



Universidade de Brasília
Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Estatística
Estágio Supervisionado 2

Gráficos de Controle Estatístico de Qualidade para Indicadores do SAMU/DF (Serviço de Atendimento Móvel de Urgência do Distrito Federal)

Ana Carolina dos Santos Louzada – 06/78490

Relatório Final

Orientador: Prof. Dr. Gladston Luiz da Silva

Brasília

Novembro de 2013

Universidade de Brasília
Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Estatística

Gráficos de Controle Estatístico de Qualidade para Indicadores do SAMU/DF (Serviço de Atendimento Móvel de Urgência do Distrito Federal)

Ana Carolina dos Santos Louzada

Relatório Final de conclusão de curso,
apresentado à disciplina Estágio
Supervisionado II do Curso de Bacharelado
em Estatística – Instituto de Ciências Exatas
da Universidade de Brasília.

Orientador:
Prof. Dr. Gladston Luiz da Silva

Brasília – DF, 27 de novembro de 2013

Sumário

Sumário	ii
Lista de Tabelas	iv
Lista de Figuras.....	v
Lista de Abreviações	vi
Glossário.....	vii
Resumo.....	ix
Capítulo 1. Introdução	1
Capítulo 2. Revisão Bibliográfica.....	3
2.1 Um breve histórico da Evolução da Qualidade.....	3
2.2 Conceituando Qualidade e Desempenho	5
2.3 Indicadores.....	7
2.3.1 Indicadores de Desempenho	8
2.3.2 Indicadores de Qualidade.....	8
2.4 Gráficos de Controle no Controle Estatístico de Processo (CEP).....	9
2.4.1 Gráficos de Controle para a Média e Amplitude	12
2.4.2 Gráficos de Controle para Média e Desvio Padrão	15
2.4.3 Gráfico de Controle para a Variância.....	16
2.4.4 Gráfico de Controle para Médias Móveis Exponencialmente Ponderadas (MMEP).....	17
Capítulo 3. Aplicação dos Indicadores e Gráficos	20
3.1 Indicadores propostos para o SAMU	20
3.2 Gráficos de Controle para os Indicadores do SAMU.....	21
3.2.1 Gráficos de Controle para o Número Médio de Atendimentos, calculado por Mês	22
3.2.2 Gráficos de Controle para o Número de Atendimentos, por Dia.....	29
3.3 Passo-a-passo para a implantação dos gráficos sugeridos.....	33
3.3.1 Implementação do Controle Estatístico do Processo	33
3.3.2 Implementação do Gráfico de Controle.....	33
Conclusões e Recomendações	37

Referências Bibliográficas	39
Apêndices	41
Apêndice 1: Sobre o SAMU/DF	41
Apêndice 2: Programações SAS	43
Anexos.....	47
Anexo 1: Os 14 Pontos do Método Deming.....	47
Anexo 2: Constantes para Gráficos de Controle.....	48

Lista de Tabelas

- Tabela 1 - Indicadores propostos para medir o nível de serviço do SAMU/DF
- Tabela 2 - Número Médio de Atendimentos por Mês Realizados pelo SAMU no Distrito Federal
- Tabela 3 - Medidas Descritivas da Distribuição do Número Médio de Atendimentos por Mês entre Fevereiro de 2010 e Abril de 2013
- Tabela 4 - Quartis da Distribuição do Número Médio de Atendimentos por Mês entre Fevereiro de 2010 e Abril de 2013
- Tabela 5 - Testes para Normalidade da Distribuição do Número Médio de Atendimentos por Mês entre Fevereiro de 2010 e Abril de 2013
- Tabela 6 - Desvio Padrão do Número de Atendimentos Realizados pelo SAMU no Distrito Federal
- Tabela 7 - Medidas Descritivas da Distribuição do Número de Atendimentos Diários entre Fevereiro de 2010 e Abril de 2013

