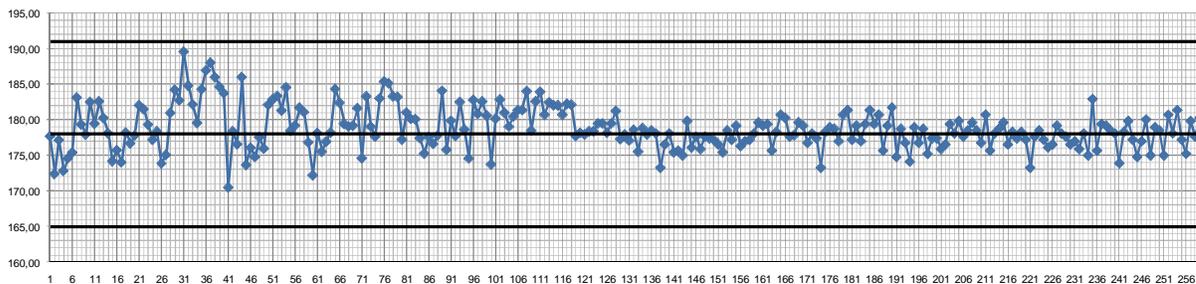
Os limites inferiores e superiores para carta MMEP foram obtidos conforme apresentado nas equações 22 a 24. Montgomery (2004) orienta que, para formar-se os limites de controle, a carta MMEP deve ter pelo menos 8 medições iniciais estáveis, de maneira a representar o comportamento do processo, e estas podem ser desconsideradas na análise de estabilidade do processo. Ressalta-se que o valor do desvio padrão para cada série histórica foi obtido considerando, em regra, as 25 primeiras medições de cada série. A escolha das 25 primeiras medições da série, e não 8 valores, deu-se pois além de apresentar um resultado mais representativo do processo, é preconizado nas cartas de controle de Shewhart utilizadas na empresa estudada.

Na planilha de gestão dos resultados em *Excel*, para cada processo, foram plotadas quatro cartas de controle, uma de Shewhart (exatamente igual à da empresa) e três cartas

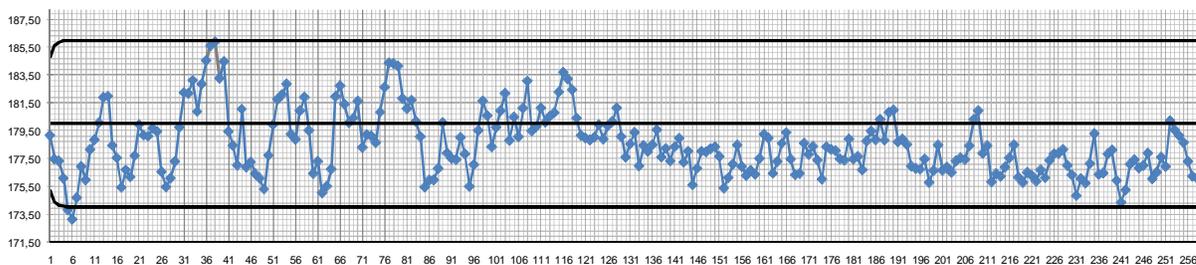
MMEP, uma para cada amostra. Estão como anexo as planilhas dos resultados com seus devidos gráficos plotados.

Os gráficos 1, 2, 3 e 4 ilustram, como exemplo, as cartas de controle plotadas no Excel.

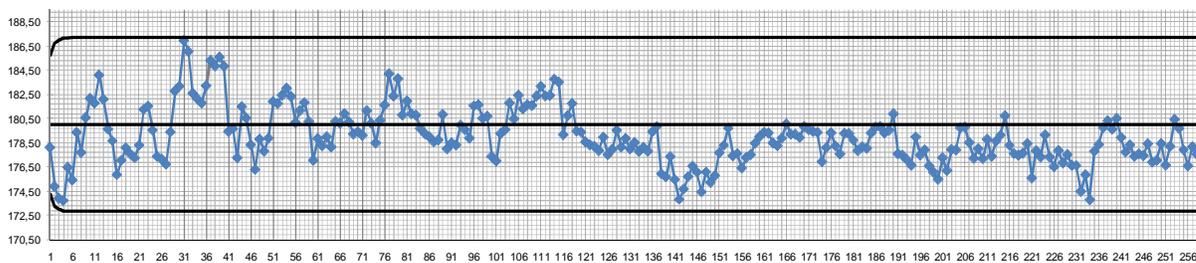
**Gráfico 1 - Carta de controle de Shewhart, com 3 amostras – Processo B**



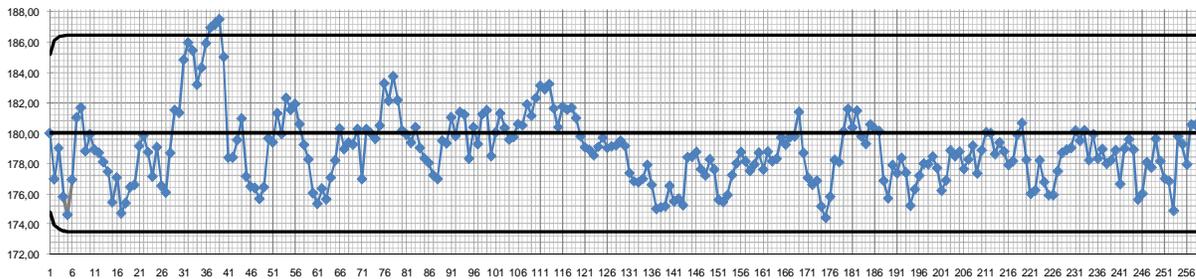
**Gráfico 2 - Carta de controle MMEP, amostra 1 – Processo B**



**Gráfico 3 - Carta de controle MMEP, amostra 2 – Processo B**

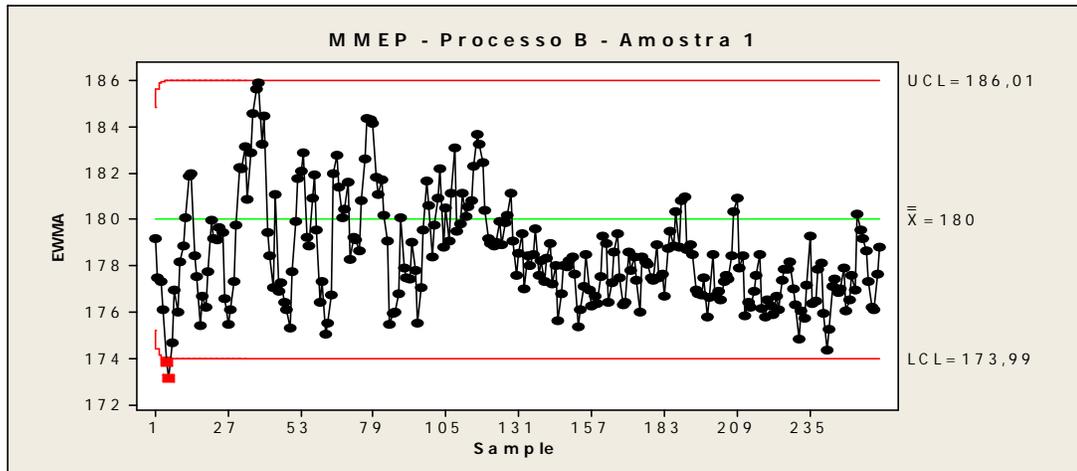


**Gráfico 4 - Carta de controle MMEP, amostra 3 – Processo B**



Ressalta-se que, para estudo fez-se o uso do *software MiniTab*, para comparar os gráficos e validar as cartas de controle. O gráfico 5 apresenta um exemplo de carta de controle MMEP (Processo B – amostra 1), plotado no MiniTab, o qual é exatamente idêntico à carta de controle obtida em Excel.

**Gráfico 5** - Carta de controle MMEP, obtida pelo Minitab, amostra 1 – Processo B



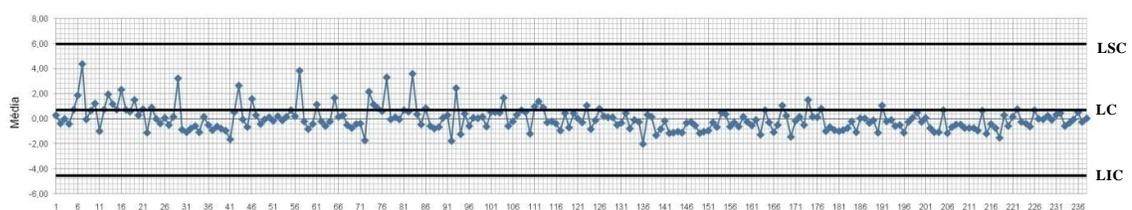
#### 4.4 Análise comparativa entre as cartas de controle de Shewhart e MMEP

Serão discutidos agora os resultados do monitoramento dos processos, bem como será feita a análise comparativa entre as duas metodologias de cartas de controle. É importante salientar que, conforme apresentado anteriormente, a empresa estudada já aplica cartas de Shewhart e segue como padrão de análise dos gráficos somente quando estes detectam pontos fora das linhas de limite de controle.

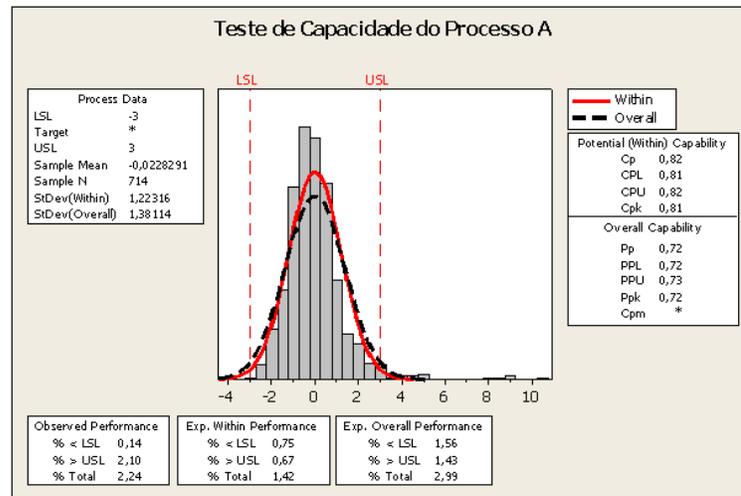
##### 4.4.1 Processo A

O processo A se comportou de maneira bastante estável utilizando a carta de Shewhart (gráfico 6), de maneira que nenhum ponto das 238 medições acusou desvios no processo. Segundo a interpretação da empresa, tal processo não apresenta problemas e não necessita da intervenção da engenharia.

**Gráfico 6** - Carta de Shewhart – Processo A



Entretanto, realizado o estudo de capacidade do processo A pelo MiniTab, ilustrado na figura 11, ficou evidente o processo é ineficaz ( $Cpk = 0,81$ ), produzindo um número aproximado de 3% de peças defeituosas.

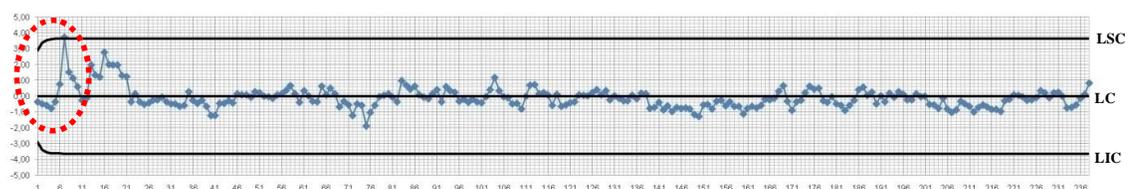


**Figura 11 - Análise de Capacidade do Processo A**

O comportamento monitorado pelas cartas MMEP é bastante diferente da carta de Shewhart, especialmente quando utilizadas as primeiras e terceiras amostras. Tais gráficos acusaram grandes desvios em amostras isoladas durante a sequência histórica.

O gráfico MMEP gerado pela série da amostra 2, ilustrado pelo gráfico 7, se comportou de forma estável, assemelhando-se ao gráfico de Shewhart. Apenas um ponto fora de controle foi identificado nas primeiras medições, mas que pode ser desconsiderado, ao passo que Montgomery (2004) afirma que a carta de média móvel exponencialmente ponderada necessita de algumas medições até que tenha estabilizado seus limites de controle, e visto que para este processo foram utilizadas 25 medições representativas para início do comportamento inicial do processo.

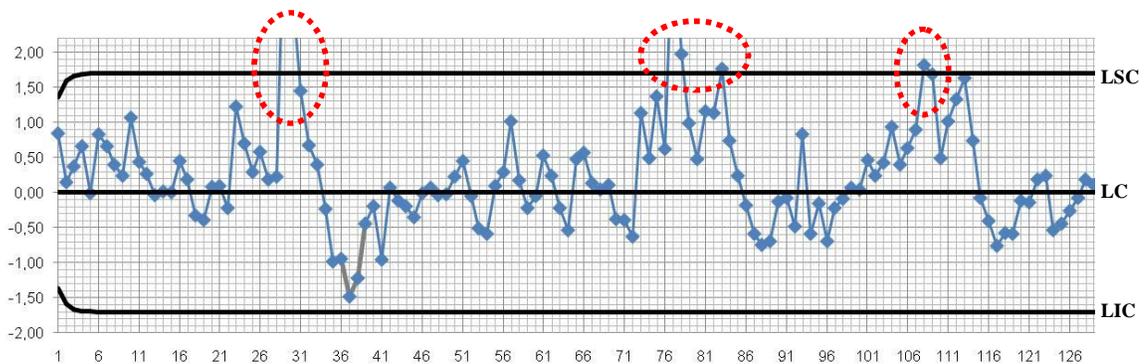
**Gráfico 7 - Carta de controle MMEP – Processo A – amostra 2**



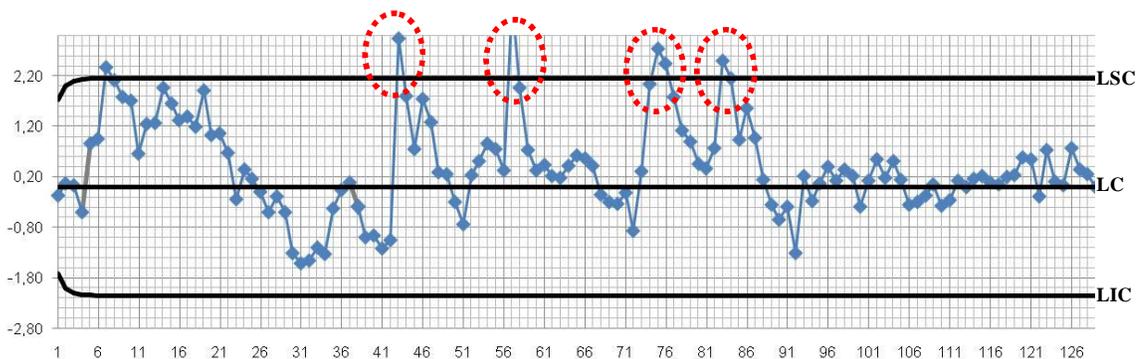
O gráfico de Shewhart utiliza medições com a média das amostras coletadas, como forma de representar melhor a produção, desta forma, se houver um valor atípico do processo, com desvio muito grande em uma das amostras, valores regulares das outras amostras tendem a compensar e desconsiderar variações isoladas. Por outro lado, o uso de amostras individuais nos gráficos de medias móveis, embora também sejam amortizados pela média histórica do processo, acusam muito mais facilmente a ineficiência do processo.

O gráfico 8 e 9 apresentam, respectivamente, detalhes das cartas MMEP para o processo A das amostras 1 e 3. Percebe-se, de maneira diferente em ambos, que o processo A apresenta desvios em diversos pontos, que sinalizam a ineficiência do processo.

**Gráfico 8 - Detalhe do gráfico MMEP – Processo A – amostra 1**



**Gráfico 9 - Detalhe do gráfico MMEP – Processo A – amostra 3**



É possível que algum destes valores, na realidade, seja um alarme falso, mas o estudo estatístico realizado para os valores de ARL, indica que a incidência de alarmes falsos, representado pelo  $ARL_0$ , para gráficos MMEP com  $\lambda=0,4$  e  $n=1$  é de em média 1 em 421,16 amostras. Os alarmes identificados nestes casos, entretanto, significam que o processo está produzindo peças defeituosas e sinalizando a tendência da produção estar irregular, e não simplesmente que o processo não é mais estável.

A utilização do gráfico de Shewhart em conjunto com o estudo de capacidade do processo daria uma interpretação semelhante à fornecida pelo gráfico de médias móveis, classificando o processo como incapaz e, portanto, merecedor de revisão.

O comportamento distinto do gráfico das médias móveis exponencialmente ponderadas para as amostras 1 e 3 em relação à amostra 2, pode ser visto de maneira semelhante através do estudo da capacidade do processo. Conforme pode ser visualizado na figura 12, enquanto para as amostras 1 e 3 o processo seria classificado como incapaz ( $Cpk=0,85$  e  $Cpk=0,84$ , respectivamente), para a amostra 2 o processo seria muito próximo de capaz ( $Cpk = 0,94$ ).

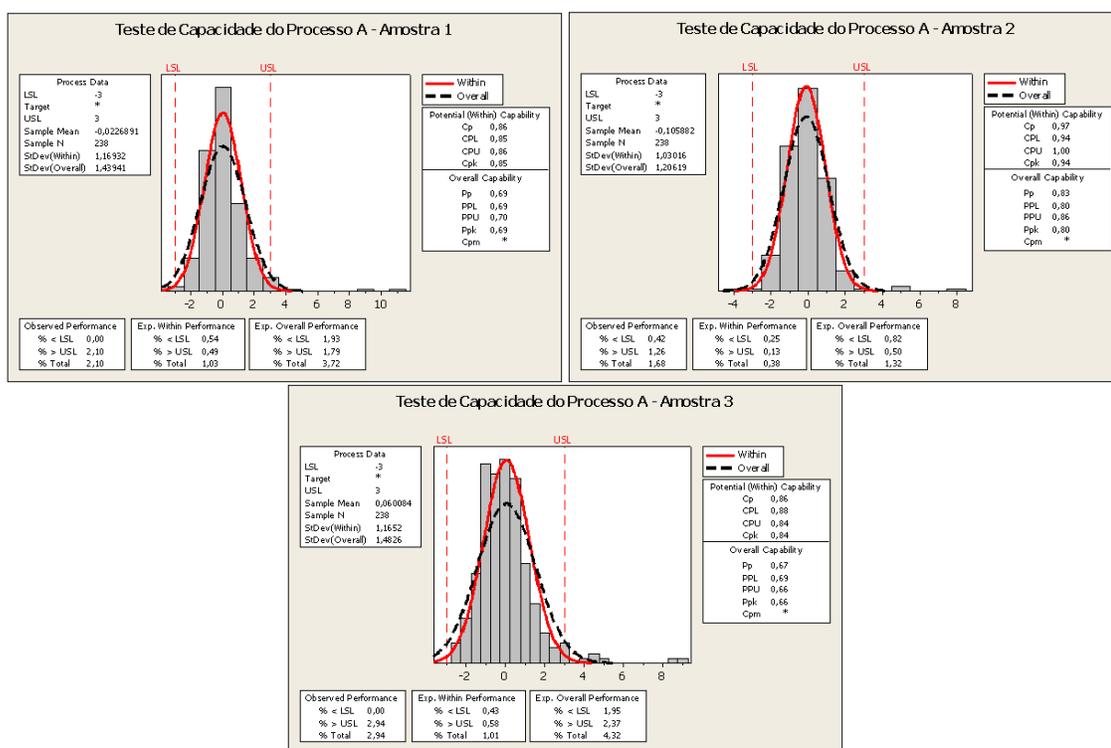


Figura 12 - Análise de Capacidade para amostras unitárias – Processo A

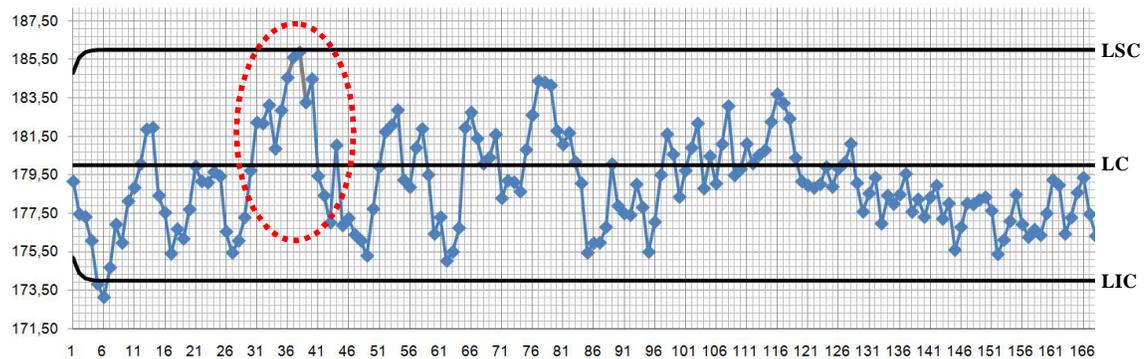
#### 4.4.2 Processo B

O processo B apresentou-se dentro dos limites de controle para a carta de Shewhart durante as 260 medições. Desta forma, para a empresa, tal processo não apresenta problemas de comportamento, não havendo assim, necessidade de intervenção no processo.

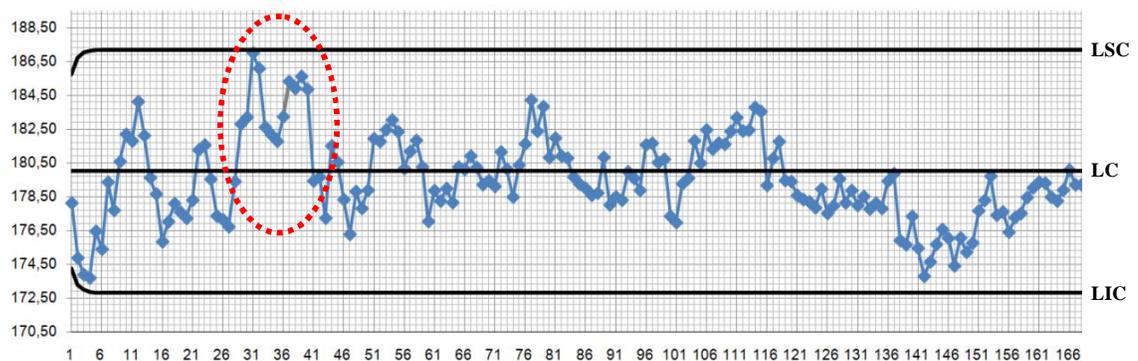
As cartas MMEP para cada amostra, entretanto, apresentaram uma sensibilidade muito maior nas variações, sendo que em uma delas, três pontos consecutivos estão fora dos limites de controle.

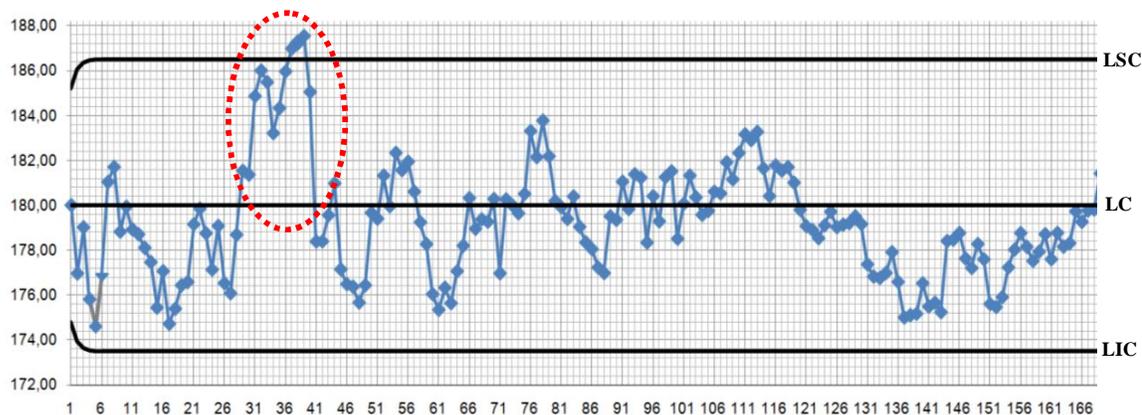
O desvio no processo ficou evidente na carta MMEP da terceira amostra, ilustrado no gráfico 12 a partir da 34ª medição, quando a média móvel cresceu por sete pontos consecutivos (indicando tendência) até sair do limite de controle. Nas demais cartas MMEP, embora não houve a constatação de sete pontos consecutivos indicando tendência, estas apresentaram pontos muito próximos dos limites de segurança, a partir da 33ª até a 40ª medição, conforme se visualiza nos gráficos 10 e 11. Considerando a utilização de limites de alerta para cartas de controle – valores menos rigorosos que os limites de segurança, de forma que possa se prever intervenções menores nos processos mesmo antes destes indicarem falhas na produção –, pode-se entender que estes valores demonstraram a instabilidade provável do processo durante estas amostras (33ª a 40ª).

**Gráfico 10 - Detalhe do gráfico MMEP – Processo B – amostra 1**



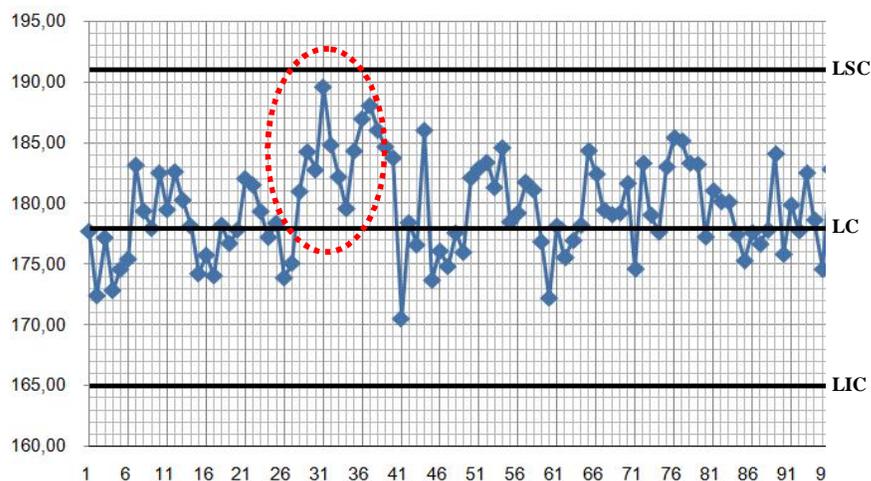
**Gráfico 11 - Detalhe do gráfico MMEP – Processo B – amostra 2**



**Gráfico 12** - Detalhe do gráfico MMEP – Processo B – amostra 3

A carta de Shewhart, ilustrada pelo gráfico 13, apresentou na 30ª e 31ª medições pontos bastante próximos do limite, de forma que poderia indicar a necessidade da manutenção preventiva do processo, conforme explicado pelo conceito de limites de aviso.

Anteriormente discutido, para que a velocidade de detecção de desvios da carta MMEP e Shewhart fossem iguais, seria necessário um aumento da cadência do controle. Assim, considerando o desenvolvimento do estudo do ARL, e para as situações específicas destas duas cartas de controle e do processo (que não recebeu aumento de cadência do controle), pode-se estimar que a velocidade de detecção da carta MMEP ocorreria após a detecção da carta de Shewhart. Em termos práticos, considerando a detecção 36% mais lenta, conforme foi exibida anteriormente para o desvio de  $1\sigma$ , uma variação ocorrida na 31ª medição em Shewhart seria apresentado por volta da 40ª medição de MMEP, o que foi empiricamente constatado nas cartas plotadas.

**Gráfico 13** - Detalhe do gráfico de Shewhart – Processo B

A carta MMEP da amostra 1 apresentou ainda dois pontos fora dos limites de controle nas medições 5 e 6, os quais podem ser desconsiderados, conforme já explicado, por se manifestarem num momento inicial, quando os limites da carta de controle ainda estão sendo ajustados.

Comparado o restante do comportamento do processo, não houve outros pontos nas cartas MMEP detectados fora dos limites.

Fazendo-se análise de capacidade de processo pelo Minitab (figura 13), observou-se que o Processo B pode ser considerado extremamente capaz, com  $Cpk$  superior ao preconizado por Ribeiro e Caten (1998, apud ALVES; NEUMANN; RIBEIRO, 2003, p. 3) de 1,67, em todas as situações apresentadas (todas as amostras utilizadas para as cartas de Shewhart ou somente a série de amostras 1, 2 ou 3, utilizadas para as cartas MMEP). Esta constatação significa que o processo produz uma porcentagem de peças defeituosas inferior a 0,00001%. Tal interpretação é importante porque demonstra que a carta de controle irá reportar em essência desvios no comportamento do processo, e não necessariamente a produção de peças defeituosas.

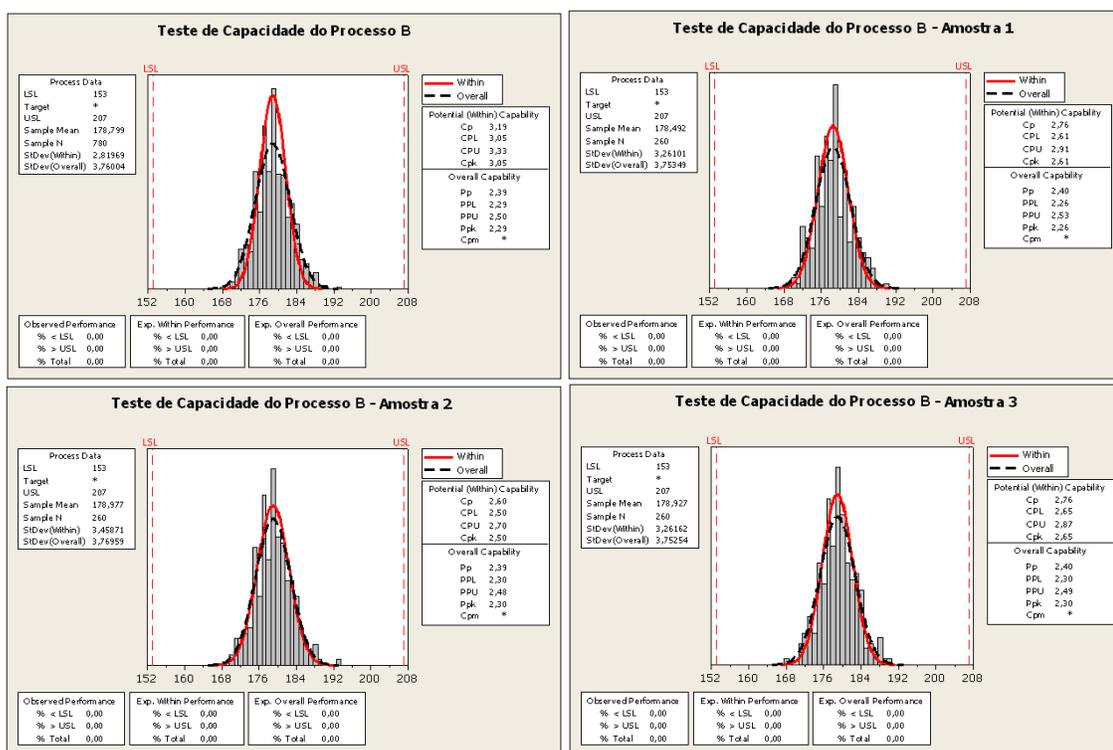
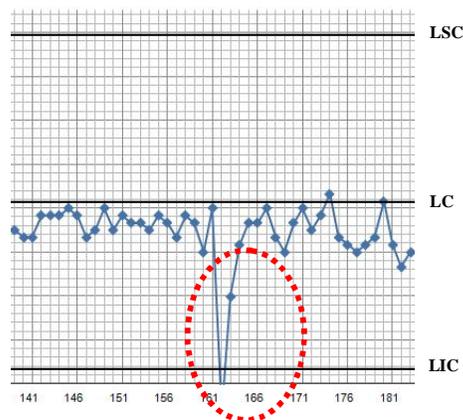


Figura 13 - Análise de Capacidade – Processo B

### 4.4.3 Processo C

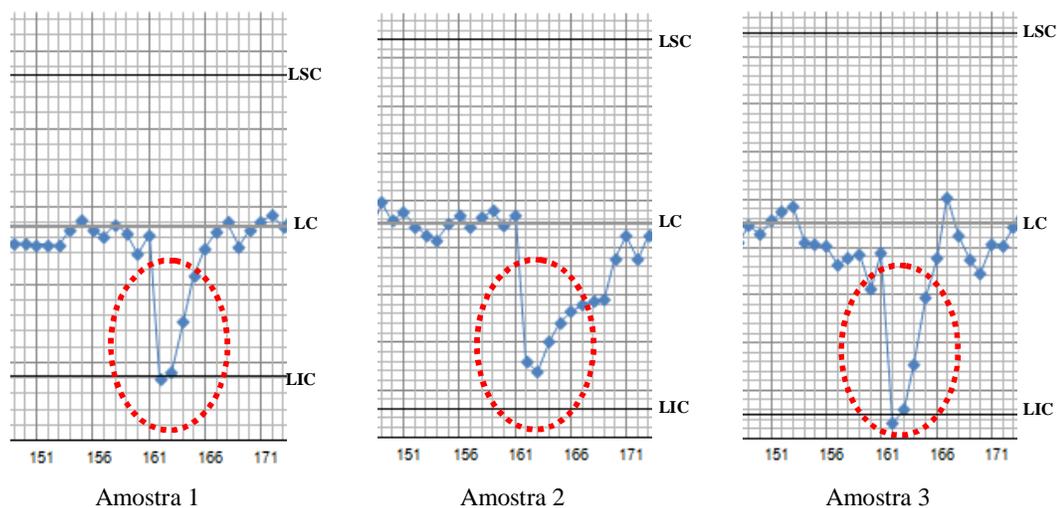
A carta de controle de Shewhart para o processo C foi elaborada a partir de 260 medições, das quais apenas um resultado encontrou-se fora dos limites de controle, a 162ª medição, que pode ser visualizada mais detalhadamente no gráfico 14.

**Gráfico 14** - Detalhe carta de Shewhart (processo C) – medição 162



Este desvio alerta para a necessidade de intervenção no processo e o mesmo pode ser constatado nas cartas MMEP. As cartas MMEP para as amostras 1 e 3 também indicaram a 162ª amostra como um ponto fora dos limites de controle. A carta para a amostra 2 não indicou pontos fora dos limites de controle, porém o 162º e o 163º ponto se apresentaram muito próximos do limite inferior, o que, se considerado um limite de alerta, poderia indicar um desvio do processo.

**Gráfico 15** - Detalhe das cartas MMEP (Processo C) - medição 162



Uma análise de tendência na carta de controle de Shewhart evidencia um deslocamento da média do processo entre as amostras 118 e 234. Este desvio não significa que o processo esteja produzindo itens fora de controle, mas pode indicar, por exemplo, a desregulagem de alguma máquina no setor de produção.

**Gráfico 16** - Detalhe da carta de Shewhart (Processo C) - medições 116 a 260



As cartas de controle MMEP também indicaram o mesmo desvio na média do processo, porém em tempos diferentes. Na carta para a amostra 1 (gráfico 17) verificou-se a tendência dos pontos para baixo da linha central a partir do 130º ponto, para a amostra 2 (gráfico 18) a partir do 162º ponto e para a amostra 3 (gráfico 19) a partir do 182º ponto. As cartas MMEP indicaram o desvio dos valores mais tardiamente que a carta de Shewhart, o que pode ser justificado, conforme já explicado, pelo fato de que neste trabalho utilizou-se a mesma frequência de amostragem para as cartas MMEP e cartas de Shewhart. Como já evidenciado, as cartas MMEP trarão respostas mais rápidas utilizando amostras unitárias, mas com uma frequência maior de coleta de dados.

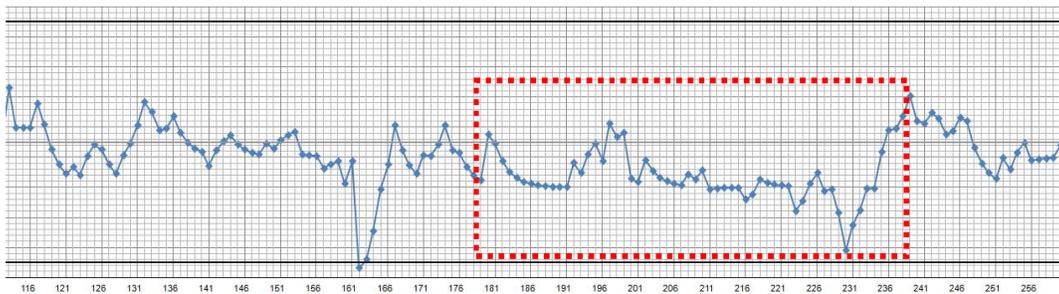
**Gráfico 17** - Detalhe da carta MMEP para a amostra 1 (Processo C) - medições 116 a 260



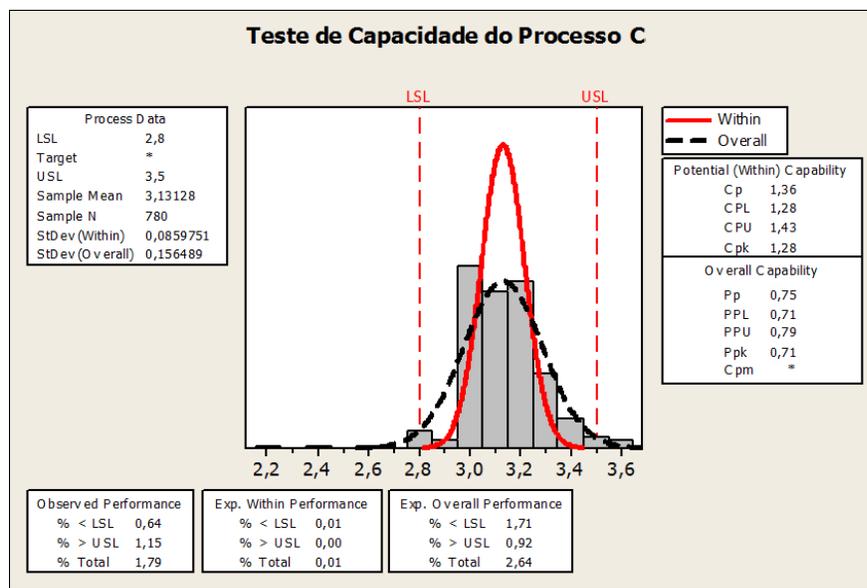
**Gráfico 18** - Detalhe da carta MMEP para a amostra 2 (Processo C) - medições 116 a 260



**Gráfico 19** - Detalhe da carta MMEP para a amostra 3 (Processo C) - medições 116 a 260



As amostras do processo C foram testadas no software MiniTab (figura 14) e obteve-se o valor do indicador de capacidade do processo Cpk igual a 1,28. Este valor, segundo Ribeiro e Caten (1998, *apud* ALVES; NEUMANN; RIBEIRO, 2003, p. 3) classifica o processo entre capaz e muito capaz, ou seja, a probabilidade de se produzir itens fora do controle está entre 0,0064% e 0,27%.

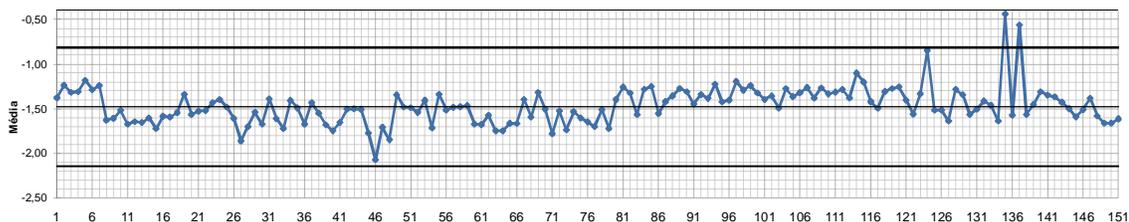


**Figura 14** - Análise de Capacidade – Processo C

#### 4.4.4 Processo D

O gráfico 20 apresenta a carta de controle de Shewhart do Processo D para as 151 medições coletadas.

**Gráfico 20** - Carta de Controle de Shewhart, com 3 amostras – Processo D

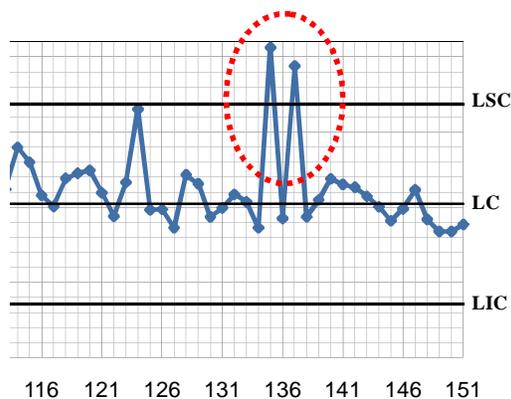


Constatam-se, por volta da medição 135, dois pontos (de três consecutivos) fora da linha de controle, indicando necessidade da intervenção no processo. A carta ainda apresenta dois pontos que merecem atenção especial por estarem muito próximos das linhas de controle, o primeiro quase no limite inferior, medição 46, e o segundo, na medição 124, bastante próximo ao limite superior de controle. Considerando o conceito de limites de alerta, tais pontos poderiam ser considerados alertas do processo, indicando uma produção não estável naqueles lotes.

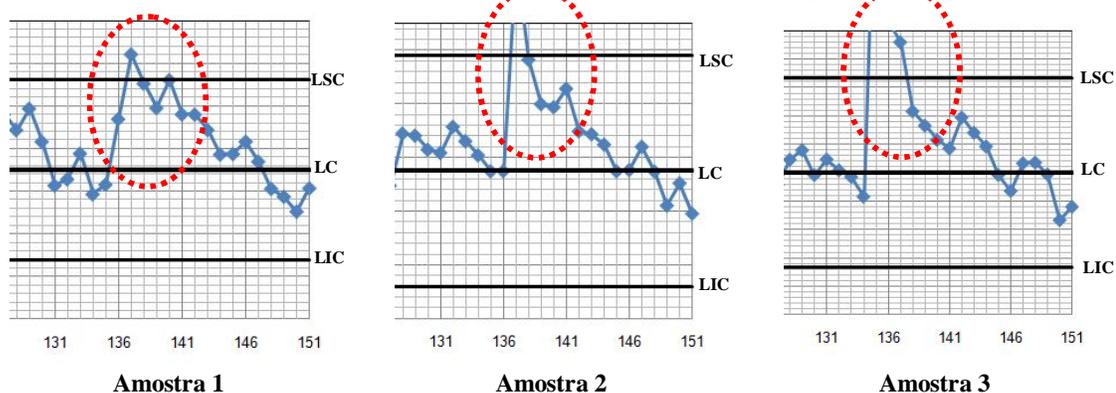
O processo monitorado pela carta de Shewhart apresentou-se bastante semelhante ao comportamento indicado pelas cartas MMEP.

O desvio no processo, indicado pelo ponto observado fora do limite de controle na carta de Shewhart, o qual acontece por volta da medição 135 e pode ser visualizado no gráfico 21, é também sinalizado nas cartas MMEP.

**Gráfico 21** - Detalhe das cartas MMEP (Processo D) nas medições 128 a 151



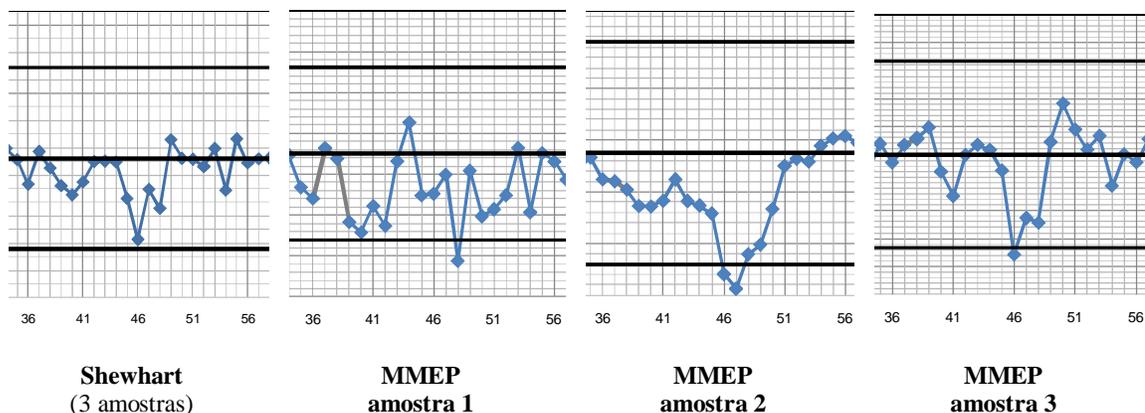
O gráfico 22 apresenta o detalhe das cartas MMEP para as três amostras, entre as medições 128 a 151.