Lista de Figuras

- Figura 1 - Exemplo de Gráfico de Controle
- Figura 2 - Dispersão do Número Médio de Atendimentos Realizados pelo SAMU/DF entre Janeiro de 2009 e Março de 2013
- Figura 3 - Box-plot do Número de Atendimentos Mensais entre Fevereiro de 2009 e Abril de 2013 Segregado por Ano
- Figura 4 - Histograma da Distribuição do Número Médio de Atendimentos por Mês entre Fevereiro de 2010 e Abril de 2013
- Figura 5 - Q-Q Plot da Distribuição do Número Médio de Atendimentos por Mês entre Fevereiro de 2010 e Abril de 2013
- Figura 6 - Gráfico de Controle de Shewhart para o Desvio Padrão dos Atendimentos por Mês
- Figura 7 - Gráfico de Controle de Shewhart para o Número Médio de Atendimentos por Mês
- Figura 8 - Histograma da Distribuição do Número de Atendimentos Diários entre Fevereiro de 2010 e Abril de 2013
- Figura 9 - Gráfico MMEP do Número de Atendimentos Diários Realizados pelo SAMU/DF entre Fevereiro de 2010 e Abril de 2013
- Figura 10 - Gráfico MMEP do Número de Atendimentos Diários Realizados pelo SAMU/DF em Fevereiro de 2010
- Figura 11 - Gráfico MMEP do Número de Atendimentos Diários Realizados pelo SAMU/DF em Abril de 2013

Lista de Abreviações

CEP: Controle Estatístico do Processo

DF: Distrito Federal

FNQ: Fundação Nacional da Qualidade

GQT: Gerenciamento da Qualidade Total

ISO: International Standards Organization (Organização Internacional de Padrões)

LC: Linha Central

LIA: Limite Inferior de Alerta

LIC: Limite Inferior de Controle

LIE: Limite Inferior de Especificação

LSA: Limite Superior de Alerta

LSC: Limite Superior de Controle

LSE: Limite Superior de Especificação

MEG: Modelo de Excelência em Gestão

MMEP: Médias Móveis Exponencialmente Ponderadas

PNQ: Prêmio Nacional da Qualidade

SAMU: Serviço de Atendimento Móvel de Urgência

SAMU/DF: Serviço de Atendimento Móvel de Urgência do Distrito Federal

SEBRAE: Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SUS: Sistema Único de Saúde

USA: Unidade de Suporte Avançado

USB: Unidade de Suporte Básico

UTI: Unidade de Tratamento Intensivo

Glossário

Capacidade do Processo

A habilidade intrínseca de um processo de execução sob condições operacionais.

Cliente

Qualquer um que é afetado pelo produto ou processo. Clientes podem ser externos como internos.

Controle de Qualidade

Um processo gerencial que consiste das seguintes etapas: (1) avaliação do desempenho real da qualidade, (2) comparação do desempenho real com as metas de qualidade e (3) ação em função da diferença.

Controle de Processos

A avaliação sistemática do desempenho de em processo, e a tomada de medidas corretivas na eventualidade de não conformidade.

Controle Estatístico da Qualidade

Uma expressão usada durante as décadas de cinquenta e sessenta para descrever o conceito de utilização de ferramentas estatísticas para auxiliar no controle da qualidade de processos operacionais.

Controle Estatístico do Processo

Uma expressão usada durante a década de oitenta para descrever o conceito de utilização de ferramentas estatísticas para auxiliar no controle da qualidade de processos operacionais.

Desempenho do Processo

O resultado real obtido a partir da condução das operações de processamento.

Gerenciamento da Qualidade

O conjunto de maneiras de se obter qualidade. O gerenciamento da qualidade inclui todos os três processos da trilogia da qualidade: planejamento da qualidade, controle da qualidade e melhoramento da qualidade.

Gerenciamento Estratégico da Qualidade

Uma abordagem sistemática para se estabelecer o atendimento de metas de qualidade pela companhia.

Processo

Uma série sistemática de ações direcionais para alcançar uma meta.

Produto

Saída de qualquer processo. Produto consiste principalmente em bens, softwares e serviços.

Qualidade

- A palavra *Qualidade* tem dois significados principais: (1) as características de produto que respondem às necessidades do cliente; (2) ausência de deficiências. Um termo genérico para cobrir os dois significados é “adequação ao uso”.

- Totalidade de características de uma entidade (atividade ou processo, produto), organização ou uma combinação destes, que lhe confere a capacidade de satisfazer as necessidades explícitas e implícitas dos clientes e demais partes interessadas.

Serviço

Trabalho desempenhado para outra pessoa. Serviço também inclui trabalho desempenhado para outros *dentro* de companhias. Esses serviços são frequentemente chamados de serviços de apoio.