**Gráfico 22 - Detalhe das cartas MMEP (Processo D) nas medições 128 a 151**

Nas cartas MMEP geradas pelas amostras 1 e 2, o desvio no processo é sinalizado na medição 137, já na carta gerada pela amostra 3, o desvio apresenta-se na 135ª medição. Como apresentado, para este estudo de caso, ao se formular as cartas de controle MMEP, não houve alteração na frequência do controle, de forma que a carta MMEP neste caso tende a detectar desvios mais lentamente. Nesta situação, o desvio foi apresentado tanto para cartas de Shewhart quando MMEP quase nas mesmas medições, com mesma velocidade de resposta. Isto pode ser justificado pela enorme variação das peças controladas. Os valores obtidos no controle por todas as amostras foram muito fora dos limites funcionais, permitindo que ambas as metodologias respondessem instantaneamente ao desvio.

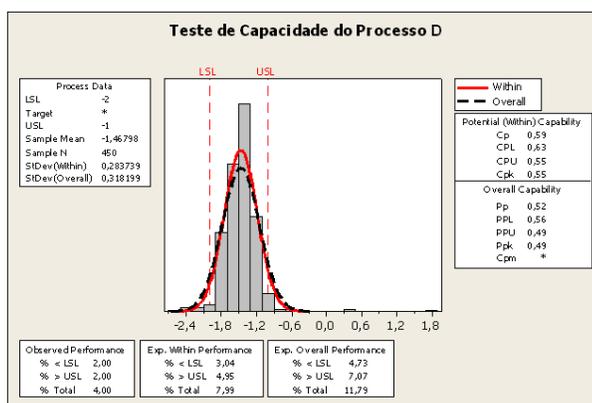
Os pontos detectados como possíveis alertas, muito próximos dos limites de controle, nas cartas de Shewhart, foram sinalizados como desvios no processo nas cartas MMEP.

O gráfico 23 apresenta um quadro com detalhe comparativo entre as cartas, para as medições entre 36 e 56.

**Gráfico 23 - Detalhe comparativo entre cartas de controle (Processo D) – Medições entre 36 a 56**

Confirma-se o desvio indicado nas três cartas MMEP, pelos pontos fora dos limites inferiores, o que representa que a medição 46, não sinalizada por Shewhart, é efetivamente uma falha do processo e, assim, alguma ação corretiva deveria incidir sobre o mesmo.

O segundo possível alerta (ponto próximo ao limite superior, mas dentro ainda do intervalo dos limites) observado na medição 124, na carta de Shewhart, foi observado pelas cartas MMEP como um ponto fora dos limites na amostra 1 (medição 124), mas dentro dos limites para as amostras 2 e 3. Este resultado pode ser interpretado como um provável alarme falso para a carta 1, uma peça controlada cujo valor foi bastante diferente das demais amostras da mesma medição, um caso de peça retirada que está justamente representando o percentual de peças produzidas com defeitos. Para confirmar esta suposição, o processo foi testado pelo MiniTab, obtendo-se o indicador de capacidade do processo ( $Cpk$ ), apresentado na figura 15.



**Figura 15 - Teste de Capacidade do Processo D**

Através do teste de capacidade, obteve-se que o valor do  $Cpk$  do processo ficou em 0,55, valor considerado por Ribeiro e Caten (1998, *apud* ALVES; NEUMANN; RIBEIRO, 2003, p. 3) entre totalmente incapaz e incapaz, o que representa que a probabilidade de peças produzidas fora dos limites funcionais está entre 4,4% e 32,0%. Neste aspecto é importante notar que a indústria automotiva entende que determinados processos podem produzir uma percentagem de peças não conformes, de acordo com instruções da engenharia da empresa, principalmente quando o custo da não qualidade é inferior aos custos de retrabalho e ajustes do processo. Na perspectiva do estudo de cartas de controle, esta situação configura um processo incapaz, porém relativamente estável, conforme ficou evidenciado em alguns poucos alertas apresentados na carta.

#### 4.4.5 Compatibilização de Resultados

A tabela 11 apresenta de forma resumida os resultados observados decorrentes da aplicação das cartas de controle para os processos A, B, C e D. É possível identificar a maior sensibilidade das cartas MMEP dado aumento de alertas considerados após a mudança do método.

**Tabela 11** - Resumo dos resultados obtidos pelos processos monitorados

<b>Processo A</b>				
	Shewhart	MMEP 1	MMEP 2	MMEP 3
Número de peças controladas	714	238	238	238
Número total de Alertas consideráveis*	0	4	0	4
C <sub>pk</sub> do processo	0,81	0,85	0,94	0,84
Classificação do processo quanto à sua capacidade (c <sub>pk</sub> )	Incapaz	Inzapaz	Incapaz	Incapaz
<b>Processo B</b>				
	Shewhart	MMEP 1	MMEP 2	MMEP 3
Número de peças controladas	780	260	260	260
Número total de Alertas consideráveis*	0	0	0	1
C <sub>pk</sub> do processo	3,05	2,61	2,50	2,65
Classificação do processo quanto à sua capacidade (c <sub>pk</sub> )	Extremamente Capaz	Extremamente Capaz	Extremamente Capaz	Extremamente Capaz
<b>Processo C</b>				
	Shewhart	MMEP 1	MMEP 2	MMEP 3
Número de peças controladas	780	260	260	260
Número total de Alertas consideráveis*	1	1	0	1
C <sub>pk</sub> do processo	1,28	1,06	1,17	1,01
Classificação do processo quanto à sua capacidade (c <sub>pk</sub> )	Capaz	Capaz	Capaz	Capaz
<b>Processo D</b>				
	Shewhart	MMEP 1	MMEP 2	MMEP 3
Número de peças controladas	453	151	151	151
Número total de Alertas consideráveis*	1	1	2	2
C <sub>pk</sub> do processo	0,55	0,76	0,66	0,67
Classificação do processo quanto à sua capacidade (c <sub>pk</sub> )	Incapaz	Inzapaz	Incapaz	Incapaz

\* Desconsiderando os alertas das medições iniciais (formação de limites de controle) e em situações de pontos consecutivos fora dos limites de controle, considerando apenas como uma intervenção necessária, até o ajuste do processo.

Foi constatado que a capacidade do processo é um fator de extrema relevância no controle estatístico de processos. Quando aplicada a um processo classificado como capaz ou extremamente capaz, a carta de controle de MMEP apresenta, em geral, os mesmos desvios identificados com a carta de Shewhart, devendo-se levar em conta apenas o sensível aumento de frequência das amostragens para que o tempo de resposta das cartas seja o mesmo.

Para processos classificados como incapazes e que, portanto, possuem maior variabilidade e conseqüente produção de valores não conformes, as cartas se comportam de maneiras diferentes. A carta de médias móveis exponencialmente ponderadas acusa um maior número de alertas, o que pode significar tanto uma variação do processo, como a produção de itens fora de especificação. Este segundo tipo de alerta, não presente para os gráficos de Shewhart, não impede a utilização de cartas de MMEP, mas acusa a incapacidade do processo e, portanto, a necessidade de intervenções para melhorias.

#### **4.5 Discussão dos custos de controle e custos de qualidade**

Entender os conceitos de custos associados a controle de qualidade é de fundamental importância antes de qualquer decisão que envolva redução ou aumento dos controles ou intervenção da engenharia nos processos. “Falta de qualidade implica perdas, mas grandes investimentos não necessariamente significam alta qualidade ou, mesmo que signifiquem, não garantem competitividade no mercado.” (CARVALHO; PALADINI, 2005, p. 303)

Neste aspecto, é importante definir os custos associados, da conformidade e da não conformidade. Enquanto custos da conformidade são aqueles associados ao fornecimento de produtos obedecendo a especificações de qualidade requeridas, os custos de não conformidade são associados à ineficiência do processo, resultado de desperdícios ou até mesmo incapacidade operacional.

O presente estudo fará uma discussão dos custos da qualidade associados em dois grupos, conforme proposto por Feigenbaum (1991): os custos de controle (ou custos da qualidade), que possuem caráter preventivo e de avaliação, e os custos de falhas no controle (ou não qualidade), que possuem caráter corretivo.

Os custos de controle são relacionados ao planejamento da qualidade, aos gastos e investimentos que objetivam evitar produção de peças defeituosas. Estes gastos são ligados efetivamente ao monitoramento, como treinamento e pagamento de mão de obra para realizar os controles, equipamentos de inspeção, planejamento da qualidade, verificação, auditorias de qualidade, entre outros.

A montadora em estudo, no presente trabalho, já desenvolve um sistema de representação dos custos de qualidade, baseado essencialmente nos custos de mão de obra por hora. Enquanto gastos como equipamentos de inspeção, manutenção entre outros podem ser dissolvidos pela vida útil dos mesmos, a mão de obra é um custo independente, constante e é considerado o dispêndio mais alto dentre os relacionados. Será considerado para efeitos de cálculos que o custo de um controlador/operador júnior, segundo informação da montadora,

com todos os encargos sociais (como 30 dias de férias remuneradas, 13º salário, indenizações, aviso prévio, INSS, entre outros) e participação dos lucros e resultados da montadora (PLR) seja de, R\$ 18,75 a R\$ 22,69 por hora, dando uma média de R\$ 20,72/hora. A partir deste valor e das informações apresentadas anteriormente, pode-se mensurar o custo atual diário de cada controle (para os processos A, B, C e D), sendo realizado por cartas de controle de Shewhart, observados na tabela 12.

**Tabela 12 - Custos atuais de controle para os Processos A, B, C e D**

<b>Shewhart – Custo atual</b>						
<b>Processo</b>	<b>Frequencia das medições por dia</b>	<b>Amostras por medições</b>	<b>Tempo médio por peça controlada (horas)</b>	<b>Número de operadores necessários</b>	<b>Custo da mão de Obra por hora (R\$)</b>	<b>Custo total por dia do controle</b>
A	2	3	0,1167	1	20,72	14,50
B	2	3	0,0167	1		2,07
C	1	3	0,0667	1		4,14
D	1	3	0,0833	2		10,36

Com a implantação da metodologia de cartas MMEP, os parâmetros de controle seriam alterados, a frequência seria levemente aumentada e as medições seriam reduzidas, de forma a resultarem os valores conforme a tabela 13.

**Tabela 13 - Custos de controle com cartas MMEP para os Processos A, B, C e D**

<b>Cartas de MMEP – Custo previdencial</b>						
<b>Processo</b>	<b>Frequencia das medições por dia</b>	<b>Amostras por medições</b>	<b>Tempo médio por peça controlada (horas)</b>	<b>Número de operadores necessários</b>	<b>Custo da mão de Obra por hora (R\$)</b>	<b>Custo total por dia do controle</b>
A	2,6	1	0,1167	1	20,72	6,29
B	2,6	1	0,0167	1		0,90
C	1,3	1	0,0667	1		1,80
D	1,3	1	0,0833	2		4,49

Comparando-se os custos atuais com os custos com as modificações propostas pela metodologia MMEP, tem-se uma redução de 56,67% nos custos de mão de obra, igualmente para os quatro processos, o que se observa na tabela 14. É importante lembrar que, conforme foi apresentado na metodologia, a montadora estudada realiza mais de 800 controles em todos seus perímetros e que destes, a grande maioria é diário. Assim, validando-se o uso das cartas MMEP para monitorar qualquer processo, os custos de controle reduziriam muito além do número apresentado.

**Tabela 14** - Comparativo de Custos de Controle para os Processos A, B, C e D

Processo	Custo por dia do controle		Redução de custos (R\$)	Redução de custos (%)	Economia em 1 ano* (R\$)
	Shewhart	MMEP			
A	14,50	6,29	8,22	<b>56,67%</b>	2.564,31
B	2,07	0,90	1,17		366,33
C	4,14	1,80	2,35		732,66
D	10,36	4,49	5,87		1.831,65
<b>Total</b>	<b>31,08</b>	<b>13,47</b>	<b>17,61</b>	<b>56,67%</b>	<b>5.494,944</b>

\* Foram considerados para cálculo 312 dias trabalhados, contando que a montadora funciona de segunda a sábado

Em uma situação real, não seria aplicável utilizar frequências de 1,3 ou 2,6 medições por dia, sendo necessárias as realizações de números inteiros de medições. Considerando 2 medições diárias para os processos C e D e 3 medições diárias para os processos A e B, os custos associados resultam os valores apresentados na tabela 15:

**Tabela 15** - Custos de controle com cartas MMEP com frequências inteiras

Cartas de MMEP – Custo previsional com frequência ajustada						
Processo	Frequencia das medições por dia	Amostras por medições	Tempo médio por peça controlada (horas)	Número de operadores necessários	Custo da mão de obra por hora (R\$)	Custo total por dia do controle
A	3	1	0,1167	1	20,72	7,25
B	3	1	0,0167	1		1,04
C	2	1	0,0667	1		2,76
D	2	1	0,0833	2		6,90

Ainda com esta consideração do aumento da frequência, o método se mostra mais econômico, conforme mostra a tabela 12. Como as frequências foram arredondadas para cima, os valores percentuais de redução do custo variam de acordo com o processo, gerando uma economia total de 42,21% para os quatro processos estudados, o que já é um valor significativo.

**Tabela 16** - Comparativo de Custos de Controle para frequências inteiras

Processo	Custo por dia do controle		Redução de custos (R\$)	Redução de custos (%)	Economia em 1 ano* (R\$)
	Shewhart	MMEP			
A	14,50	7,25	7,25	<b>50,0%</b>	2.260,73
B	2,07	1,04	1,03	<b>50,0%</b>	321,96
C	4,14	2,76	1,38	<b>33,33%</b>	429,30
D	10,36	6,90	3,46	<b>33,33%</b>	1.078,30
<b>Total</b>	<b>31,08</b>	<b>17,96</b>	<b>13,12</b>	<b>42,21%</b>	<b>4.090,29</b>

\* Foram considerados para cálculo 312 dias trabalhados, contando que a montadora funciona de segunda a sábado

Ainda segundo Feigenbaum (1991), os outros custos associados que devem ser observados são os custos das falhas, sejam elas internas ou externas. Estes custos são aqueles que ocorrem quando os resultados não atingem os padrões exigidos de qualidade e são identificados antes de serem entregues ao cliente ou depois, identificados pelo próprio cliente ou distribuidor. São grandes e importantes representantes dos custos de falhas internas: desperdício, sucata, retrabalho, reinspeção, degradação, análise de falhas e intervenções nos processos (custo da engenharia). Falhas externas mais comuns são os reparos e trocas (assistência), reclamações, devoluções, responsabilidade civil, perda de imagem e, em especial para o setor automotivo, o *re-call*.

Os custos de falhas (internas e externas) são muito mais complexos de serem calculados. No presente caso pode-se discutir a redução e aumento nestes gastos.

São problemas diretamente envolvidos no caso, relacionados às falhas internas:

- **Desperdício:** A metodologia MMEP mostrou-se essencialmente mais robusta, de maneira que os processos seriam melhor ajustados, com maior frequência, e desperdício tenderia a ser reduzido.

- **Retrabalho:** Ao realizar um controle mais sensível, embora com mesma confiabilidade, as cartas tenderiam a demonstrar pontos para observação mais facilmente, entretanto estes alertas também tenderiam a se estabilizar ao passo que o processo fosse melhor ajustado, assim os custos aumentariam em momentos específicos, principalmente inicial, mas estabilizaria com o tempo.

- **Análise de falhas / intervenção nos processos:** O objetivo do trabalho era apresentar uma metodologia robusta que monitorasse com a mesma confiabilidade os processos. Percebe-se que, embora ambas as cartas sejam eficientes, ao se adotar a regra pela montadora de fazer intervenções nos processos que apresentarem pontos fora dos limites, as intervenções passariam no começo a serem mais frequentes, até que o processo fosse estabilizado.

Referente às falhas externas, pode-se evidenciar:

- **Reparos, trocas, reclamações e responsabilidade civil:** Embora o número de peças não conformes esteja diretamente ligado ao fator de capacidade de processo ( $C_{pk}$ ), ao se realizar um controle mais robusto, reagindo aos alertas da carta, a produção tenderia a estar sempre estável, de forma a que um processo eficaz não passasse a ser ineficaz por falta de estabilidade da produção. Assim, a aplicação da metodologia MMEP tenderia a diminuir o número de reparos, reclamações, trocas das peças e de responsabilidade social.

- **Perda de Imagem e *Re-call*:** Entende-se que a adoção de um sistema de controle de qualidade mais robusto, além de trazer os benefícios já comentados, também beneficie a imagem da marca, que passará a investir em qualidade. Assim, os custos em perda de imagem seriam reduzidos e a possibilidade de um *Re-call* também reduzida.

A figura 16 faz um resumo esquemático do comportamento previsto para custos de falhas internas e externas com a implementação da metodologia MMEP na indústria.

	Tendência do custo	Representação gráfica
<b>Falhas Internas</b>		
Desperdícios	Diminuir	
Retrabalho	Aumentar inicialmente e estabilizar com o tempo	
Análise de Falhas	Aumentar inicialmente e estabilizar com o tempo	
<b>Falhas Externas</b>		
Reparos	Diminuir	
Trocas de peças	Diminuir	
Reclamações	Diminuir	
Perdas de Imagem	Diminuir	
<i>Re-call</i>	Diminuir	

Figura 16 - Tendência da variação dos custos de falhas com a implantação de cartas MMEP

Importante perceber que a metodologia MMEP, como foi apresentada, resultou num monitoramento muito mais eficaz e robusto dos processos, embora os custos de controle (ou custos de qualidade) diminuam expressivamente. Heldt (1994) afirma que os custos da falta de controle aumentam gradativamente se os erros e defeitos não são detectados, e por isso a metodologia não apenas reduz os custos de controle, mas também os custos de falhas, com a ressalva do custo de análise das falhas e retrabalho, que, como previsto, tenderia a aumentar inicialmente e se estabilizar com o tempo.

A identificação das variações de custos proporciona informações importantes para auxiliar na decisão pela alteração do método de controle. Porém é preciso lembrar que, fora os

custos de controle e de falhas, a proposta de uma nova metodologia exigiria uma reestruturação do sistema atual de controles, dos softwares envolvidos, treinamentos e aceitação pelos funcionários e compreensão de todo o setor da engenharia (de projetos, produto e processos) e produção envolvidos nesta mudança.

## 5 CONCLUSÕES

O presente trabalho apresentou, inicialmente, um estudo sobre o desempenho de cartas de controle, em seguida, o monitoramento de quatro processos industriais através de cartas de controle de médias móveis exponencialmente ponderadas e, posteriormente, uma análise comparativa destes resultados com o monitoramento realizado pela ferramenta de controle estatístico de qualidade já aplicada na montadora de automóveis, que utiliza a metodologia proposta por Shewhart.

O estudo do desempenho de cartas de controle demonstrou, através do conceito de comprimento médio de corrida (*ARL*), que a carta de controle MMEP é nitidamente mais sensível à variação do processo se comparado à carta de Shewhart. Desta forma, pode-se propor, comprovada estatisticamente, a utilização da carta de controle MMEP com um número reduzido de amostras controladas para realizar o monitoramento dos processos, com a ressalva que a frequência entre controles tivesse um pequeno aumento. O aumento necessário da cadência do controle, no caso específico da substituição de cartas de Shewhart com 3 amostras por medição para cartas MMEP com 1 amostra por medição, é de aproximadamente 36% se considerado uma variação de 1 desvio padrão, entretanto o número de peças controladas pela metodologia MMEP é 54% menor.

Os resultados do monitoramento aferido pelas duas metodologias de cartas de controle, para os quatro processos industriais abordados neste trabalho, podem ser resumidos na tabela 7. Conforme explicitado no quarto capítulo, de resultados, as cartas MMEP demonstraram-se mais sensíveis a variações no processo, o que também já era esperado segundo as orientações da literatura e do estudo do desempenho das cartas. A capacidade do processo, entretanto, demonstrou-se um fator igualmente decisivo na qualidade da ferramenta de controle de qualidade. Conclui-se que processos mais estáveis apresentam melhores resultados de monitoramento em cartas MMEP, demonstrando os mesmos desvios indicados pela metodologia de Shewhart. Em situações de incapacidade do processo, em que existe maior variabilidade no processo de fabricação, a carta MMEP sinaliza um número maior de alertas, reportando não somente a não estabilidade do processo, como a produção de itens fora de especificação. Ressalta-se que o maior número de alertas gerados por uma carta MMEP no monitoramento de um processo incapaz, não descaracteriza o uso desta ferramenta para o controle nesta situação, mas evidencia que o processo necessita de intervenções afim de capacitar sua produção.

A qualidade dos processos de uma empresa é fundamental para a produção de produtos conformes, que atendam e até mesmo superem as expectativas dos clientes. Os custos associados ao controle de qualidade, entretanto, não podem onerar a empresa ao ponto de tornar seu produto pouco competitivo. Desta maneira, durante a discussão do impacto financeiro da substituição do monitoramento das cartas de Shewhart para as cartas MMEP, evidenciou-se os custos associados e como estes se comportariam com a mudança de metodologias sugerida.

Conclui-se que o controle estatístico de processos é uma ferramenta de extrema importância, podendo ser utilizado como diferencial competitivo. Uma metodologia mais robusta, como a proposta de médias móveis exponencialmente ponderadas, promove reduções de custos associados aos controles e as falhas no controle, ou seja, no custo da “qualidade” e da “não qualidade”.

É importante ressaltar que a implantação da metodologia proposta, na montadora de automóveis, poderia implicar em custos elevados com engenharia na intervenção da produção em um momento inicial, causados pelos processos incapazes atualmente não identificados. Cabe a montadora definir o limite de itens não conformes produzidos, a capacidade exigida por cada processo, para que a carta de controle promova o monitoramento eficaz dos processos.

Realizadas as análises estatísticas e o estudo prático das cartas, conclui-se que a proposta apresentada no presente trabalho atende as necessidades da indústria automotiva e demonstra que se pode aprimorar o método de controle da qualidade. Os benefícios associados à mudança do método promove um controle de qualidade robusto, atingindo, portanto, o objetivo central deste estudo.

As dificuldades possivelmente encontradas nesta implantação da nova metodologia de controle estatístico, entretanto, estariam ligadas a proporção do impacto da mudança. A indústria aplica um número bastante grande de controle de processos, e tanto operadores da fabricação quanto colaboradores da engenharia seriam impactados com a mudança.

Para a realização de trabalhos futuros nessa linha, sugere-se ainda o seguinte:

- Aplicação de outras metodologias no controle estatístico de processos, como cartas *CUSUM* (método de somas acumuladas), e a comparação com os resultados já obtidos pelas cartas de Shewhart e MMEP.
- Análise aprofundada dos custos de controle e uma proposta de mensuração dos custos de falhas internas e externas, da prevenção, da avaliação e da correção de processos.

- Desenvolvimento de um *software* para gestão dos resultados dos controles, realizando o monitoramento por meio das cartas de controle MMEP.
- Estudo dos processos industriais da indústria, sugerindo uma metodologia para resolução de problemas e desvios nos processos.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, Custodio da Cunha. **Gráficos de Controle CUSUM: um enfoque dinâmico para a análise estatística de processos**. 2003. 134f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003. Disponível em: < [http://www.qualimetria.ufsc.br/dissertacoes\\_arquivos/custodio.pdf](http://www.qualimetria.ufsc.br/dissertacoes_arquivos/custodio.pdf) >. Acesso em: 20 de nov. 2011.
- ALVES, Pedro Henrique Bortolotto Fagundes; NEUMANN, Carla Simone Ruppenthal; RIBEIRO, José Luis Duarte. Etapas para implantação de controle estatístico do processo: um estudo aplicado. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XXIII, 2003, Ouro Preto. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2003. Disponível em: < [http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGETP2003\\_TR0202\\_1597.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGETP2003_TR0202_1597.pdf) >. Acesso em: 20 de nov. 2011.
- BARÇANTE, Luiz Cesar. **Qualidade Total, uma nova visão brasileira: O impacto estratégico na universidade e na empresa**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1998.
- CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC – Controle da qualidade total: Estilo japonês**. 8ª edição. Nova Lima: INDG- Tecnologia e serviços, 2004.
- CARVALHO, Marly Monteiro de; PALADINI, Edson P. **Gestão da qualidade: teoria e casos**. Rio de Janeiro: Elsevier; Campus, 2005.
- CORDEIRO, José Vicente B. de Mello. Reflexões sobre a Gestão da Qualidade Total: fim de mais um modismo ou incorporação do conceito por meio de novas ferramentas de gestão? **Revista FAE**, Curitiba, v.7, n.1, p.19-33, jan./jun. 2004.
- CROWDER, Stephen V. A Simple Method for Studying Run-Length Distributions of Exponentially Weighted Moving Average Charts. **Technometrics**, v. 29, n.4, novembro 1987.
- DAIMLERCHRYSLER CORPORATION, FORD MOTOR COMPANY. GENERAL MOTORS CORPORATION. **Manual do Controle Estatístico do Processo – CEP**, 2ª edição, 2005, 228 p.
- DAL’CORTIVO, Zaudir. **Aplicação do Controle Estatístico de Processo em Sequências Curtas de Produção e Análise Estatística de Processo Através do Planejamento Econômico**. 2005. 151f. Dissertação (Mestrado em Métodos Numéricos em Engenharia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005. Disponível em: < <http://www.ppgmne.ufpr.br/arquivos/diss/137.pdf> >. Acesso em: 20 de nov. 2011.
- DAVIS, Mark. **Fundamentos da Administração da produção**. 3ª edição, São Paulo: Artmed, 2001.
- EXCEL, Microsoft Office. Versão 2007. EUA: Microsoft Corporation.
- FEIGENBAUM, Armand V. **Total Quality Control**. 3ª edição, Nova Iorque: McGraw-Hill, 1991.
- HARO, Daniel Garcia. **Sistema da qualidade na indústria automobilística: uma proposta de auto-avaliação unificada**. 2001. 155 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001. Disponível em: < <http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/publicacoes/Daniel%20Garcia%20Haro%20.PDF> >. Acesso em: 20 de nov. 2011.
- HELDT, John J. More than ever, quality pays. **Quality**, v.33, n. 2, fev. 1994.
- JURAN, Joseph M. **Juran's Quality Handbook**. 5ª edição. Nova Iorque: McGraw-Hill, 1998.

KUME, Hitoshi. **Métodos estatísticos para melhoria da qualidade**. 11ª edição. São Paulo: Editora Gente, 1993.

LOPES, Luis Felipe Dias. **Apostila de Controle estatístico de Processo**. Universidade Federal de Santa Maria, 2007, 70p.

LOURENÇO FILHO, Ruy de C. B. **Controle estatístico de qualidade**. Rio de Janeiro: LTC, 1976.

MINGOTI, Sueli A.; YASSUKAWA, Fabiane R. S. Uma comparação de gráficos de controle para a média de processos autocorrelacionados. **Revista Eletrônica Sistemas & Gestão**, Niterói, v.3, n. 1, p. 55-73, abril 2008.

MINITAB Statistical Software. Versão 15.1.3. State College, EUA: Minitab Inc.

MONTGOMERY, Douglas C. **Introdução ao controle estatístico de qualidade**. 4ª edição. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

PALADINI, Edson P. **Controle de qualidade: uma abordagem abrangente**. 2ª edição. São Paulo: Atlas, 1990.

PMI (Project Management Institute). **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos - Guia PMBOK**. 4ª edição. EUA: Project Management Institute, 2008.

QI MACROS. **Cusum and EWMA Charts for detecting small shifts in process**. Disponível em: <<http://www.qimacros.com/free-excel-tips/cusum-ewma-charts.html>>. Acesso em: 20 de nov. 2011.

SAMOHYL, Robert. **Gestão da Qualidade: Teoria e Casos**. São Paulo: Elsevier/Campus, 2005.

SAS 9.193 Service Pack 4. SAS Institute Inc., Cary, NC 27513, USA.

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção: do ponto de vista da engenharia de produção**. 2ª Edição, Porto Alegre: Artmed, 1996.

SOARES, Valentina de Lourdes Milani de Paula. **Aplicação e Implantação do Controle Estatístico de Processo em Pintura Industrial**. 2003. 114f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003. Disponível em: <[http://www.qualimetria.ufsc.br/dissertacoes\\_arquivos/valentina.pdf](http://www.qualimetria.ufsc.br/dissertacoes_arquivos/valentina.pdf)>. Acesso em: 20 de nov. 2011.

URURAHY, Sylvio C. **Manual de Controle de Qualidade na Indústria Mecânica**. São Paulo: Editora CNI, 1984.

VIEIRA, Sônia. **Estatística para a qualidade: como avaliar com precisão a qualidade em produtos e serviços**. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

WERKEMA, Maria. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Belo Horizonte: Editora FCO, 1995.

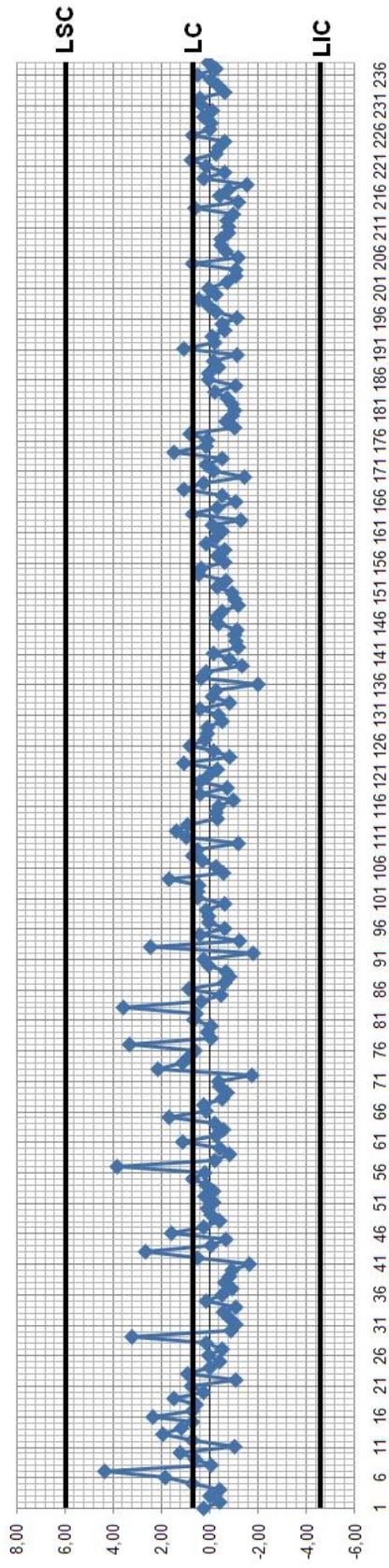
ANEXOS

PROCESSO A																		
Alinhamento de Volante																		
MMEP				Shewhart				Funcional										
mmep inicial	z0	0,0000		LSC	5,9606			LS Eng	3,000									
alvo do processo	μ0	0,0000		LC	0,6960			LI Eng	-3,000									
constante de suavizaç	λ	0,4		LIC	-4,5686													
largura dos limites	L	3		σ	1,7549													
desvio padrão	σ1	1,1361																
desvio padrão	σ2	2,4252																
desvio padrão	σ3	1,4316																
N.	Medição 1	Medição 2	Medição 3	Média	Amplitude	MMEP									SHEWHART			
						MMEP 1	MMEP 2	MMEP 3	LC	LSC 1	LIC1	LSC 2	LIC 2	LSC3	LIC 3	LIC	LC	LSC
						Alvo do processo -> 0,000												
1	2,100	-0,900	-0,400	0,27	3,00	0,84	-0,36	-0,16	0,00	1,36	-1,36	2,91	-2,91	1,72	-1,72	-4,57	0,70	5,96
2	-0,900	-0,700	0,400	-0,40	1,30	0,14	-0,50	0,06	0,00	1,59	-1,59	3,39	-3,39	2,00	-2,00	-4,57	0,70	5,96
3	0,700	-0,700	0,000	0,00	1,40	0,37	-0,58	0,04	0,00	1,66	-1,66	3,55	-3,55	2,10	-2,10	-4,57	0,70	5,96
4	1,100	-1,100	-1,300	-0,43	2,40	0,66	-0,79	-0,50	0,00	1,69	-1,69	3,61	-3,61	2,13	-2,13	-4,57	0,70	5,96
5	-1,000	0,300	2,900	0,73	3,90	0,00	-0,35	0,86	0,00	1,70	-1,70	3,63	-3,63	2,14	-2,14	-4,57	0,70	5,96
6	2,100	2,400	1,100	1,87	1,30	0,84	0,75	0,96	0,00	1,70	-1,70	3,63	-3,63	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
7	0,400	8,200	4,500	4,37	7,80	0,66	3,73	2,37	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
8	0,000	-1,800	1,700	-0,03	3,50	0,40	1,52	2,10	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
9	0,000	0,600	1,300	0,63	1,30	0,24	1,15	1,78	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
10	2,300	-0,200	1,600	1,23	2,50	1,06	0,61	1,71	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
11	-0,500	-1,600	-0,900	-1,00	1,10	0,44	-0,27	0,67	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
12	0,000	0,100	2,100	0,73	2,10	0,26	-0,12	1,24	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
13	-0,500	5,100	1,300	1,97	5,60	-0,04	1,97	1,28	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
14	0,100	0,400	3,000	1,17	2,90	0,01	1,34	1,96	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
15	0,000	1,000	1,200	0,73	1,20	0,01	1,20	1,65	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
16	1,100	5,100	0,800	2,33	4,30	0,45	2,76	1,31	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
17	-0,200	0,900	1,500	0,73	1,70	0,19	2,02	1,39	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
18	-1,100	1,900	0,900	0,57	3,00	-0,33	1,97	1,19	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
19	-0,500	2,000	3,000	1,50	3,50	-0,40	1,98	1,92	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
20	0,800	0,300	-0,300	0,27	1,10	0,08	1,31	1,03	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
21	0,100	1,100	1,100	0,77	1,00	0,09	1,23	1,06	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
22	-0,700	-2,700	0,100	-1,10	2,80	-0,23	-0,34	0,67	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
23	3,400	0,900	-1,600	0,90	5,00	1,22	0,15	-0,24	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
24	-0,100	-1,100	1,200	0,00	2,30	0,69	-0,35	0,34	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
25	-0,300	-0,800	-0,100	-0,40	0,70	0,30	-0,53	0,16	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
26	1,000	-0,300	-0,500	0,07	1,50	0,58	-0,44	-0,10	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
27	-0,400	0,000	-1,100	-0,50	1,10	0,19	-0,28	-0,50	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
28	0,300	-0,200	0,300	0,13	0,50	0,23	-0,24	-0,18	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
29	10,500	0,200	-1,000	3,23	11,50	4,34	-0,06	-0,51	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
30	0,700	-0,800	-2,500	-0,87	3,20	2,88	-0,36	-1,31	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
31	-0,700	-0,700	-1,800	-1,07	1,10	1,45	-0,49	-1,50	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
32	-0,500	-0,500	-1,400	-0,80	0,90	0,67	-0,50	-1,46	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
33	0,000	-0,900	-0,800	-0,57	0,90	0,40	-0,66	-1,20	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
34	-1,200	-0,500	-1,500	-1,07	1,00	-0,24	-0,59	-1,32	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
35	-2,100	1,600	0,900	0,13	3,70	-0,98	0,28	-0,43	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
36	-0,900	-1,100	0,500	-0,50	1,60	-0,95	-0,27	-0,06	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
37	-2,300	-0,700	0,300	-0,90	2,60	-1,49	-0,44	0,08	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
38	-0,800	0,000	-1,100	-0,63	1,10	-1,21	-0,27	-0,39	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
39	0,700	-1,200	-1,900	-0,80	2,60	-0,45	-0,64	-0,99	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
40	0,200	-2,100	-0,900	-0,93	2,30	-0,19	-1,22	-0,96	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
41	-2,100	-1,200	-1,600	-1,63	0,90	-0,95	-1,21	-1,21	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
42	1,600	0,700	-0,800	0,50	2,40	0,07	-0,45	-1,05	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
43	-0,400	-0,500	8,900	2,67	9,40	-0,12	-0,47	2,93	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
44	-0,300	0,000	0,100	-0,07	0,40	-0,19	-0,28	1,80	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
45	-0,600	-0,600	-0,800	-0,67	0,20	-0,35	-0,41	0,76	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
46	0,500	1,000	3,200	1,57	2,70	-0,01	0,15	1,74	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
47	0,200	0,000	0,600	0,27	0,60	0,07	0,09	1,28	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
48	-0,200	0,100	-1,200	-0,43	1,30	-0,04	0,10	0,29	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
49	0,000	-0,300	0,200	-0,03	0,50	-0,02	-0,06	0,25	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
50	0,600	0,800	-1,100	0,10	1,90	0,23	0,28	-0,29	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
51	0,800	0,100	-1,400	-0,17	2,20	0,46	0,21	-0,73	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
52	-0,800	-0,300	1,700	0,20	2,50	-0,05	0,01	0,24	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
53	-1,200	-0,100	0,900	-0,13	2,10	-0,51	-0,04	0,50	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
54	-0,700	-0,300	1,400	0,13	2,10	-0,58	-0,14	0,86	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
55	1,100	0,400	0,600	0,70	0,70	0,09	0,07	0,76	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
56	0,600	0,300	-0,300	0,20	0,90	0,29	0,16	0,33	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
57	2,100	0,700	8,700	3,83	8,00	1,02	0,38	3,68	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
58	-1,100	1,100	-0,600	-0,20	2,20	0,17	0,67	1,97	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
59	-0,800	-0,600	-1,100	-0,83	0,50	-0,22	0,16	0,74	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
60	0,200	-1,200	-0,300	-0,43	1,40	-0,05	-0,38	0,32	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
61	1,400	1,400	0,600	1,13	0,80	0,53	0,33	0,43	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
62	-0,200	-0,400	-0,100	-0,23	0,30	0,24	0,04	0,22	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
63	-0,900	-0,900	0,100	-0,57	1,00	-0,22	-0,34	0,17	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
64	-1,000	-0,400	0,800	-0,20	1,80	-0,53	-0,36	0,42	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
65	2,000	2,100	0,900	1,67	1,20	0,48	0,62	0,61	0,00	1,70	-1,70	3,64						

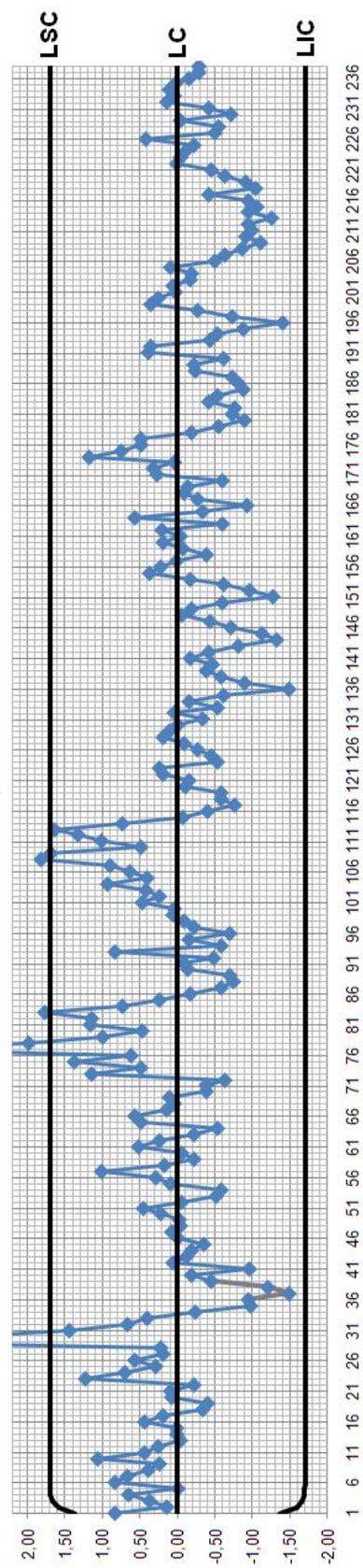
N.	Medição 1	Medição 2	Medição 3	Média	Amplitude	MMEP									SHEWHART			
						MMEP 1	MMEP 2	MMEP 3	LC	LSC 1	LIC 1	LSC 2	LIC 2	LSC 3	LIC 3	LIC	LC	LSC
						0,000												
				Alvo do processo ->		0,57	0,09	0,57	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
66	0,700	-0,700	0,500	0,17	1,40	0,14	0,50	0,42	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
67	-0,500	1,100	0,200	0,27	1,60	0,04	0,14	-0,15	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
68	-0,100	-0,400	-1,000	-0,50	0,90	0,11	-0,69	-0,29	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
69	0,200	-1,900	-0,500	-0,73	2,10	-0,38	-0,33	-0,33	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
70	-1,100	0,200	-0,400	-0,43	1,30	-0,39	-0,56	-0,12	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
71	-0,400	-0,900	0,200	-0,37	1,10	-0,63	-1,21	-0,87	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
72	-1,000	-2,200	-2,000	-1,73	1,20	1,14	-0,49	0,32	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
73	3,800	0,600	2,100	2,17	3,20	0,48	-0,57	2,03	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
74	-0,500	-0,700	4,600	1,13	5,30	1,37	-1,90	2,74	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
75	2,700	-3,900	3,800	0,87	7,70	0,62	-1,02	2,44	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
76	-0,500	0,300	2,000	0,60	2,50	3,97	-0,57	1,79	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
77	9,000	0,100	0,800	3,30	8,90	1,98	-0,02	1,11	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
78	-1,000	0,800	0,100	-0,03	1,80	0,99	0,07	0,91	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
79	-0,500	0,200	0,600	0,10	1,10	0,47	0,16	0,46	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
80	-0,300	0,300	-0,200	-0,07	0,60	1,16	-0,06	0,36	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
81	2,200	-0,400	0,200	0,67	2,60	1,14	-0,36	0,78	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
82	1,100	-0,800	1,400	0,57	2,20	1,76	0,98	2,51	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
83	2,700	3,000	5,100	3,60	2,40	0,74	0,71	2,14	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
84	-0,800	0,300	1,600	0,37	2,40	0,24	0,43	0,93	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
85	-0,500	0,000	-0,900	-0,47	0,90	-0,17	0,62	1,56	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
86	-0,800	0,900	2,500	0,87	3,30	-0,58	0,09	0,97	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
87	-1,200	-0,700	0,100	-0,60	1,30	-0,75	-0,07	0,14	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
88	-1,000	-0,300	-1,100	-0,80	0,80	-0,69	-0,16	-0,35	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
89	-0,600	-0,300	-1,100	-0,67	0,80	-0,13	0,14	-0,65	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
90	0,700	0,600	-1,100	0,07	1,80	0,08	0,41	0,39	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
91	0,000	0,800	0,000	0,27	0,80	-0,49	-0,36	-1,31	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
92	-1,100	-1,500	-2,700	-1,77	1,60	0,83	0,59	0,21	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
93	2,800	2,000	2,500	2,43	0,80	-0,58	0,35	-0,27	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
94	-2,700	0,000	-1,000	-1,23	2,70	-0,15	0,25	0,08	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
95	0,500	0,100	0,600	0,40	0,50	-0,69	-0,33	0,41	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
96	-1,500	-1,200	0,900	-0,60	2,40	-0,21	-0,20	0,12	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
97	0,500	0,000	-0,300	0,07	0,80	-0,09	-0,40	0,35	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
98	0,100	-0,700	0,700	0,03	1,40	0,07	-0,20	0,21	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
99	0,300	0,100	0,000	0,13	0,30	0,04	-0,36	-0,39	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
100	0,000	-0,600	-1,300	-0,63	1,30	0,46	-0,42	0,12	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
101	1,100	-0,500	0,900	0,50	1,60	0,24	-0,05	0,55	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
102	-0,100	0,500	1,200	0,53	1,30	0,42	0,41	0,17	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
103	0,700	1,100	-0,400	0,47	1,50	0,93	1,17	0,50	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
104	1,700	2,300	1,000	1,67	1,30	0,40	0,34	0,14	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
105	-0,400	-0,900	-0,400	-0,57	0,50	0,64	-0,04	-0,35	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
106	1,000	-0,600	-1,100	-0,23	2,10	0,90	-0,10	-0,29	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
107	1,300	-0,200	-0,200	0,30	1,50	1,82	-0,50	-0,18	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
108	3,200	-1,100	0,000	0,70	4,30	1,69	-0,46	0,05	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
109	1,500	-0,400	0,400	0,50	1,90	0,50	-0,80	-0,37	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
110	-1,300	-1,300	-1,000	-1,20	0,30	1,02	0,00	-0,26	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
111	1,800	1,200	-0,100	0,97	1,90	1,33	0,68	0,12	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
112	1,800	1,700	0,700	1,40	1,10	1,64	0,73	-0,01	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
113	2,100	0,800	-0,200	0,90	2,30	0,74	0,16	0,16	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
114	-0,600	-0,700	0,400	-0,30	1,10	-0,07	0,21	0,21	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
115	-1,300	0,300	0,300	-0,23	1,60	-0,40	0,09	0,09	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
116	-0,900	-0,100	-0,100	-0,37	0,80	-0,76	-0,59	0,05	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
117	-1,300	-1,600	0,000	-0,97	1,60	-0,58	0,13	0,19	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
118	-0,300	1,200	0,400	0,43	1,50	-0,59	-0,64	0,24	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
119	-0,600	-1,800	0,300	-0,70	2,10	-0,11	-0,55	0,58	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
120	0,600	-0,400	1,100	0,43	1,50	-0,15	-0,41	0,55	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
121	-0,200	-0,200	0,500	0,03	0,70	0,19	-0,36	-0,19	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
122	0,700	-0,300	-1,300	-0,30	2,00	0,24	0,10	0,73	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
123	0,300	0,800	2,100	1,07	1,80	-0,54	0,06	0,12	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
124	-1,700	0,000	-0,800	-0,83	1,70	-0,44	0,04	0,03	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96
125	-0,300	0,000	-0,100	-0,13	0,30	-0,27	0,22	0,78	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,				