Resumo

O SAMU tem atuado por todo o país atendendo pessoas que precisam de algum tipo de socorro. Em cada estado existe uma central que adota ações estratégicas que melhor se adequam à região no intuito de oferecer melhores serviços. Este trabalho faz uso de informações fornecidas pelo SAMU/DF como objeto de estudo, e se apoia em conceitos relacionados à Gestão da Qualidade, mais especificamente ao Controle Estatístico da Qualidade para avaliar os serviços oferecidos. Propõe a adoção de Gráficos de Controle Estatístico para monitorar indicadores relativos aos atendimentos realizados pelo SAMU/DF, e propõe os Gráficos de Controle de Shewhart e de Médias Móveis Exponencialmente Ponderadas (MMEP) para acompanhar um dos indicadores relacionados, considerando duas abordagens possíveis: a primeira seria adotada pelo nível gerencial, a segunda seria adotada no nível operacional.

Palavras-Chave: Qualidade, Desempenho, Indicadores, Controle Estatístico do Processo.

Louzada, A. C. S., **Gráficos de Controle Estatístico de Qualidade para Indicadores do SAMU/DF (Serviço de Atendimento Móvel de Urgência do Distrito Federal)**. Monografia – Departamento de Estatística, Universidade de Brasília, 2013.

Capítulo 1. Introdução

As técnicas de primeiros socorros podem salvar vidas. No Distrito Federal, duas organizações prestam esses serviços gratuitamente à população: o SAMU – Serviço de Atendimento Móvel de Urgência – e o Corpo de Bombeiros, ambos acionados pelos telefones 192 e 193, respectivamente. O nível dos serviços prestados por esses órgãos pode ser monitorado por meio de indicadores, mostrando a qualidade e o desempenho dos atendimentos realizados.

Neste sentido, este trabalho propõe procedimentos de Controle de Qualidade para os serviços de urgência à saúde da população do Distrito Federal que são realizados pelo SAMU/DF.

Objetivo Geral

Este trabalho propõe a utilização de gráficos de controle para indicadores de desempenho do SAMU/DF, com o objetivo de contribuir para o aperfeiçoamento do nível de serviço realizado por esta instituição.

Objetivos Específicos

Para atender ao objetivo geral, tem-se os seguintes objetivos específicos:

- Identificação e seleção das variáveis e proposição de indicadores para avaliar os serviços realizados pelo SAMU/DF;
- Identificação dos gráficos de controle que poderiam ser utilizados para controlar os serviços do SAMU/DF;
- Parametrização dos gráficos de controle relacionados; e,
- Proposição do passo a passo para a implantação dos gráficos de controle sugeridos.

Metodologia

O Controle Estatístico do Processo (CEP) realizado por meio de Gráficos de Controle permitirá ao SAMU/DF fazer o acompanhamento de seus atendimentos e possibilitará a implantação de ações para melhoria da qualidade dos serviços prestados à população do Distrito Federal.

Para usar tais ferramentas, foi realizada, primeiramente, uma revisão bibliográfica de textos relacionados às seguintes áreas: gestão de qualidade, indicadores de desempenho e de qualidade, controle estatístico de processo e gráficos de controle.

Em seguida foi feita uma seleção prévia de alguns indicadores relevantes para o SAMU/DF, dos quais um indicador foi selecionado para ser objeto de estudos desta monografia.

Para o indicador selecionado foi proposto o uso de gráficos de controle em dois contextos: o gerencial e o operacional. Posteriormente, foram realizadas análises descritivas para fins de parametrização dos gráficos de controle propostos.

Por fim, foram apresentadas sugestões dos passos a serem cumpridos pelo SAMU/DF para fins de implantação dos gráficos de controle sugeridos.

A estrutura adotada nesta monografia foi a seguinte: o Capítulo 1 apresenta a introdução, os objetivos, geral e específicos, e a metodologia adotada; o Capítulo 2 apresenta a revisão bibliográfica, abordando diversos assuntos, a saber: qualidade e desempenho, indicadores, indicadores de qualidade e de desempenho, controle de qualidade e gráficos de controle estatístico; o Capítulo 3 apresenta alguns indicadores que poderiam ser utilizados pelo SAMU/DF e faz o estudo de um dos indicadores relacionados a partir de duas perspectivas: a gerencial e a operacional. Para cada perspectiva é proposto o uso de um gráfico de controle específico; por fim, o Capítulo 4 apresenta as conclusões e algumas recomendações para a implantação dos indicadores e gráficos de controle propostos.