N.	Medição 1	Medição 2	Medição 3	Média	Amplitude	MMEP									SHEWHART				
						MMEP 1	MMEP 2	MMEP 3	LC	LSC 1	LIC1	LSC 2	LIC 2	LSC3	LIC 3	LIC	LC	LSC	
						0,000													
				Alvo do processo ->															
151	-2,300	0,600	-1,100	-0,93	2,90	-1,28	-0,54	-0,91	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
152	-0,500	-0,500	0,100	-0,30	0,60	-0,97	-0,52	-0,50	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
153	-0,100	-1,200	-0,700	-0,67	1,10	-0,62	-0,79	-0,58	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
154	0,500	0,400	0,500	0,47	0,10	-0,17	-0,32	-0,15	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
155	1,200	-0,200	0,100	0,37	1,40	0,38	-0,27	-0,05	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
156	0,000	-1,100	-0,800	-0,63	1,10	0,23	-0,60	-0,35	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
157	-0,300	0,000	-0,600	-0,30	0,60	0,02	-0,36	-0,45	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
158	-1,000	-1,100	0,200	-0,63	1,30	-0,39	-0,66	-0,19	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
159	0,400	-0,600	0,600	0,13	1,20	-0,07	-0,65	-0,13	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
160	0,600	-1,900	0,500	-0,27	2,50	0,20	-1,14	0,28	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
161	-0,400	-0,200	-1,000	-0,53	0,80	-0,04	-0,76	-0,23	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
162	0,600	-0,500	-0,400	-0,10	1,10	0,21	-0,66	-0,30	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
163	-1,800	-0,900	-1,100	-1,27	0,90	-0,59	-0,76	-0,62	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
164	2,300	-0,300	0,100	0,70	2,60	0,57	-0,57	-0,33	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
165	-1,700	0,400	0,400	-0,30	2,10	-0,34	-0,18	-0,04	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
166	-1,800	-0,300	-1,100	-1,07	1,50	-0,92	-0,23	-0,46	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
167	0,700	0,000	-2,200	-0,50	2,90	-0,27	-0,14	-1,16	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
168	0,200	1,000	2,000	1,07	1,80	-0,08	0,32	0,11	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
169	-0,200	1,200	-0,300	0,23	1,50	-0,13	0,67	-0,06	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
170	-1,300	-1,800	-1,200	-1,43	0,60	-0,60	-0,32	-0,51	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
171	1,600	-1,800	-0,300	-0,17	3,40	0,28	-0,91	-0,43	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
172	0,400	0,500	-0,400	0,17	0,90	0,33	-0,35	-0,42	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
173	-0,400	-0,100	-1,000	-0,50	0,90	0,04	-0,25	-0,65	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
174	2,900	0,900	0,700	1,50	2,20	1,18	0,21	-0,11	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
175	0,100	1,300	-0,900	0,17	2,20	0,75	0,65	-0,43	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
176	0,100	0,100	0,100	0,10	0,00	0,49	0,43	-0,22	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
177	0,500	0,600	1,300	0,80	0,80	0,49	0,50	0,39	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
178	-1,200	-1,500	-0,300	-1,00	1,20	-0,18	-0,30	0,11	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
179	-1,100	-0,500	-0,400	-0,67	0,70	-0,55	-0,38	-0,09	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
180	-1,400	0,500	-1,800	-0,90	2,30	-0,89	-0,03	-0,77	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
181	-0,500	-1,200	-1,300	-1,00	0,80	-0,73	-0,50	-0,98	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
182	-0,800	-0,700	-1,200	-0,90	0,50	-0,76	-0,58	-1,07	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
183	0,100	-1,400	-0,900	-0,73	1,50	-0,42	-0,91	-1,00	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
184	-0,700	-0,100	0,200	-0,20	0,90	-0,53	-0,58	-0,52	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
185	-1,400	0,200	-2,000	-1,07	2,20	-0,88	-0,27	-1,11	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
186	-0,700	1,400	-0,600	0,03	2,10	-0,81	0,40	-0,91	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
187	-0,600	0,800	-0,100	0,03	1,40	-0,72	0,56	-0,58	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
188	0,500	-0,700	-0,800	-0,33	1,30	-0,23	0,06	-0,67	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
189	-0,200	0,500	-0,700	-0,13	1,20	-0,22	0,23	-0,68	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
190	-1,200	-1,600	-0,600	-1,13	1,00	-0,61	-0,50	-0,65	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
191	1,900	0,800	0,500	1,07	1,40	0,39	0,02	-0,19	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
192	0,300	-0,900	0,000	-0,20	1,20	0,36	-0,35	-0,11	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
193	-1,600	1,000	0,300	-0,10	2,60	-0,43	0,19	0,05	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
194	-0,700	-0,500	-0,600	-0,60	0,20	-0,54	-0,09	-0,21	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
195	-1,400	0,800	-0,900	-0,50	2,20	-0,88	0,27	-0,49	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
196	-2,200	-0,100	-1,100	-1,13	2,10	-1,41	0,12	-0,73	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
197	0,300	-0,800	-0,300	-0,27	1,10	-0,73	-0,21	-0,56	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
198	0,400	-0,200	0,000	0,07	0,60	-0,28	-0,23	-0,34	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
199	1,300	0,700	-0,600	0,47	1,90	0,35	0,14	-0,44	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
200	0,100	-0,300	-0,600	-0,27	0,70	0,25	-0,03	-0,50	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
201	-0,300	0,000	0,500	0,07	0,80	0,03	-0,02	-0,10	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
202	0,100	-1,300	-1,000	-0,73	1,40	0,06	-0,53	-0,46	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
203	-0,500	-0,600	-2,100	-1,07	1,60	-0,16	-0,56	-1,12	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
204	-0,200	-1,100	-1,900	-1,07	1,70	-0,18	-0,78	-1,43	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
205	0,500	0,800	0,800	0,70	0,30	0,09	-0,15	-0,54	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
206	-1,400	-1,800	-0,300	-1,17	1,50	-0,50	-0,81	-0,44	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
207	-0,800	-1,400	0,200	-0,67	1,60	-0,62	-1,04	-0,19	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
208	-1,200	-0,600	0,400	-0,47	1,60	-0,85	-0,87	0,05	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
209	-1,500	0,500	-0,400	-0,47	2,00	-1,11	-0,32	-0,13	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
210	-0,600	-0,700	-1,000	-0,77	0,40	-0,91	-0,47	-0,48	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
211	-1,100	-0,900	-0,300	-0,77	0,80	-0,98	-0,64	-0,41	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
212	-0,900	-1,500	0,200	-0,73	1,70	-0,95	-0,99	-0,16	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
213	-1,700	-0,300	-0,900	-0,97	1,40	-1,25	-0,71	-0,46	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
214	-0,500	-0,300	2,700	0,63	3,20	-0,95	-0,55	0,80	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
215	-1,200	-0,900	-1,500	-1,20	0,60	-1,05	-0,69	-0,12	0,00	1,70	-1,70	3,64	-3,64	2,15	-2,15	-4,57	0,70	5,96	
216	-0,800	-1,100	0,600	-0,43	1,70	-0,95	-0,85	0,1											

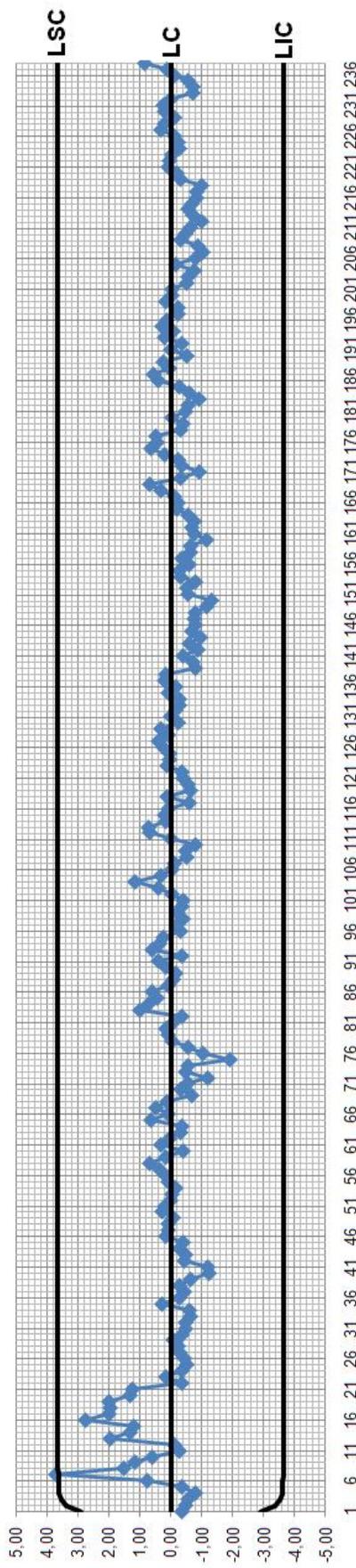
Carta de Controle de Shewhart, com 3 amostras - Processo A



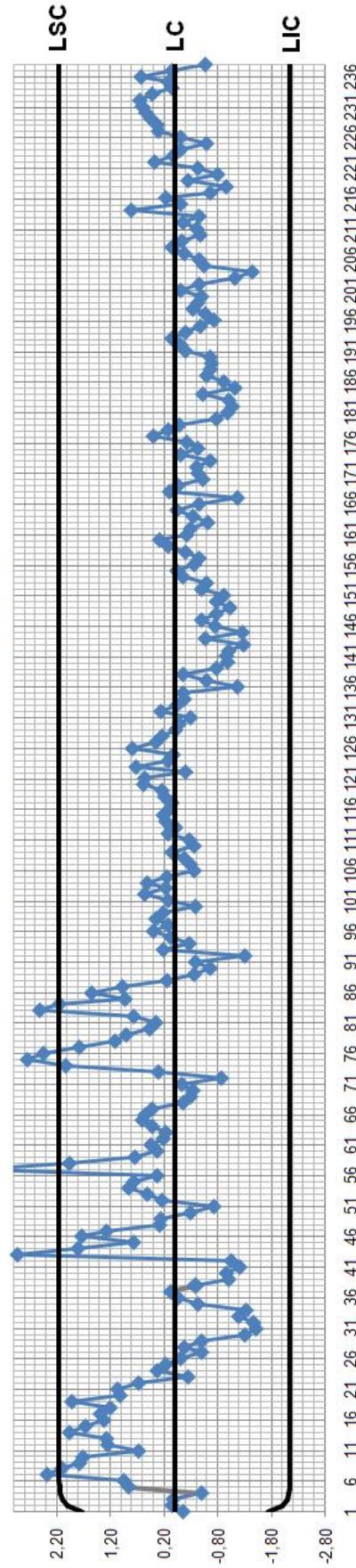
Carta de Controle de MMEP, amostra 1 - Processo A



Carta de Controle de MMEP, amostra 2 - Processo A



Carta de Controle de MMEP, amostra 3 - Processo A



## PROCESSO B

### Fixamento do suporte da caixa de Câmbio

MMEP		
mmap inicial	z0	180,0
alvo do processo	μ0	180,0
constante de suaviza	λ	0,4
largura dos limites	L	3
desvio padrão	σ1	4,0073
desvio padrão	σ2	4,7969
desvio padrão	σ3	4,3366

Shewhart	
LSC	190,9611
LC	177,9757
LIC	164,9903
σ	4,3285

Funcional	
LS Eng	#####
LI Eng	#####

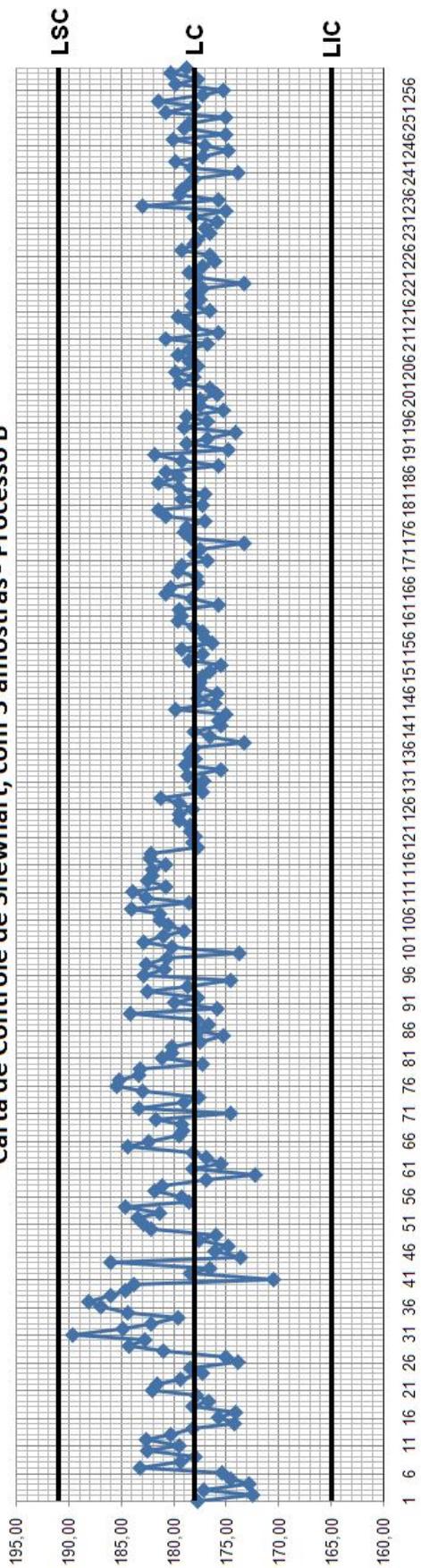
N.	amostra			Média	Amplitude	MMEP									SHEWHART			
	1	2	3			MMEP 1	MMEP 2	MMEP 3	LC	LSC 1	LIC1	LSC 2	LIC 2	LSC3	LIC 3	LIC	LC	LSC
	Alvo do processo ->					180,000												
1	177,900	175,300	180,000	177,73	4,70	179,16	178,12	180,00	180,00	184,81	175,19	185,76	174,24	185,20	174,80	164,99	177,98	190,96
2	174,900	170,000	172,400	172,43	4,90	177,46	174,87	176,96	180,00	185,61	174,39	186,71	173,29	186,07	173,93	164,99	177,98	190,96
3	177,100	172,400	182,100	177,20	9,70	177,31	173,88	179,02	180,00	185,87	174,13	187,03	172,97	186,35	173,65	164,99	177,98	190,96
4	174,200	173,400	171,000	172,87	3,20	176,07	173,69	175,81	180,00	185,96	174,04	187,13	172,87	186,45	173,55	164,99	177,98	190,96
5	170,400	180,600	172,800	174,60	10,20	173,80	176,45	174,61	180,00	185,99	174,01	187,17	172,83	186,49	173,51	164,99	177,98	190,96
6	172,100	173,800	180,400	175,43	8,30	173,12	175,39	176,92	180,00	186,00	174,00	187,19	172,81	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
7	177,000	185,300	187,200	183,17	10,20	174,67	179,36	181,03	180,00	186,01	173,99	187,19	172,81	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
8	180,300	175,200	182,700	179,40	7,50	176,92	177,69	181,70	180,00	186,01	173,99	187,19	172,81	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
9	174,500	184,900	174,500	177,97	10,40	175,95	180,58	178,82	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
10	181,400	184,600	181,600	182,53	3,20	178,13	182,19	179,93	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
11	179,900	181,200	177,400	179,50	3,80	178,84	181,79	178,92	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
12	181,900	187,600	178,380	182,63	9,22	180,06	184,11	178,70	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
13	184,600	179,100	177,200	180,30	7,40	181,88	182,11	178,10	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
14	182,100	175,900	176,500	178,17	6,20	181,97	179,63	177,46	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
15	173,100	177,200	172,400	174,23	4,80	178,42	178,66	175,44	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
16	176,200	171,600	179,500	175,77	7,90	177,50	175,93	177,06	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
17	172,200	178,800	171,200	174,07	7,60	175,40	177,02	174,72	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
18	178,600	179,700	176,400	178,23	3,30	176,68	178,09	175,39	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
19	175,400	176,800	178,000	176,73	2,60	176,17	177,58	176,43	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
20	180,000	176,700	176,800	177,83	3,30	177,70	177,23	176,58	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
21	183,300	179,900	183,000	182,07	3,40	179,94	178,30	179,15	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
22	178,000	185,700	180,900	181,53	7,70	179,16	181,26	179,85	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
23	179,000	182,000	177,100	179,37	4,90	179,10	181,55	178,75	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
24	180,500	176,500	174,700	177,23	5,80	179,66	179,53	177,13	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
25	179,100	174,100	182,000	178,40	7,90	179,44	177,36	179,08	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
26	172,200	176,800	172,700	173,90	4,60	176,54	177,14	176,53	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
27	173,800	176,100	175,400	175,10	2,30	175,44	176,72	176,08	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
28	177,000	183,400	182,600	181,00	6,40	176,07	179,39	178,69	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
29	179,100	187,900	185,800	184,27	8,80	177,28	182,80	181,53	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
30	183,400	183,800	181,100	182,77	2,70	179,73	183,20	181,36	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
31	186,000	192,700	190,100	189,60	6,70	182,24	187,00	184,86	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
32	182,100	184,700	187,700	184,83	5,60	182,18	186,08	185,99	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
33	184,500	177,400	184,700	182,20	7,30	183,11	182,61	185,48	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
34	177,500	181,500	179,800	179,60	4,00	180,87	182,16	183,21	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
35	185,800	181,200	186,000	184,33	4,80	182,84	181,78	184,32	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
36	187,100	185,400	188,400	186,97	3,00	184,54	183,23	185,95	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
37	187,200	188,500	188,500	188,07	1,30	185,61	185,34	186,97	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
38	186,300	184,200	187,600	186,03	3,40	185,88	184,88	187,22	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
39	179,300	186,700	188,000	184,67	8,70	183,25	185,61	187,53	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
40	186,300	183,700	181,300	183,77	5,00	184,47	184,85	185,04	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
41	171,900	171,300	168,400	170,53	3,50	179,44	179,43	178,38	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
42	176,900	180,000	178,400	178,43	3,10	178,43	179,66	178,39	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
43	174,900	173,600	181,300	176,60	7,70	177,02	177,23	179,55	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
44	187,100	187,900	183,100	186,03	4,80	181,05	181,50	180,97	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
45	170,600	179,100	171,400	173,70	8,50	176,87	180,54	177,14	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
46	177,800	175,000	175,500	176,10	2,80	177,24	178,32	176,49	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
47	175,100	173,200	176,200	174,83	3,00	176,39	176,27	176,37	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
48	175,600	182,600	174,600	177,60	8,00	176,07	178,80	175,66	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
49	174,100	176,300	177,600	176,00	3,50	175,28	177,80	176,44	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
50	181,400	180,500	184,500	182,13	4,00	177,73	178,88	179,66	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
51	183,200	186,500	179,000	182,90	7,50	179,92	181,93	179,40	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
52	184,500	181,500	184,200	183,40	3,00	181,75	181,76	181,32	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
53	182,600	183,500	177,900	181,33	5,60	182,09	182,45	179,95	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
54	184,000	183,900	185,900	184,60	2,00	182,85	183,03	182,33	180,00	186,01	173,99	187,20	172,8					

N.	amostra 1	amostra 2	amostra 3	Média	Amplitude	MMEP						SHEWHART						
						MMEP 1	MMEP 2	MMEP 3	LC	LSC 1	LIC 1	LSC 2	LIC 2	LSC3	LIC 3	LIC	LC	LSC
76	185,300	183,500	187,500	185,43	4,00	182,61	181,62	183,30	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
77	187,000	188,100	180,400	185,17	7,70	184,37	184,21	182,14	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
78	184,200	179,600	186,200	183,33	6,60	184,30	182,37	183,76	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
79	183,900	186,000	179,800	183,23	6,20	184,14	183,82	182,18	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
80	178,300	176,300	177,200	177,27	2,00	181,60	180,81	180,19	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
81	180,010	183,700	179,500	181,07	4,20	181,09	181,97	179,91	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
82	182,600	179,300	178,600	180,17	4,00	181,69	180,90	179,39	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
83	177,900	180,600	181,900	180,13	4,00	180,18	180,78	180,39	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
84	177,400	178,000	177,000	177,47	1,00	179,07	179,67	179,04	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
85	170,000	178,600	177,300	175,30	8,60	175,44	179,24	178,34	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
86	176,700	178,600	177,600	177,63	1,90	175,94	178,98	178,04	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
87	176,000	178,000	176,000	176,67	2,00	175,97	178,59	177,23	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
88	178,000	178,900	176,600	177,83	2,30	176,78	178,71	176,98	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
89	185,000	184,000	183,300	184,10	1,70	180,07	180,83	179,51	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
90	174,600	173,800	179,100	175,83	5,30	177,88	178,02	179,34	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
91	176,900	179,200	183,600	179,90	6,70	177,49	178,49	181,05	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
92	177,300	178,000	178,000	177,77	0,70	177,41	178,29	179,83	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
93	181,400	182,500	183,700	182,53	2,30	179,01	179,98	181,38	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
94	176,000	179,000	181,000	178,67	5,00	177,80	179,59	181,23	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
95	172,000	177,800	174,000	174,60	5,80	175,48	178,87	178,34	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
96	179,400	185,600	183,500	182,83	6,20	177,05	181,56	180,40	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
97	183,200	181,800	177,600	180,87	5,60	179,51	181,66	179,28	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
98	184,800	178,800	184,200	182,60	6,00	181,63	180,51	181,25	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
99	179,000	181,000	181,900	180,63	2,90	180,58	180,71	181,51	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
100	175,000	172,300	174,000	173,77	2,70	178,35	177,35	178,51	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
101	181,800	176,400	182,400	180,20	6,00	179,73	176,97	180,06	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
102	182,700	182,700	183,200	182,87	0,50	180,92	179,26	181,32	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
103	184,100	180,100	178,900	181,03	5,20	182,19	179,60	180,35	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
104	173,700	185,100	178,400	179,07	11,40	178,79	181,80	179,57	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
105	183,000	178,500	180,000	180,50	4,50	180,48	180,48	179,74	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
106	176,900	185,400	181,900	181,40	8,50	179,05	182,45	180,61	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
107	184,200	179,600	180,400	181,40	4,60	181,11	181,31	180,52	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
108	186,000	182,200	184,000	184,07	3,80	183,06	181,66	181,91	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
109	174,100	181,500	180,000	178,53	7,40	179,48	181,60	181,15	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
110	180,300	183,500	184,100	182,63	3,80	179,81	182,36	182,33	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
111	183,100	184,400	184,400	183,97	1,30	181,12	183,18	183,16	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
112	178,550	181,190	182,500	180,75	3,95	180,09	182,38	182,89	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
113	181,190	182,500	183,820	182,50	2,63	180,53	182,43	183,26	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
114	181,190	185,800	179,210	182,07	6,59	180,80	183,78	181,64	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
115	184,480	183,160	178,550	182,06	5,93	182,22	183,53	180,41	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
116	185,800	172,620	183,820	180,75	13,18	183,68	179,17	181,77	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
117	182,500	183,160	181,190	182,28	1,97	183,21	180,76	181,54	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
118	181,270	183,250	181,930	182,15	1,98	182,43	181,76	181,70	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
119	177,320	176,000	179,960	177,76	3,96	180,39	179,45	181,00	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
120	177,320	179,300	177,980	178,20	1,98	179,16	179,39	179,79	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
121	178,640	177,320	177,980	177,98	1,32	178,95	178,56	179,07	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
122	178,640	177,980	178,640	178,42	0,66	178,83	178,33	178,90	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
123	179,300	177,980	177,980	178,42	1,32	179,02	178,19	178,53	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
124	181,270	177,320	179,960	179,52	3,95	179,92	177,84	179,10	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
125	177,320	180,620	180,620	179,52	3,30	178,88	178,95	179,71	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
126	181,270	175,340	177,980	178,20	5,93	179,84	177,51	179,02	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
127	180,620	178,640	179,300	179,52	1,98	180,15	177,96	179,13	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
128	182,590	181,930	179,300	181,27	3,29	181,13	179,55	179,20	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
129	176,000	176,000	179,960	177,32	3,96	179,08	178,13	179,50	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
130	175,340	179,960	178,640	177,98	4,62	177,58	178,98	179,16	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
131	179,960	176,660	174,680	177,10	5,28	178,53	177,98	177,37	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
132	180,620	179,300	176,000	178,64	4,62	179,37	178,51	176,82	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186				