Capítulo 2. Revisão Bibliográfica

Este Capítulo apresenta, inicialmente, conceitos relacionados à qualidade, desempenho e gestão com foco em resultados, mais especificamente os utilizados pela Fundação Nacional Qualidade, que consistem no estado da arte em gestão da qualidade. Apresenta, ainda, conceitos relacionados a indicadores de desempenho e de qualidade, no sentido de embasar o estudo que foi desenvolvido a partir dos indicadores que medem os níveis de serviço relativos aos atendimentos de urgência feitos pelo SAMU à comunidade do Distrito Federal. Por fim, apresenta conceitos de Gráficos de Controle Estatístico que foram usados no estudo e que podem ser aplicados a outros indicadores que poderão ser criados posteriormente, a critério do SAMU/DF.

2.1 Um breve histórico da Evolução da Qualidade

A importância da qualidade vem sendo reconhecida ao longo do tempo. Artesãos já observavam a qualidade em seus produtos, com base em experiências passadas entre gerações, sem imaginar que em algum momento esta qualidade seria medida por métodos e critérios específicos.

Antes de 1900, Taylor aplicou alguns princípios de gerenciamento em indústrias, sendo o pioneiro na divisão de tarefas em produção para facilitar a fabricação. Seu trabalho contribuiu para melhorias nos processos produtivos e para a área da qualidade. Em 1924, Shewhart apresentou os primeiros conceitos sobre gráficos de controle e aplicação de métodos estatísticos na produção. Entre 1946 e 1949, W. E. Deming ministrou seminários para engenheiros e acadêmicos japoneses, mobilizados para ajudar na reconstrução da indústria japonesa. Em seus cursos, apresentou conceitos de qualidade relacionados a processos gerenciais, em particular os métodos de controle estatístico da qualidade desenvolvidos por Shewhart. Nesta ocasião, desenvolveu conceitos relacionados à administração com foco em qualidade, conhecidos como “Os 14 Pontos do Método Deming”, os quais são apresentados no Anexo 1. Em 1954, J. M. Juran introduziu no Japão conceitos sobre gerenciamento e melhoria da qualidade.

Na medida em que esses conceitos foram assimilados pelas indústrias de produção e pelas empresas de prestação de serviços, organizações e associações foram formadas a fim de implantar e classificar a qualidade de produtos e serviços. Em 1951 foi criado no Japão o Prêmio Deming. Na década de 80, países da Europa, América do Norte e Ásia passaram a exigir que as empresas que concorriam naqueles mercados obtivessem a certificação ISO – Organização Internacional de Padrões para seus produtos e serviços. Em 1988 foi instituído nos Estados Unidos o Prêmio Malcom Baldrige.

No Brasil, uma grande referência para difundir a qualidade nas organizações é a Fundação Nacional da Qualidade (FNQ), organização sem fins lucrativos e não governamental. Esta fundação tem a missão de disseminar os fundamentos da

excelência em gestão para o aumento de competitividade das organizações e do Brasil. Foi criada para administrar o Prêmio Nacional da Qualidade (PNQ), por meio de avaliações nas organizações sobre os Critérios de Excelência da FNQ. Constituiu um modelo denominado Modelo de Excelência em Gestão (MEG), utilizado para a avaliação, diagnóstico e desenvolvimento do sistema de gestão de qualquer tipo de organização.

O Gerenciamento da Qualidade Total (GQT) é uma estratégia de implantação e gerenciamento das atividades da melhoria da qualidade em toda organização, criado a partir de filosofias de Juran e Deming nos anos 80. O GQT não obteve tanto sucesso devido a várias razões, dentre elas cabe citar: falta de atuação e compromisso de cima para baixo da gerência de alto nível; uso inadequado dos métodos estatísticos e reconhecimento insuficiente da redução da variabilidade como objetivo primário; e, foco excessivo em treinamento em larga escala.

A *International Standards Organization* (ISO – Organização Internacional de Padrões), responsável pela da série ISO 9000 é uma organização voluntária internacional, criada em 1946 por representantes de 25 países, atuando efetivamente desde 1947 com o objetivo de facilitar a coordenação e a unificação dos padrões industriais internacionais. Desde então publicou mais de 19.500 normas propostas no sentido de tornar os produtos e serviços seguros, confiáveis e de boa qualidade, sendo ferramentas estratégicas que reduzem os custos, minimizam os desperdícios e aumentam a produtividade. Atualmente, tem representantes de 169 países e mais de 150 pessoas trabalhando em tempo integral no desenvolvimento de padrões na Secretaria Central da ISO, em Genebra, Suíça. Para não ter diferentes siglas devido a diferentes línguas, fixaram a sigla ISO, que deriva do grego “isos”, que significa “igual”.