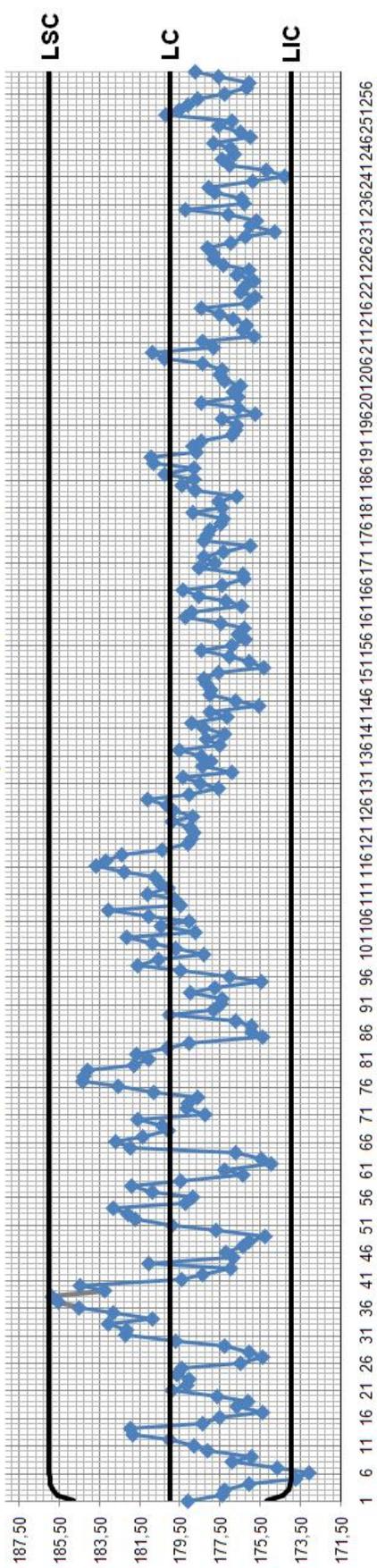
N.	amostra 1	amostra 2	amostra 3	Média	Amplitude	MMEP						SHEWHART						
						MMEP 1	MMEP 2	MMEP 3	LC	LSC 1	LIC 1	LSC 2	LIC 2	LSC3	LIC 3	LIC	LC	LSC
						180,000			Alvo do processo ->									
161	181,850	179,870	175,920	179,21	5,93	179,24	179,36	177,59	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
162	178,550	179,210	180,530	179,43	1,98	178,96	179,30	178,77	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
163	172,620	177,230	177,230	175,69	4,61	176,43	178,47	178,15	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
164	178,550	177,890	178,550	178,33	0,66	177,28	178,24	178,31	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
165	180,530	179,870	181,850	180,75	1,98	178,58	178,89	179,73	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
166	180,530	181,850	178,550	180,31	3,30	179,36	180,07	179,26	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
167	174,600	177,890	180,530	177,67	5,93	177,46	179,20	179,77	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
168	174,600	179,210	179,870	177,89	5,27	176,31	179,20	179,81	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
169	176,570	178,550	183,820	179,65	7,25	176,42	178,94	181,41	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
170	181,850	181,190	174,600	179,21	7,25	178,59	179,84	178,69	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
171	176,570	179,210	174,600	176,79	4,61	177,78	179,59	177,05	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
172	179,210	179,210	175,920	178,11	3,29	178,35	179,44	176,60	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
173	175,920	179,210	177,230	177,45	3,29	177,38	179,35	176,85	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
174	173,940	173,280	172,620	173,28	1,32	176,00	176,92	175,16	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
175	181,850	179,870	173,280	178,33	8,57	178,34	178,10	174,41	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
176	177,890	181,190	177,890	178,99	3,30	178,16	179,34	175,80	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
177	177,890	176,570	181,850	178,77	5,28	178,05	178,23	178,22	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
178	176,570	178,550	177,890	177,01	1,32	177,46	177,57	178,09	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
179	177,230	181,850	183,160	180,75	5,93	177,37	179,28	180,12	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
180	181,190	179,210	183,820	181,41	4,61	179,90	179,25	181,60	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
181	175,260	177,890	178,550	177,23	3,29	177,44	178,71	180,38	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
182	177,890	176,570	183,160	179,21	6,59	177,62	177,85	181,49	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
183	175,260	178,550	177,230	177,01	3,29	176,68	178,13	179,79	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
184	181,850	177,890	178,550	179,43	3,96	178,75	178,03	179,29	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
185	180,530	181,190	182,500	181,41	1,97	179,46	179,30	180,58	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
186	177,890	180,530	179,870	179,43	2,64	178,83	179,79	180,29	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
187	182,500	179,870	179,870	180,75	2,63	180,30	179,82	180,12	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
188	176,570	178,550	171,960	175,69	6,59	178,81	179,31	176,86	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
189	183,820	179,870	173,940	179,21	9,88	180,81	179,54	175,69	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
190	181,190	182,940	181,190	181,77	1,75	180,96	180,90	177,89	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
191	175,260	172,620	176,570	174,82	3,95	178,68	177,59	177,36	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
192	179,210	177,230	179,870	178,77	2,64	178,89	177,44	178,37	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
193	177,890	176,570	175,920	176,79	1,97	178,49	177,09	177,39	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
194	174,600	175,920	171,960	174,16	3,96	176,94	176,62	175,22	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
195	176,570	182,500	177,890	178,99	5,93	176,79	178,97	176,29	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
196	176,570	175,260	178,550	176,79	3,29	176,70	177,49	177,19	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
197	178,550	178,550	179,210	178,77	0,66	177,44	177,91	178,00	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
198	173,280	174,600	177,890	175,26	4,61	175,78	176,59	177,96	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
199	177,890	175,260	179,210	177,45	3,95	176,62	176,06	178,46	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
200	181,190	174,600	176,570	177,45	6,59	178,45	175,47	177,70	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
201	173,940	179,870	173,940	175,92	5,93	176,65	177,23	176,20	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
202	177,230	174,600	177,890	176,57	3,29	176,88	176,18	176,87	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
203	175,920	180,530	181,850	179,43	5,93	176,50	177,92	178,86	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
204	178,550	177,890	177,890	178,11	0,66	177,32	177,91	178,47	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
205	177,890	182,500	179,210	179,87	4,61	177,55	179,74	178,77	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
206	177,230	179,870	175,920	177,67	3,95	177,42	179,79	177,63	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
207	179,870	176,570	179,210	178,55	3,30	178,40	178,50	178,26	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
208	183,160	175,260	180,530	179,65	7,90	180,30	177,21	179,17	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
209	181,850	179,210	174,600	178,55	7,25	180,92	178,01	177,34	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
210	173,280	175,920	181,190	176,80	7,91	177,87	177,17	178,88	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
211	179,210	181,190	181,850	180,75	2,64	178,40	178,78	180,07	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
212	171,960	175,260	179,870	175,70	7,91	175,83	177,37	179,99	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
213	177,230	180,530	176,570	178,11	3,96	176,39	178,64	178,62	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
214	175,920	179,870	180,530	178,77	4,61	176,20	179,13	179,38	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
215	177,890	183,160	177,890	179,65	5,27	176,88	180,74	178,79	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
216	178,550	174,600	176,570	176,57	3,95	177,55	178,28	177,90	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
217	179,870	176,570	178,550	178,33	3,30	178,48	177,60	178,16	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50			

N.	amostra 1	amostra 2	amostra 3	Média	Amplitude	MMEP									SHEWHART			
						MMEP 1	MMEP 2	MMEP 3	LC	LSC 1	LIC 1	LSC 2	LIC 2	LSC 3	LIC 3	LC	LSC	LIC
						180,000												
				Alvo do processo ->														
236	171,960	179,210	175,920	175,70	7,25	176,35	178,35	178,33	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
237	176,570	181,850	179,870	179,43	5,28	176,44	179,75	178,94	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
238	179,870	181,190	176,570	179,21	4,62	177,81	180,33	177,99	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
239	178,550	178,550	178,550	178,55	0,00	178,11	179,62	178,22	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
240	172,620	181,850	179,870	178,11	9,23	175,91	180,51	178,88	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
241	171,960	176,570	173,280	173,94	4,61	174,33	178,93	176,64	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
242	176,570	175,920	182,500	178,33	6,58	175,23	177,73	178,98	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
243	179,870	179,210	180,530	179,87	1,32	177,08	178,32	179,60	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
244	177,890	175,920	177,890	177,23	1,97	177,41	177,36	178,92	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
245	175,920	177,890	170,640	174,82	7,25	176,81	177,57	175,61	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
246	177,230	177,230	176,570	177,01	0,66	176,98	177,44	175,99	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
247	179,210	179,870	181,190	180,09	1,98	177,87	178,41	178,07	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
248	173,280	174,600	177,230	175,04	3,95	176,03	176,89	177,73	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
249	177,230	177,230	182,500	178,99	5,27	176,51	177,02	179,64	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
250	179,210	180,530	175,920	178,55	4,61	177,59	178,43	178,15	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
251	175,920	173,940	175,260	175,04	1,98	176,92	176,63	177,00	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
252	185,140	180,530	176,570	180,75	8,57	180,21	178,19	176,83	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
253	178,550	183,820	171,960	178,11	11,86	179,55	180,44	174,88	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
254	178,550	178,550	187,120	181,41	8,57	179,15	179,69	179,79	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
255	177,890	175,260	178,550	177,23	3,29	178,64	177,92	179,29	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
256	175,260	174,600	175,920	175,26	1,32	177,29	176,59	177,94	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
257	174,600	180,530	184,480	179,87	9,88	176,21	178,17	180,56	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
258	175,920	176,570	180,530	177,67	4,61	176,10	177,53	180,55	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
259	179,870	177,890	183,160	180,31	5,27	177,61	177,67	181,59	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96
260	180,530	177,230	178,550	178,77	3,30	178,78	177,50	180,37	180,00	186,01	173,99	187,20	172,80	186,50	173,50	164,99	177,98	190,96

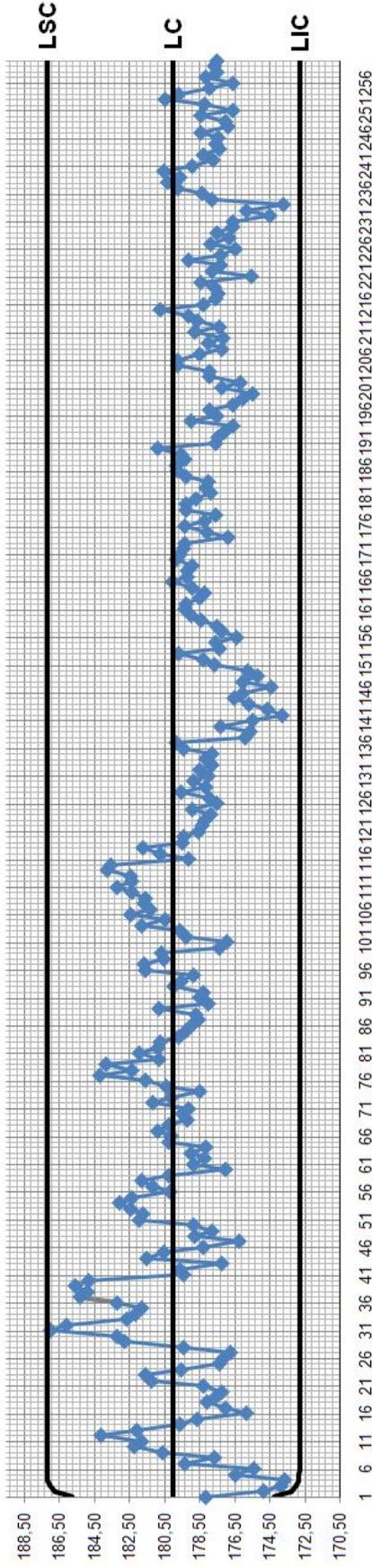
**Carta de Controle de Shewhart, com 3 amostras - Processo B**



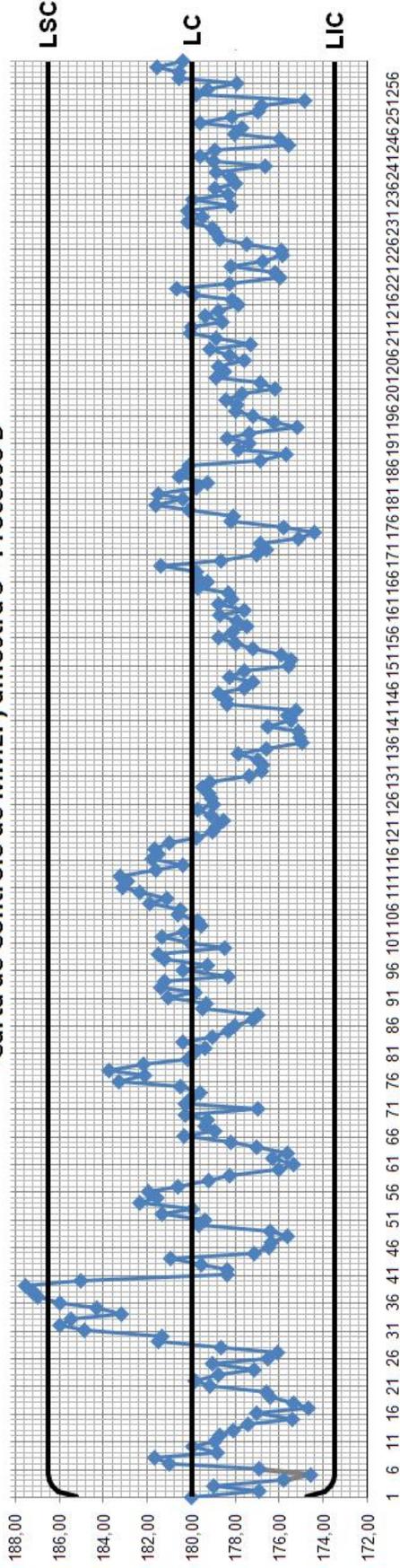
**Carta de Controle de MMEP, amostra 1 - Processo B**



**Carta de Controle de MMEP, amostra 2 - Processo B**



**Carta de Controle de MMEP, amostra 3 - Processo B**



### PROCESSO C Pressão dos pneus

MMEP		
mmp inicial	z0	3,1500
alvo do processo	μ0	3,1500
constante de suavização	λ	0,4
largura dos limites	L	3
desvio padrão	σ1	0,2582
desvio padrão	σ2	0,2601
desvio padrão	σ3	0,2669

Shewhart	
LSC	3,9881
LC	3,2286
LIC	2,4691
σ	0,2532

Funcional	
LS Eng	3,5
LI Eng	2,8

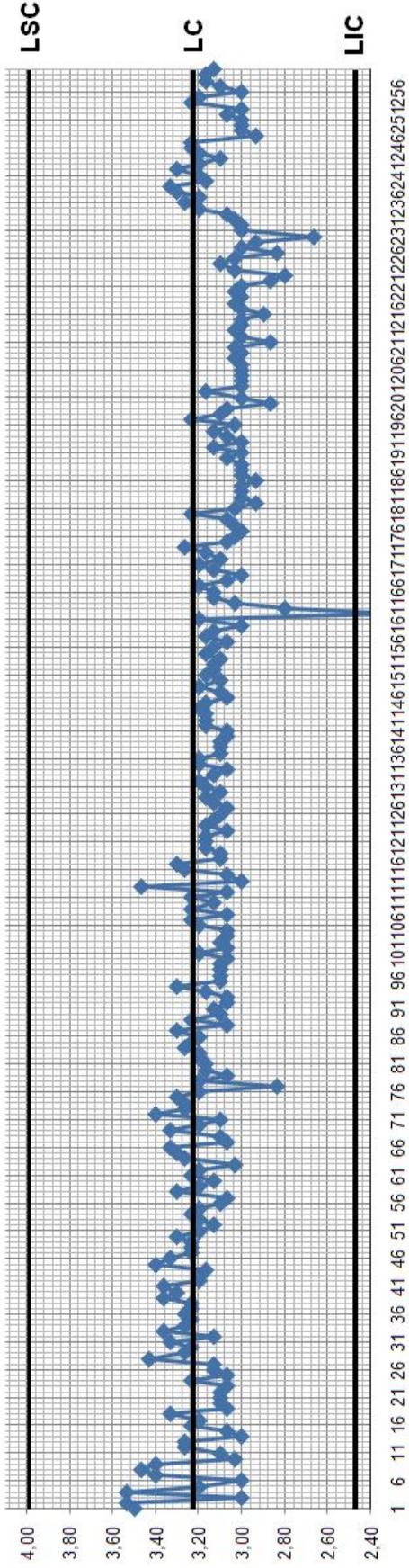
N.	Medição 1	Medição 2	Medição 3	Média	Amplitude	MMEP									SHEWHART			
						MMEP 1	MMEP 2	MMEP 3	LC	LSC 1	LIC1	LSC 2	LIC 2	LSC3	LIC 3	LIC	LC	LSC
						Alvo do processo ->						3,150						
1	3,5	3,5	3,5	3,50	0,00	3,29	3,29	3,29	3,15	3,46	2,84	3,46	2,84	3,47	2,83	2,47	3,23	3,99
2	3,6	3,5	3,5	3,53	0,10	3,41	3,37	3,37	3,15	3,51	2,79	3,51	2,79	3,52	2,78	2,47	3,23	3,99
3	3,0	3,0	3,0	3,00	0,00	3,25	3,22	3,22	3,15	3,53	2,77	3,53	2,77	3,54	2,76	2,47	3,23	3,99
4	3,6	3,5	3,5	3,53	0,10	3,39	3,33	3,33	3,15	3,53	2,77	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
5	3,6	3,0	3,0	3,20	0,60	3,47	3,20	3,20	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
6	3,0	3,0	3,0	3,00	0,00	3,28	3,12	3,12	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
7	3,2	3,5	3,5	3,40	0,30	3,25	3,27	3,27	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
8	3,2	3,6	3,6	3,47	0,40	3,23	3,40	3,40	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
9	3,3	3,3	3,6	3,40	0,30	3,28	3,36	3,40	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
10	3,0	3,0	3,1	3,03	0,10	3,15	3,22	3,33	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
11	3,0	3,1	3,2	3,10	0,20	3,09	3,17	3,28	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
12	3,2	3,3	3,3	3,27	0,10	3,14	3,22	3,29	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
13	3,3	3,3	3,2	3,27	0,10	3,20	3,25	3,25	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
14	3,0	3,0	3,0	3,00	0,00	3,12	3,15	3,15	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
15	3,1	3,1	3,0	3,07	0,10	3,11	3,13	3,09	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
16	3,3	3,3	3,1	3,23	0,20	3,19	3,20	3,09	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
17	3,2	3,2	3,2	3,20	0,00	3,19	3,20	3,14	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
18	3,4	3,3	3,3	3,33	0,10	3,28	3,24	3,20	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
19	3,0	3,1	3,1	3,07	0,10	3,17	3,18	3,16	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
20	3,1	3,1	3,1	3,10	0,00	3,14	3,15	3,14	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
21	3,1	3,1	3,1	3,10	0,00	3,12	3,13	3,12	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
22	3,1	3,1	3,1	3,10	0,00	3,11	3,12	3,11	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
23	3,0	3,1	3,1	3,07	0,10	3,07	3,11	3,11	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
24	3,3	3,0	3,4	3,23	0,40	3,16	3,07	3,22	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
25	3,1	3,0	3,1	3,07	0,10	3,14	3,04	3,17	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
26	3,1	3,1	3,2	3,13	0,10	3,12	3,06	3,16	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
27	3,2	3,1	3,1	3,13	0,10	3,15	3,08	3,15	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
28	3,5	3,5	3,3	3,43	0,20	3,29	3,25	3,21	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
29	3,1	3,5	3,2	3,27	0,40	3,22	3,35	3,21	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
30	3,2	3,2	3,3	3,23	0,10	3,21	3,29	3,24	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
31	3,4	3,3	3,3	3,33	0,10	3,29	3,29	3,27	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
32	3,2	3,1	3,1	3,13	0,10	3,25	3,22	3,20	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
33	3,4	3,4	3,3	3,37	0,10	3,31	3,29	3,24	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
34	3,2	3,2	3,4	3,27	0,20	3,27	3,25	3,30	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
35	3,3	3,2	3,2	3,23	0,10	3,28	3,23	3,26	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
36	3,3	3,2	3,3	3,27	0,10	3,29	3,22	3,28	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
37	3,3	3,2	3,2	3,23	0,10	3,25	3,21	3,26	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
38	3,2	3,2	3,3	3,23	0,10	3,26	3,21	3,27	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
39	3,5	3,3	3,3	3,37	0,20	3,35	3,24	3,28	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
40	3,3	3,3	3,3	3,30	0,00	3,33	3,27	3,29	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
41	3,4	3,4	3,3	3,37	0,10	3,36	3,32	3,29	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
42	3,2	3,2	3,2	3,20	0,00	3,30	3,27	3,26	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
43	3,2	3,2	3,2	3,20	0,00	3,25	3,21	3,23	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
44	3,2	3,2	3,1	3,17	0,10	3,23	3,23	3,18	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
45	3,4	3,4	3,4	3,40	0,00	3,30	3,30	3,27	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
46	3,3	3,4	3,3	3,33	0,10	3,30	3,34	3,28	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
47	3,3	3,3	3,1	3,23	0,20	3,30	3,32	3,21	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
48	3,3	3,2	3,2	3,23	0,10	3,30	3,27	3,21	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
49	3,4	3,2	3,1	3,23	0,30	3,34	3,24	3,16	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
50	3,3	3,3	3,3	3,30	0,00	3,32	3,27	3,22	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
51	3,0	3,2	3,4	3,20	0,40	3,19	3,24	3,29	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
52	3,0	3,2	3,2	3,13	0,20	3,12	3,22	3,25	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
53	3,1	3,1	3,4	3,20	0,30	3,11	3,17	3,31	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
54	3,3	3,2	3,2	3,23	0,10	3,19	3,19	3,27	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
55	3,2	3,2	3,2	3,20	0,00	3,19	3,19	3,24	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
56	3,2	3,1	3,0	3,10	0,20	3,19	3,15	3,14	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
57	3,2	3,0	3,0	3,07	0,20	3,20	3,09	3,09	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
58	3,4	3,3	3,2	3,30	0,20	3,28	3,18	3,13	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
59	3,2	3,1	3,3	3,20	0,20	3,25	3,15	3,20	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
60	3,2	3,3	2,9	3,13	0,40	3,23	3,21	3,08	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
61	3,3	3,2	3,2	3,23	0,10	3,26	3,20	3,13	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
62	3,2	3,2	3,2	3,20	0,00	3,23	3,20	3,16	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
63	3,0	3,0	3,1	3,03	0,10	3,14	3,12	3,13	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
64	3,3	3,3	3,2	3,27	0,10	3,20	3,19	3,16	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
65	3,3	3,3	3,3	3,30	0,00	3,21	3,21	3,21	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
66	3,6	3,2	3,2	3,33	0,40	3,39	3,22	3,21	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
67	3,1	3,0	3,1	3,07	0,10	3,27	3,13	3,17	3,15	3,5								