Assim como Juran (1990, 1997) e Deming (1990), Montgomery (2009) contribuiu para o desenvolvimento de ferramentas da qualidade, em particular as que avaliam características desejáveis de produtos ou serviços. As características da qualidade são aspectos observados no dia-a-dia, como características físicas (tamanho, voltagem, peso etc.), sensoriais (cor, aparência, gosto etc.) e de orientação temporal (durabilidade, praticidade etc.). Em geral, é através dessas características que se avalia a qualidade de determinado produto ou serviço.

Ainda neste aspecto, Deming (1990), Juran (1990, 1997), Gomes e Salas (2001) e Montgomery (2009) trazem abordagens sobre a gestão e o gerenciamento de qualidade, de forma que as empresas de produtos e serviços consigam implantar o controle da qualidade em seus processos. A melhoria da qualidade é fundamentada na gerência administrativa, envolve toda a organização e está diretamente ligada ao controle de qualidade.

2.2 Conceituando Qualidade e Desempenho

Ao longo do tempo, conceitos importantes sobre a qualidade foram definidos por várias pessoas, algumas já citadas. Montgomery (2009) define:

“Qualidade significa adequação para uso.”

O autor reporta que dois aspectos estão relacionados à adequação ao uso: Qualidade do Projeto, que são variações de qualidade aceitáveis no produto ou serviço; e Qualidade de Ajustamento, ou seja, como o produto ou serviço atende às especificações da qualidade do projeto.

Além disso, uma função da qualidade é buscar atender às necessidades dos clientes ao final do processo de desenvolvimento do produto ou serviço e, para isso, as pesquisas de preferências visam ajustar os produtos aos clientes. Uma vez que todos os produtos e serviços apresentam variabilidades, seja no processo de produção, seja em seu desempenho, não existem dois produtos idênticos e, por isso, é necessário que essa variação seja a menor possível para que o desempenho final não seja prejudicado. Assim, Montgomery (2009) define novamente:

“Qualidade é inversamente proporcional à variabilidade.”

Outra função da qualidade, ligada diretamente à melhoria da qualidade, é reduzir a variabilidade nas características-chave do produto ou serviço, que se dá ao longo do processo. Daí surge a definição feita pelo mesmo autor:

“Melhoria de Qualidade é a redução da variabilidade nos processos e produtos.”

A variabilidade só pode ser descrita em termos estatísticos. Assim, os métodos estatísticos são importantes para o estudo e para os esforços na melhoria de qualidade. Quando o processo apresenta variabilidade excessiva, o resultado tem nome: desperdício. Neste caso, a melhoria de qualidade se faz necessária para a redução dos desperdícios a partir da redução da variabilidade.

Existem dois tipos variáveis de entrada num processo: variáveis com fatores não controláveis (variáveis aleatórias) e variáveis com fatores controláveis (variáveis não aleatórias ou atribuíveis). Ao lembrar que a variabilidade é um fator existente e possui muita influência em qualquer processo, é importante descobrir quais são as causas de variáveis atribuíveis que interferem para elaborar um plano de ação no processo a fim de melhorar a qualidade, visto que o ideal é o processo ter apenas variabilidade decorrente de causas comuns, isto é, decorrente das variáveis aleatórias.

As avaliações de qualidade são feitas através das características de qualidade com variáveis atribuíveis, ou especiais, de acordo com as especificações desejadas. Nas organizações de prestações de serviço é comum essas características estarem centradas em tempos de execução do serviço e o desperdício pode ser identificado como um erro

ou engano, onde sua correção exige despesa e, dependendo do erro, perda de clientes. Assim, ao melhorar a qualidade, os custos de correção podem ser evitados e a taxa de erros é reduzida.

O processo de melhoria de qualidade envolve toda a organização, fazendo com que a gerência administrativa tenha um papel importante em liderar a implantação da melhoria da qualidade, envolvendo todos os membros, especificando sua importância, promovendo treinamentos e retreinamentos, adotando novas tecnologias, entre outras ações. Assim, para começar o planejamento de melhoria de qualidade, é necessário estabelecer metas de qualidade, que são objetivos a serem alcançados, e que devem possuir uma data fixa estipulada como limite para serem atingidas.