N.	Medição 1	Medição 2	Medição 3	Média	Amplitude	MMEP									SHEWHART			
						MMEP 1	MMEP 2	MMEP 3	LC	LSC 1	LIC1	LSC 2	LIC 2	LSC3	LIC 3	LIC	LC	LSC
						Alvo do processo -->			3,150									
76	3,2	3,2	3,2	3,20	0,00	3,25	3,24	3,25	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
77	2,8	2,8	2,9	2,83	0,10	3,07	3,07	3,11	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
78	3,2	3,3	3,1	3,20	0,20	3,12	3,16	3,11	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
79	3,0	3,1	3,1	3,07	0,10	3,07	3,14	3,10	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
80	3,1	3,2	3,2	3,17	0,10	3,08	3,16	3,14	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
81	3,1	3,2	3,2	3,17	0,10	3,09	3,18	3,17	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
82	3,2	3,2	3,2	3,20	0,00	3,13	3,19	3,18	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
83	3,2	3,2	3,2	3,20	0,00	3,16	3,19	3,19	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
84	3,4	3,2	3,2	3,27	0,20	3,26	3,20	3,19	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
85	3,2	3,2	3,3	3,23	0,10	3,23	3,20	3,24	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
86	3,4	3,0	3,2	3,20	0,40	3,30	3,12	3,22	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
87	3,2	3,3	3,4	3,30	0,20	3,26	3,19	3,29	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
88	3,1	3,1	3,0	3,07	0,10	3,20	3,15	3,18	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
89	3,4	3,1	3,2	3,23	0,30	3,25	3,15	3,19	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
90	3,2	3,0	3,1	3,10	0,20	3,25	3,08	3,15	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
91	3,2	3,2	3,0	3,13	0,20	3,23	3,13	3,09	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
92	3,1	3,1	3,0	3,07	0,10	3,18	3,12	3,05	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
93	3,0	3,2	3,0	3,07	0,20	3,11	3,15	3,03	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
94	3,1	3,2	3,2	3,17	0,10	3,10	3,17	3,10	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
95	3,3	3,4	3,2	3,30	0,20	3,18	3,26	3,14	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
96	3,1	3,1	3,1	3,10	0,00	3,15	3,20	3,12	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
97	3,1	3,1	3,1	3,10	0,00	3,13	3,16	3,11	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
98	3,100	3,100	3,100	3,10	0,00	3,12	3,13	3,11	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
99	3,100	3,100	3,100	3,10	0,00	3,11	3,12	3,11	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
100	3,100	3,100	3,000	3,07	0,10	3,11	3,11	3,06	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
101	3,100	3,200	3,300	3,20	0,20	3,10	3,15	3,16	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
102	3,100	3,100	3,000	3,07	0,10	3,10	3,13	3,09	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
103	3,200	3,000	3,100	3,10	0,20	3,14	3,08	3,10	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
104	3,100	3,000	3,100	3,07	0,10	3,12	3,05	3,10	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
105	3,100	3,000	3,100	3,07	0,10	3,11	3,03	3,10	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
106	3,100	3,200	3,300	3,20	0,20	3,11	3,10	3,18	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
107	3,400	3,200	3,100	3,23	0,30	3,23	3,14	3,15	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
108	3,000	3,100	3,100	3,07	0,10	3,14	3,12	3,13	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
109	3,200	3,300	3,200	3,23	0,10	3,16	3,19	3,16	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
110	3,100	3,100	3,200	3,13	0,10	3,14	3,16	3,17	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
111	3,200	3,300	3,200	3,23	0,10	3,16	3,21	3,18	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
112	3,000	3,100	3,100	3,07	0,10	3,10	3,17	3,15	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
113	3,200	3,600	3,600	3,47	0,40	3,14	3,34	3,33	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
114	3,000	3,000	3,000	3,00	0,00	3,08	3,20	3,20	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
115	3,000	3,000	3,200	3,07	0,20	3,05	3,12	3,20	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
116	3,300	3,300	3,200	3,27	0,10	3,15	3,19	3,20	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
117	3,300	3,200	3,400	3,30	0,20	3,21	3,20	3,20	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
118	3,100	3,100	3,100	3,10	0,00	3,17	3,16	3,21	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
119	3,2	3,1	3,0	3,10	0,20	3,18	3,13	3,12	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
120	3,3	3,2	3,0	3,17	0,30	3,23	3,16	3,07	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
121	3,2	3,3	3,0	3,17	0,30	3,22	3,22	3,04	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
122	3,2	3,2	3,1	3,17	0,10	3,21	3,21	3,07	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
123	3,1	3,1	3,0	3,07	0,10	3,17	3,17	3,04	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
124	3,2	3,1	3,2	3,17	0,10	3,18	3,14	3,10	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
125	3,100	3,100	3,200	3,13	0,10	3,15	3,12	3,14	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
126	3,100	3,100	3,100	3,10	0,00	3,13	3,11	3,13	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
127	3,100	3,100	3,000	3,07	0,10	3,12	3,11	3,08	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
128	3,200	3,200	3,000	3,13	0,20	3,15	3,15	3,06	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
129	3,100	3,200	3,200	3,17	0,10	3,13	3,17	3,11	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
130	3,000	3,100	3,200	3,10	0,20	3,08	3,14	3,14	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
131	3,000	3,200	3,300	3,17	0,30	3,05	3,16	3,21	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
132	3,100	3,100	3,400	3,20	0,30	3,07	3,14	3,28	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
133	3,100	3,100	3,200	3,13	0,10	3,08	3,12	3,25	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
134	3,000	3,100	3,100	3,07	0,10	3,05	3,11	3,19	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
135	3,100	3,300	3,200	3,20	0,20	3,07	3,19	3,19	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
136	3,100	3,200	3,300	3,20	0,20	3,08	3,19	3,24	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
137	3,100	3,100	3,100	3,10	0,00	3,09	3,16	3,18	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
138	3,100	3,100	3,100	3,10	0,00	3,09	3,13	3,15	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
139	3,100	3,100	3,100	3,10	0,00	3,10	3,12	3,13	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
140	3,000	3,100	3,100	3,07	0,10	3,06	3,11	3,12	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
141	3,100	3,100	3,000	3,07	0,10	3,07	3,11	3,07	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
142	3,000	3,300	3,200	3,17	0,30	3,04	3,18	3,12	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
143	3,100	3,200	3,200	3,17	0,10	3,07	3,19	3,15	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
144	3,100	3,200	3,200	3,17	0,10	3,08	3,19	3,17	3,15	3,54	2,76	3,54						

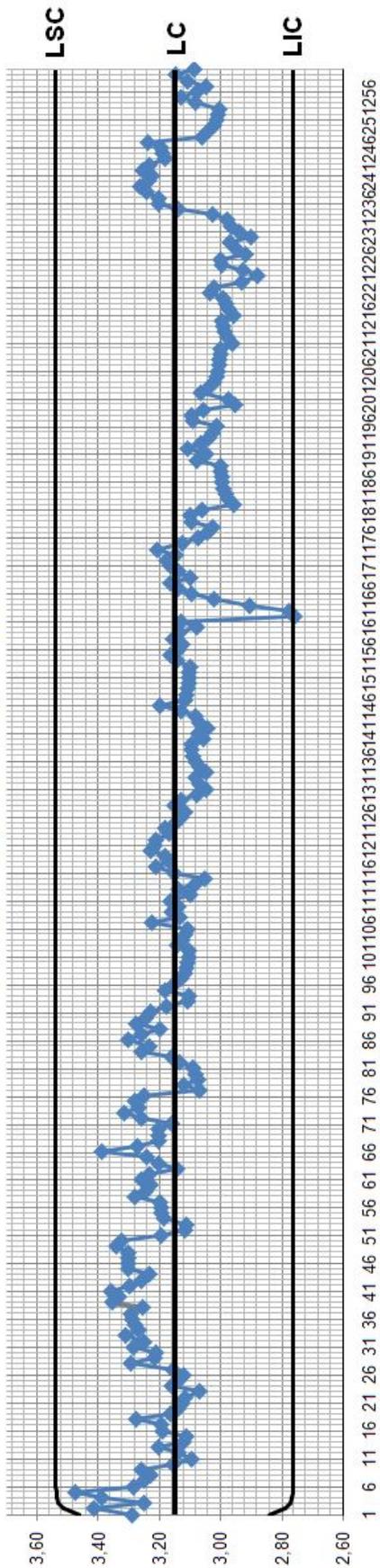
N.	Medição 1	Medição 2	Medição 3	Média	Amplitude	MMEP									SHEWHART			
						MMEP 1	MMEP 2	MMEP 3	LC	LSC 1	LIC1	LSC 2	LIC 2	LSC3	LIC 3	LIC	LC	LSC
						Alvo do processo -->			3,150									
161	3,200	3,200	3,200	3,20	0,00	3,13	3,17	3,09	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
162	2,200	2,400	2,200	2,27	0,20	2,76	2,86	2,73	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
163	2,800	2,800	2,800	2,80	0,00	2,77	2,9	2,75	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
164	3,100	3,000	3,000	3,03	0,10	2,90	2,90	2,86	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
165	3,200	3,000	3,200	3,13	0,20	3,02	2,94	2,99	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
166	3,200	3,000	3,200	3,13	0,20	3,09	2,96	3,08	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
167	3,200	3,000	3,400	3,20	0,40	3,14	2,98	3,21	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
168	3,200	3,000	3,000	3,07	0,20	3,16	2,99	3,12	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
169	3,000	3,000	3,000	3,00	0,00	3,10	2,99	3,07	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
170	3,200	3,200	3,000	3,13	0,20	3,14	3,08	3,04	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
171	3,200	3,200	3,200	3,20	0,00	3,16	3,13	3,11	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
172	3,200	3,000	3,100	3,10	0,20	3,18	3,08	3,10	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
173	3,100	3,200	3,200	3,17	0,10	3,15	3,13	3,14	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
174	3,300	3,200	3,300	3,27	0,10	3,21	3,16	3,2	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
175	3,000	3,200	3,000	3,07	0,20	3,12	3,17	3,12	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
176	3,000	3,000	3,100	3,03	0,10	3,07	3,10	3,11	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
177	3,000	3,000	3,000	3,00	0,00	3,04	3,06	3,07	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
178	3,000	3,100	3,000	3,03	0,10	3,03	3,08	3,04	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
179	3,200	3,000	3,000	3,07	0,20	3,10	3,05	3,02	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
180	3,100	3,200	3,400	3,23	0,30	3,10	3,11	3,17	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
181	3,000	3,000	3,100	3,03	0,10	3,06	3,06	3,14	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
182	2,800	3,000	3,000	2,93	0,20	2,96	3,04	3,09	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
183	3,000	3,000	3,000	3,00	0,00	2,97	3,02	3,05	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
184	3,000	3,000	3,000	3,00	0,00	2,98	3,01	3,03	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
185	3,000	3,000	3,000	3,00	0,00	2,99	3,01	3,02	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
186	3,000	2,800	3,000	2,93	0,20	2,99	2,93	3,01	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
187	3,000	3,000	3,000	3,00	0,00	3,00	2,96	3,01	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
188	3,000	3,000	3,000	3,00	0,00	3,00	2,97	3,00	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
189	3,000	3,000	3,000	3,00	0,00	3,00	2,98	3,00	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
190	3,200	3,000	3,000	3,07	0,20	3,08	2,99	3,00	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
191	3,000	3,000	3,000	3,00	0,00	3,05	2,99	3,00	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
192	3,200	3,000	3,200	3,13	0,20	3,11	3,00	3,08	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
193	3,000	3,000	3,000	3,00	0,00	3,07	3,00	3,05	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
194	3,000	3,000	3,200	3,07	0,20	3,04	3,00	3,11	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
195	3,000	3,200	3,200	3,13	0,20	3,02	3,08	3,15	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
196	3,000	3,100	3,000	3,03	0,10	3,01	3,09	3,09	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
197	3,200	3,100	3,400	3,23	0,30	3,05	3,09	3,21	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
198	3,100	3,100	3,100	3,10	0,00	3,09	3,10	3,17	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
199	3,000	3,000	3,200	3,07	0,20	3,06	3,06	3,18	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
200	2,800	3,000	2,800	2,87	0,20	2,95	3,03	3,03	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
201	3,000	3,000	3,000	3,00	0,00	2,97	3,02	3,02	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
202	3,200	3,100	3,200	3,17	0,10	3,06	3,06	3,06	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
203	3,000	3,000	3,000	3,00	0,00	3,04	3,03	3,05	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
204	3,000	3,000	3,000	3,00	0,00	3,02	3,02	3,03	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
205	3,000	3,000	3,000	3,00	0,00	3,01	3,01	3,02	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
206	3,000	3,000	3,000	3,00	0,00	3,01	3,01	3,01	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
207	3,000	3,000	3,000	3,00	0,00	3,00	3,00	3,01	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
208	3,000	3,000	3,100	3,03	0,10	3,00	3,00	3,00	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
209	3,000	3,000	3,000	3,00	0,00	3,00	3,00	3,03	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
210	3,000	3,000	3,100	3,03	0,10	3,00	3,00	3,06	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
211	2,900	2,800	2,900	2,87	0,10	2,96	2,92	2,99	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
212	3,000	3,000	3,000	3,00	0,00	2,98	2,95	3,00	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
213	3,000	3,100	3,000	3,03	0,10	2,99	3,01	3,00	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
214	3,000	3,000	3,000	3,00	0,00	2,99	3,01	3,00	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
215	3,000	3,000	3,000	3,00	0,00	2,99	3,00	3,00	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
216	2,900	2,900	2,900	2,90	0,00	2,96	2,96	2,96	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
217	3,000	3,000	3,000	3,00	0,00	2,97	2,98	2,98	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
218	3,000	3,000	3,100	3,03	0,10	2,98	2,99	3,03	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
219	3,000	3,000	3,000	3,00	0,00	2,99	2,99	3,02	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
220	3,100	3,000	3,000	3,03	0,10	3,03	3,00	3,01	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
221	3,000	3,000	3,000	3,00	0,00	3,02	3,00	3,01	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
222	2,800	2,800	3,000	2,87	0,20	2,93	2,92	3,00	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
223	2,800	2,800	2,800	2,80	0,00	2,88	2,87	2,92	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
224	3,000	3,100	3,000	3,03	0,10	2,93	2,96	2,96	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
225	3,100	3,100	3,100	3,10	0,00	3,00	3,02	3,01	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
226	3,000	3,000	3,100	3,03	0,10	3,00	3,01	3,05	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
227	2,800	2,800	2,900	2,83	0,10	2,92	2,93	2,99	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
228	3,000	3,000	3,000	3,00	0,00	2,95	2,96	2,99	3,15	3,54	2,76	3,54						

N.	Medição 1	Medição 2	Medição 3	Média	Amplitude	MMEP									SHEWHART			
						MMEP 1	MMEP 2	MMEP 3	LC	LSC 1	LIC1	LSC 2	LIC 2	LSC3	LIC 3	LIC	LC	LSC
						Alvo do processo -->			3,150									
236	3,300	3,200	3,300	3,27	0,10	3,20	3,09	3,19	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
237	3,200	3,200	3,200	3,20	0,00	3,20	3,13	3,19	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
238	3,300	3,300	3,300	3,30	0,00	3,24	3,20	3,24	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
239	3,300	3,300	3,400	3,33	0,10	3,26	3,24	3,30	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
240	3,200	3,200	3,100	3,17	0,10	3,24	3,22	3,22	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
241	3,200	3,200	3,200	3,20	0,00	3,22	3,21	3,21	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
242	3,300	3,300	3,300	3,30	0,00	3,25	3,25	3,25	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
243	3,200	3,200	3,200	3,20	0,00	3,23	3,23	3,23	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
244	3,100	3,100	3,100	3,10	0,00	3,18	3,18	3,18	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
245	3,200	3,200	3,200	3,20	0,00	3,19	3,19	3,19	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
246	3,200	3,200	3,300	3,23	0,10	3,19	3,19	3,23	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
247	3,300	3,200	3,200	3,23	0,10	3,24	3,20	3,22	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
248	2,800	3,000	3,000	2,93	0,20	3,06	3,12	3,13	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
249	3,000	3,000	3,000	3,00	0,00	3,04	3,07	3,08	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
250	3,000	3,000	3,000	3,00	0,00	3,02	3,04	3,05	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
251	3,000	3,000	3,000	3,00	0,00	3,01	3,03	3,03	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
252	3,000	3,000	3,200	3,07	0,20	3,01	3,02	3,10	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
253	3,000	3,000	3,000	3,00	0,00	3,00	3,01	3,06	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
254	3,200	3,300	3,200	3,23	0,10	3,08	3,13	3,11	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
255	3,200	3,200	3,200	3,20	0,00	3,13	3,16	3,15	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
256	3,000	3,000	3,000	3,00	0,00	3,08	3,09	3,09	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
257	3,000	3,200	3,100	3,10	0,20	3,05	3,14	3,09	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
258	3,200	3,200	3,100	3,17	0,10	3,11	3,16	3,10	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
259	3,200	3,200	3,100	3,17	0,10	3,14	3,18	3,10	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99
260	3,000	3,200	3,200	3,13	0,20	3,09	3,19	3,14	3,15	3,54	2,76	3,54	2,76	3,55	2,75	2,47	3,23	3,99

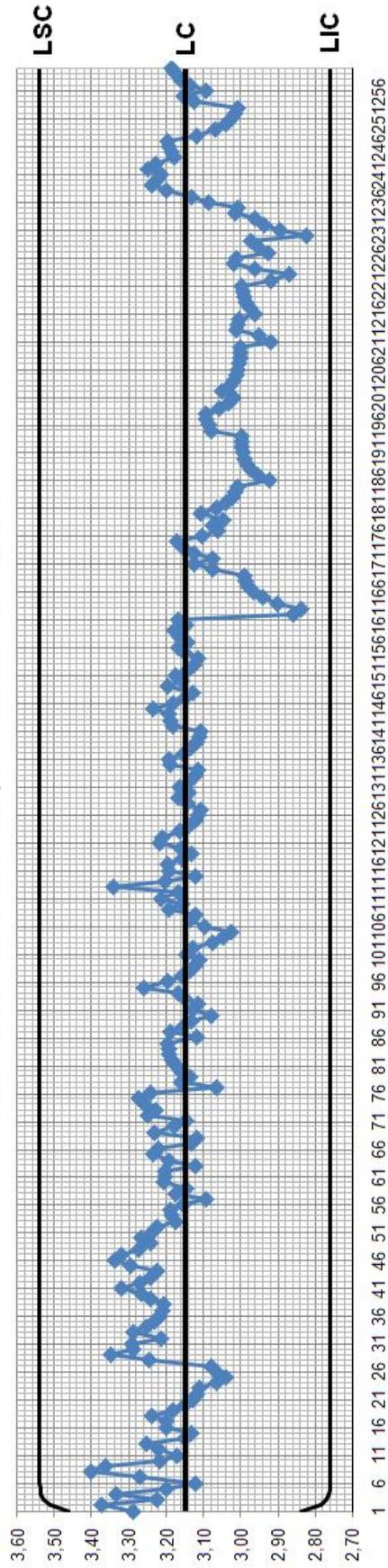
**Carta de Controle de Shewhart, com 3 amostras - Processo C**



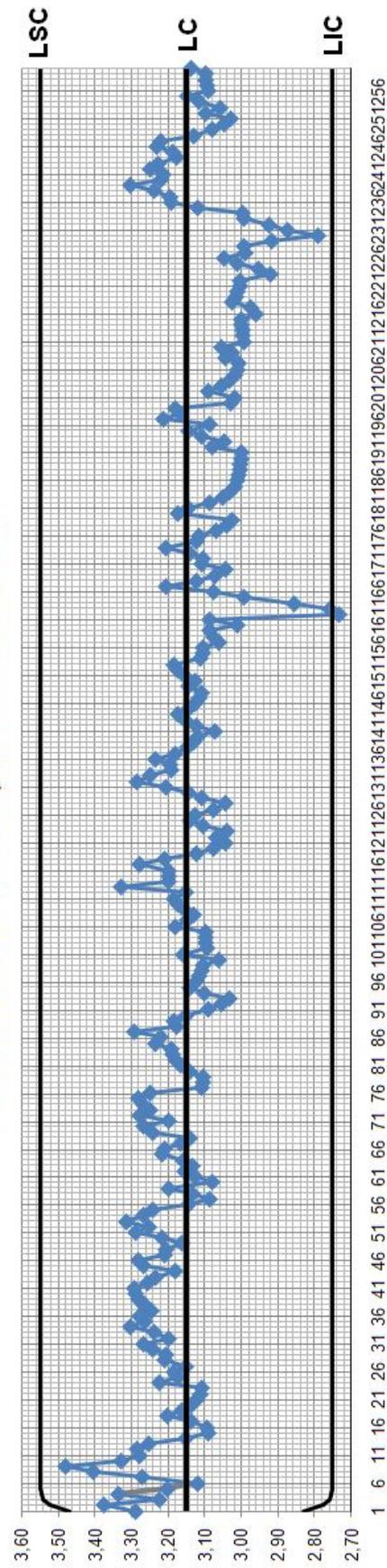
**Carta de Controle de MMEP, amostra 1 - Processo C**



**Carta de Controle de MMEP, amostra 2 - Processo C**



**Carta de Controle de MMEP, amostra 3 - Processo C**



**PROCESSO D**  
Regulagem dos Faróis

MMEP		
mmep inicial	z0	-1,5000
alvo do processo	μ0	-1,5000
constante de suavização	λ	0,4
largura dos limites	L	3
desvio padrão	σ1	0,1402
desvio padrão	σ2	0,2877
desvio padrão	σ3	0,2215

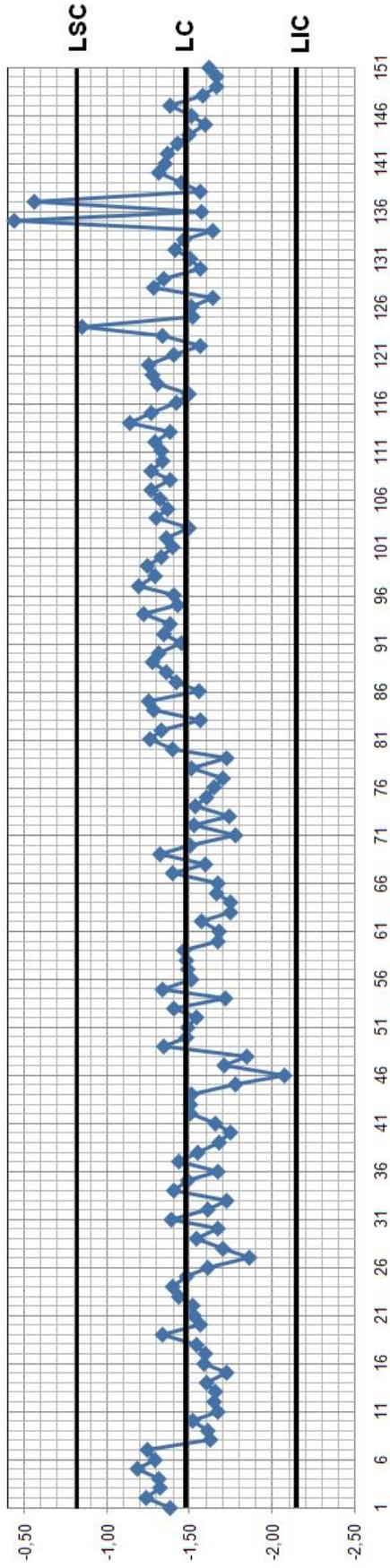
Shewhart	
LSC	-0,8134
LC	-1,4788
LIC	-2,1442
σ	0,2218

Funcional	
LS Eng	-1,000
LI Eng	-2,000

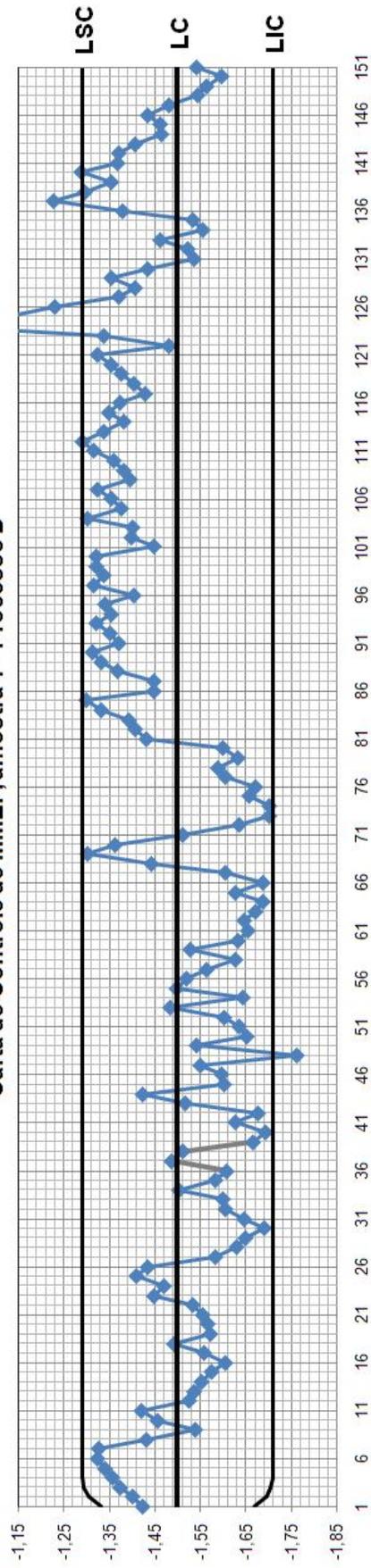
N.	Medição			Média	Amplitude	MMEP			SHEWHART			LIC	LC	LSC				
	1	2	3			MMEP 1	MMEP 2	MMEP 3	LSC 1	LIC 1	LSC 2				LIC 2	LSC 3	LIC 3	
	Alvo do processo →					-1,500			LSC	LSC 1	LIC 1				LSC 2	LIC 2	LSC 3	LIC 3
1	-1,310	-1,350	-1,470	-1,38	0,16	-1,42	-1,44	-1,49	-1,50	-1,33	-1,67	-1,15	-1,85	-1,23	-1,77	-2,14	-1,48	-0,81
2	-1,370	-1,460	-0,880	-1,24	0,58	-1,40	-1,45	-1,24	-1,50	-1,30	-1,70	-1,10	-1,90	-1,19	-1,81	-2,14	-1,48	-0,81
3	-1,330	-1,330	-1,290	-1,32	0,04	-1,37	-1,40	-1,26	-1,50	-1,29	-1,71	-1,08	-1,92	-1,18	-1,82	-2,14	-1,48	-0,81
4	-1,330	-1,380	-1,220	-1,31	0,16	-1,36	-1,39	-1,25	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
5	-1,320	-1,020	-1,200	-1,18	0,30	-1,34	-1,24	-1,23	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
6	-1,300	-1,280	-1,280	-1,29	0,02	-1,32	-1,26	-1,26	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
7	-1,330	-1,130	-1,260	-1,24	0,20	-1,33	-1,21	-1,25	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
8	-1,590	-1,640	-1,650	-1,63	0,06	-1,43	-1,38	-1,41	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
9	-1,700	-1,700	-1,420	-1,61	0,28	-1,54	-1,51	-1,42	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
10	-1,330	-1,660	-1,560	-1,52	0,33	-1,46	-1,57	-1,47	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
11	-1,370	-1,840	-1,810	-1,67	0,47	-1,42	-1,68	-1,61	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
12	-1,680	-1,780	-1,470	-1,64	0,31	-1,52	-1,72	-1,55	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
13	-1,550	-1,750	-1,660	-1,65	0,20	-1,53	-1,73	-1,60	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
14	-1,580	-1,560	-1,670	-1,60	0,11	-1,55	-1,66	-1,63	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
15	-1,610	-1,690	-1,870	-1,72	0,26	-1,58	-1,67	-1,72	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
16	-1,650	-1,690	-1,410	-1,58	0,28	-1,61	-1,68	-1,60	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
17	-1,490	-1,680	-1,610	-1,59	0,19	-1,56	-1,68	-1,60	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
18	-1,390	-1,860	-1,380	-1,54	0,48	-1,49	-1,75	-1,51	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
19	-1,690	-0,590	-1,730	-1,34	1,14	-1,57	-1,29	-1,60	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
20	-1,560	-1,550	-1,580	-1,56	0,03	-1,57	-1,39	-1,59	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
21	-1,540	-1,540	-1,500	-1,53	0,04	-1,56	-1,45	-1,56	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
22	-1,500	-1,580	-1,480	-1,52	0,10	-1,53	-1,50	-1,53	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
23	-1,320	-1,480	-1,500	-1,43	0,18	-1,45	-1,49	-1,52	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
24	-1,500	-1,230	-1,460	-1,40	0,27	-1,47	-1,39	-1,49	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
25	-1,320	-1,370	-1,750	-1,48	0,43	-1,41	-1,38	-1,60	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
26	-1,470	-1,620	-1,730	-1,61	0,26	-1,43	-1,48	-1,65	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
27	-1,810	-1,910	-1,860	-1,86	0,10	-1,58	-1,65	-1,73	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
28	-1,700	-1,870	-1,530	-1,70	0,34	-1,63	-1,74	-1,65	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
29	-1,680	-1,430	-1,510	-1,54	0,25	-1,65	-1,61	-1,60	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
30	-1,750	-1,750	-1,520	-1,67	0,23	-1,69	-1,67	-1,57	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
31	-1,580	-0,840	-1,750	-1,39	0,91	-1,65	-1,34	-1,64	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
32	-1,540	-1,640	-1,650	-1,61	0,11	-1,60	-1,46	-1,64	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
33	-1,590	-1,870	-1,700	-1,62	0,28	-1,60	-1,62	-1,67	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
34	-1,360	-1,470	-1,390	-1,41	0,11	-1,50	-1,58	-1,56	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
35	-1,700	-1,450	-1,320	-1,49	0,38	-1,58	-1,52	-1,46	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
36	-1,650	-1,730	-1,630	-1,67	0,10	-1,61	-1,60	-1,53	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
37	-1,300	-1,620	-1,370	-1,43	0,32	-1,49	-1,61	-1,47	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
38	-1,550	-1,690	-1,410	-1,55	0,28	-1,51	-1,64	-1,44	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
39	-1,900	-1,800	-1,340	-1,68	0,56	-1,67	-1,70	-1,40	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
40	-1,730	-1,710	-1,800	-1,75	0,09	-1,69	-1,71	-1,56	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
41	-1,530	-1,650	-1,780	-1,65	0,25	-1,63	-1,68	-1,65	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
42	-1,750	-1,480	-1,280	-1,50	0,47	-1,68	-1,60	-1,50	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
43	-1,280	-1,810	-1,410	-1,50	0,53	-1,52	-1,69	-1,46	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
44	-1,280	-1,730	-1,510	-1,51	0,45	-1,42	-1,70	-1,48	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
45	-1,870	-1,780	-1,670	-1,77	0,20	-1,60	-1,73	-1,56	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
46	-1,590	-2,320	-2,310	-2,07	0,73	-1,60	-1,97	-1,86	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
47	-1,480	-2,110	-1,530	-1,71	0,63	-1,55	-2,03	-1,73	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
48	-2,080	-1,690	-1,770	-1,85	0,39	-1,76	-1,89	-1,74	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
49	-1,210	-1,800	-1,020	-1,34	0,78	-1,54	-1,85	-1,45	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
50	-1,820	-1,510	-1,110	-1,48	0,71	-1,65	-1,72	-1,32	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
51	-1,610	-1,300	-1,550	-1,49	0,31	-1,64	-1,55	-1,41	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
52	-1,550	-1,480	-1,590	-1,54	0,11	-1,60	-1,52	-1,48	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
53	-1,310	-1,550	-1,360	-1,41	0,24	-1,48	-1,53	-1,43	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
54	-1,880	-1,380	-1,880	-1,71	0,50	-1,64	-1,47	-1,61	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
55	-1,280	-1,400	-1,330	-1,34	0,12	-1,50	-1,44	-1,50	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
56	-1,550	-1,420	-1,570	-1,51	0,15	-1,52	-1,43	-1,53	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
57	-1,630	-1,500	-1,320	-1,48	0,31	-1,56	-1,46	-1,44	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
58	-1,720	-1,210	-1,500	-1,48	0,51	-1,63	-1,36	-1,47	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
59	-1,380	-1,690	-1,320	-1,46	0,37	-1,53	-1,49	-1,41	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
60	-1,790	-1,590	-1,630	-1,67	0,20	-1,63	-1,53	-1,50	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
61	-1,690	-1,590	-1,750	-1,68	0,16	-1,66	-1,55	-1,60	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
62	-1,630	-1,590	-1,500	-1,57	0,13	-1,65	-1,57	-1,56	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
63	-1,710	-1,700	-1,830	-1,75	0,13	-1,67	-1,62	-1,67	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
64	-1,710	-1,660	-1,870	-1,75	0,21	-1,69	-1,64	-1,75	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	

N.	Medição 1	Medição 2	Medição 3	Média	Amplitude	MMEP									SHEWHART			
						MMEP 1	MMEP 2	MMEP 3	LC	LSC 1	LIC1	LSC 2	LIC 2	LSC3	LIC 3	LIC	LC	LSC
						Alvo do processo ->			-1,500									
76	-1,690	-1,740	-1,510	-1,65	0,23	-1,67	-1,65	-1,53	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
77	-1,510	-1,770	-1,820	-1,70	0,31	-1,61	-1,70	-1,65	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
78	-1,560	-1,470	-1,500	-1,51	0,09	-1,59	-1,61	-1,59	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
79	-1,700	-1,630	-1,830	-1,72	0,20	-1,63	-1,62	-1,69	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
80	-1,550	-1,180	-1,460	-1,40	0,37	-1,60	-1,44	-1,60	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
81	-1,180	-1,310	-1,280	-1,26	0,13	-1,43	-1,39	-1,47	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
82	-1,370	-1,090	-1,510	-1,32	0,42	-1,41	-1,27	-1,49	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
83	-1,370	-1,780	-1,550	-1,57	0,41	-1,39	-1,47	-1,51	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
84	-1,240	-1,140	-1,460	-1,28	0,32	-1,33	-1,34	-1,49	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
85	-1,250	-1,050	-1,450	-1,25	0,40	-1,30	-1,22	-1,47	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
86	-1,670	-1,100	-1,890	-1,55	0,79	-1,45	-1,17	-1,64	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
87	-1,450	-1,500	-1,310	-1,42	0,19	-1,45	-1,30	-1,51	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
88	-1,250	-1,320	-1,500	-1,36	0,25	-1,37	-1,31	-1,51	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
89	-1,280	-1,230	-1,310	-1,27	0,08	-1,33	-1,28	-1,43	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
90	-1,280	-1,420	-1,230	-1,31	0,19	-1,31	-1,34	-1,35	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
91	-1,460	-1,410	-1,470	-1,45	0,06	-1,37	-1,37	-1,40	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
92	-1,320	-1,490	-1,210	-1,34	0,28	-1,35	-1,42	-1,32	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
93	-1,280	-1,410	-1,460	-1,38	0,18	-1,32	-1,41	-1,38	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
94	-1,400	-0,990	-1,280	-1,22	0,41	-1,35	-1,24	-1,34	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
95	-1,320	-1,550	-1,400	-1,42	0,23	-1,34	-1,37	-1,36	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
96	-1,500	-1,480	-1,230	-1,40	0,27	-1,40	-1,41	-1,31	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
97	-1,180	-1,260	-1,140	-1,19	0,12	-1,31	-1,35	-1,24	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
98	-1,370	-1,180	-1,320	-1,29	0,19	-1,34	-1,28	-1,27	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
99	-1,300	-1,140	-1,280	-1,24	0,16	-1,32	-1,23	-1,28	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
100	-1,320	-1,320	-1,330	-1,32	0,01	-1,32	-1,26	-1,30	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
101	-1,640	-1,230	-1,320	-1,40	0,41	-1,45	-1,25	-1,31	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
102	-1,320	-1,430	-1,320	-1,36	0,11	-1,40	-1,32	-1,31	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
103	-1,410	-1,550	-1,520	-1,49	0,14	-1,40	-1,41	-1,40	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
104	-1,150	-1,230	-1,500	-1,29	0,35	-1,30	-1,34	-1,44	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
105	-1,490	-1,280	-1,320	-1,36	0,21	-1,38	-1,32	-1,39	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
106	-1,320	-1,300	-1,340	-1,32	0,04	-1,35	-1,31	-1,37	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
107	-1,280	-1,230	-1,280	-1,26	0,05	-1,32	-1,28	-1,33	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
108	-1,500	-1,370	-1,270	-1,38	0,23	-1,39	-1,31	-1,31	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
109	-1,360	-1,190	-1,250	-1,27	0,17	-1,39	-1,26	-1,29	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
110	-1,330	-1,260	-1,410	-1,33	0,15	-1,36	-1,26	-1,34	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
111	-1,250	-1,670	-1,050	-1,32	0,62	-1,32	-1,43	-1,22	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
112	-1,250	-1,320	-1,300	-1,29	0,07	-1,29	-1,38	-1,25	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
113	-1,410	-1,400	-1,330	-1,38	0,08	-1,34	-1,39	-1,28	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
114	-1,450	-0,700	-1,260	-1,14	0,75	-1,38	-1,11	-1,27	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
115	-1,300	-1,260	-1,230	-1,26	0,07	-1,35	-1,17	-1,26	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
116	-1,410	-1,480	-1,370	-1,42	0,11	-1,37	-1,30	-1,30	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
117	-1,510	-1,500	-1,470	-1,49	0,04	-1,43	-1,38	-1,37	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
118	-1,370	-1,250	-1,300	-1,31	0,12	-1,40	-1,33	-1,34	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
119	-1,330	-1,320	-1,170	-1,27	0,16	-1,37	-1,32	-1,27	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
120	-1,320	-1,110	-1,330	-1,25	0,22	-1,35	-1,24	-1,30	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
121	-1,280	-1,550	-1,380	-1,40	0,27	-1,32	-1,36	-1,33	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
122	-1,720	-1,580	-1,380	-1,56	0,34	-1,48	-1,45	-1,35	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
123	-1,120	-1,250	-1,630	-1,33	0,51	-1,34	-1,37	-1,46	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
124	-0,390	-1,010	-1,140	-0,85	0,75	-0,96	-1,23	-1,33	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
125	-1,370	-1,470	-1,710	-1,52	0,34	-1,12	-1,32	-1,48	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
126	-1,390	-1,610	-1,540	-1,51	0,22	-1,23	-1,44	-1,51	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
127	-1,580	-1,730	-1,600	-1,64	0,15	-1,37	-1,55	-1,54	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
128	-1,460	-1,070	-1,320	-1,28	0,39	-1,41	-1,36	-1,45	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
129	-1,280	-1,380	-1,370	-1,34	0,10	-1,36	-1,37	-1,42	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
130	-1,550	-1,500	-1,640	-1,56	0,14	-1,43	-1,42	-1,51	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
131	-1,690	-1,450	-1,370	-1,50	0,32	-1,54	-1,43	-1,45	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
132	-1,500	-1,190	-1,550	-1,41	0,36	-1,52	-1,34	-1,49	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
133	-1,370	-1,470	-1,550	-1,46	0,18	-1,46	-1,39	-1,52	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
134	-1,700	-1,520	-1,690	-1,64	0,18	-1,56	-1,44	-1,59	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
135	-1,500	-1,590	1,780	-0,44	3,37	-1,53	-1,50	-0,24	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
136	-1,150	-1,500	-2,070	-1,57	0,92	-1,39	-1,50	-0,97	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
137	-1,000	0,460	-1,140	-0,56	1,60	-1,23	-0,72	-1,04	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
138	-1,400	-1,640	-1,650	-1,56	0,25	-1,30	-1,09	-1,28	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
139	-1,440	-1,500	-1,410	-1,45	0,09	-1,35	-1,25	-1,33	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
140	-1,190	-1,280	-1,460	-1,31	0,27	-1,29	-1,26	-1,38	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
141	-1,490	-1,090	-1,460	-1,35	0,40	-1,37	-1,19	-1,41	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
142	-1,370	-1,590	-1,140	-1,37	0,45	-1,37	-1,35	-1,30	-1,50	-1,29	-1,71	-1,07	-1,93	-1,17	-1,83	-2,14	-1,48	-0,81
143	-1,460	-1,380	-1,440	-1,43	0,08	-1,41	-1,36	-1,36	-1,50									

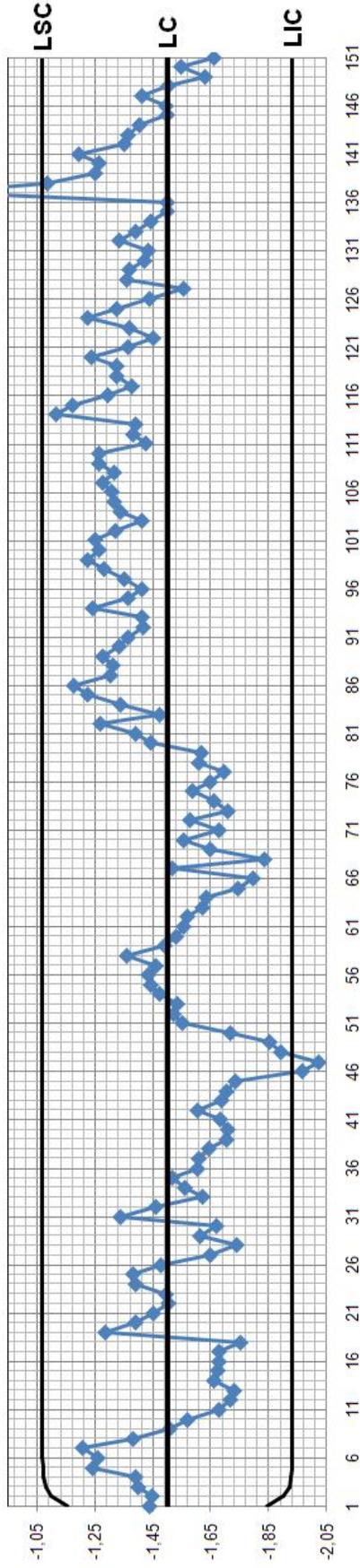
**Carta de Controle de Shewhart, com 3 amostras - Processo D**



**Carta de Controle de MMEP, amostra 1 - Processo D**



Carta de Controle de MMEP, amostra 2 - Processo D



Carta de Controle de MMEP, amostra 3 - Processo D