Ainda sobre a melhoria da qualidade, Juran (1990) diz: *“o melhoramento da qualidade é a maneira de elevar o desempenho da qualidade a níveis inéditos”*. Ele define ainda o desempenho do processo como:

“O resultado real obtido a partir da condução das operações de processamento.”

Montgomery (2009) já apresenta Desempenho como uma dimensão da qualidade, que visa responder a pergunta: “O produto realizará a tarefa pretendida?”. Tendo isto em vista, o processo de avaliação do desempenho envolve as perguntas: “Por que medir?”, “O que medir?” e “Como medir?”.

A primeira pergunta é respondida de acordo com a necessidade de acompanhar as ações da organização para avaliar se estão de acordo com as metas estabelecidas. A segunda pergunta é respondida de acordo com a verificação de um objetivo da estratégia e da missão da organização. Assim, a resposta da terceira pergunta são os indicadores. Ou seja, a qualidade e o desempenho serão avaliados por indicadores de qualidade e de desempenho.

Esses indicadores mostram, em forma numérica, a realidade da empresa e, por isso, sua análise é importante para o crescimento da organização, pois leva à tomada de decisões mais precisas.

2.3 Indicadores

Os indicadores serão utilizados a fim de facilitar a visualização e a interpretação da situação da organização SAMU/DF em relação a seus atendimentos. Por exemplo, a quantidade total de cada tipo de atendimento é importante, mas, para comparar melhor, o indicador *Fração do Tipo de Atendimento*, apresentado no Capítulo 3, mostra melhor a proporção de cada tipo em relação ao total de atendimentos.

Um indicador é uma relação matemática obtida a partir de operações com dados quantitativos a fim de medir e representar dados e estão relacionados aos objetivos e estratégias da organização. Logo, Takashina e Flores (1996) definem, mais detalhadamente, indicadores:

“Indicadores são relações que permitem uma avaliação de performance global ou parcial da organização, por meio da medição de atributos ou de resultados, com o objetivo de comparar essa medida com os resultados esperados, com resultados anteriores, ou ainda com resultados de terceiros.”

Nesse contexto, os indicadores devem ter uma descrição sobre o que será representado, como será calculado, o porquê de sua aplicação, a fonte dos valores utilizados e com qual frequência deverá ser feita a coleta dos dados. Desta forma, o entendimento da implantação desses indicadores poderá ser mais facilmente interpretado.

Para mostrar uma forma de implantar indicadores, o SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (1997) possui um programa para empresários que desejam aprimorar o gerenciamento de sua empresa através de indicadores, baseado em um material prático de determinação e implementação de indicadores. Tal material foi utilizado como uma referência neste trabalho.

Para que a implantação de indicadores seja bem sucedida em uma organização, seus colaboradores devem estar motivados e cientes dos benefícios decorrentes do uso dessa ferramenta. Deve-se cuidar para que os colaboradores não interpretem o uso de indicadores como uma avaliação do trabalho individual, o que poderia gerar competitividade interna e desentendimento. É necessário dizer que o objetivo do uso de indicadores não é bonificar ou demitir alguém, mas avaliar o desempenho da organização.

Neste estudo, os indicadores serão analisados no contexto do controle de qualidade e podem ser classificados de duas formas: como Indicadores de Qualidade ou como Indicadores de Desempenho, conforme apresentado a seguir.

2.3.1 Indicadores de Desempenho

Segundo Nuintin (2007), os indicadores de desempenho estão associados às características do produto e do processo, que decorrem de medidas quantitativas que são utilizados como ferramentas de avaliação das atividades realizadas na organização.

Os resultados de um indicador devem ser comparados aos resultados obtidos anteriormente, a fim de analisar a evolução de seu trabalho. A partir dessa comparação, pode-se obter um histórico para acompanhamento das atividades realizadas na organização por meio de ações individuais ou em equipes, que influenciam no desempenho da organização. Os indicadores podem mostrar pontos específicos que necessitem de atenção e/ou alteração, expressando as causas que afetam determinado item de qualidade.

Os indicadores de desempenho podem medir produtividade, qualidade, resultados financeiros, entre outros. Assim, um indicador de desempenho pode ser também um indicador de qualidade do processo anterior.

2.3.2 Indicadores de Qualidade

Segundo Nuintin (2007), os indicadores de qualidade estão associados às características da qualidade do produto, julgadas pelo cliente. Desta forma, o indicador de qualidade mede quantitativamente como o produto ou serviço é percebido pelo cliente e a capacidade do processo para atender aos requisitos exigidos. Ou seja, relacionados com o que os clientes notam e avaliam, tais indicadores mostram se os produtos ou serviços são realizados conforme ou não conforme idealizados. Portanto podem avaliar a eficácia dos processos e podem ser aplicados numa organização como um todo, num processo ou numa área.

Ao medir a eficácia da organização, estabelecem os efeitos de cada processo para medir a qualidade total. Mostram se a organização segue o planejamento inicial através da avaliação dos seus resultados.

Analogamente aos indicadores de desempenho, os indicadores de qualidade são analisados de acordo com resultados obtidos e de acordo com resultados esperados, ou seja, de acordo com as metas.

Os indicadores de desempenho e de qualidade não corrigem resultados desfavoráveis ao esperado, apenas indicam as variáveis que precisam de revisão quanto as suas funções e características. Assim, atuam como alerta, indicando a presença de desvios nos processos que resultam em baixo desempenho ou em baixa qualidade.

Uma forma de se verificar se o processo está operando de acordo com o planejado pode ser realizado por meio do Controle Estatístico do Processo (CEP) que

possui ferramentas utilizadas para avaliar a variabilidade existente nos processos, em especial os Gráficos de Controle Estatístico.

2.4 Gráficos de Controle no Controle Estatístico de Processo (CEP)

O conceito mais geral de Controle de Qualidade foi descrito por Juran (1990): “... é o processo gerencial durante o qual se avalia o desempenho real, o compara às metas e atua sobre a(s) diferença(s), quando existir”, ou seja, manter o processo de acordo com seu planejamento inicial de modo a continuar atingindo as metas esperadas.

Já o Controle Estatístico do Processo (CEP) é considerado por Juran (1990) como “... o uso de coleta de dados, aplicação de metodologias estatísticas aos problemas de Controle do Processo e aplicação de conceito de Capacidade do Processo,” habilidade intrínseca de um processo de execução em condições operacionais.

O CEP faz uso de diversas ferramentas para implantar qualidade em uma organização, dentre as quais cabe citar: Folha de Verificação, Diagrama Ramo-e-Folhas, Diagrama de Dispersão, Diagrama de Pareto, Diagrama de Causa e Efeito (Ishikawa), Diagrama de Concentração de Defeitos e Gráficos de Controle. A principal ferramenta é o Gráfico de Controle, que segundo Montgomery (2009) “... é um artifício para descrever, de maneira precisa, exatamente o que se entende por Controle Estatístico”, e cuja aplicação pode ocorrer em processos que possuem variáveis a serem controladas, ou em processos que possuem atributos a serem controlados.

Em geral, os gráficos possuem as mesmas referências, que são linhas horizontais usadas para delimitar um intervalo onde se observa a distribuição dos dados ao longo do tempo. A decisão do cálculo desses limites é delicada, visto que o cálculo errado de tais limites pode resultar em prejuízos. Em geral, os limites de controle são calculados a partir da fórmula:

$$\text{Limite de Controle} = LC \pm k * \sigma \quad (1)$$

onde σ é o desvio padrão dos dados, k é um valor de proporção desse desvio e LC é a referência denominada Linha Central da estatística de teste usada, conforme descrito a seguir.

- *Linha Central (LC)*: medida que informa o parâmetro médio analisado no gráfico, sendo referência para o cálculo dos limites de controle.
- *Limites Inferior e Superior de Controle (LIC e LSC)*: valores extremos que indicam que o processo pode estar fora de controle, o que demandará alguma ação corretiva. Conforme proposto por Shewhart, tais limites devem ser calculados a partir de três desvios padrões da linha central:

$$\text{Limite Inferior de Controle: } LIC = LC - 3 * \sigma \quad (2)$$

$$\text{Limite Superior de Controle: } LSC = LC + 3 * \sigma \quad (3)$$

- *Limites Inferior e Superior de Alerta (LIA e LSA):* valores que indicam que o processo pode estar saindo de controle, ou seja, se algum ponto estiver abaixo do LIA (entre LIC e LIA) ou acima do LSA (entre LSA e LSC), pode indicar a presença de alguma fonte de variação indesejada no processo. Esses limites são calculados a partir de dois desvios padrões da linha central:

$$\text{Limite Inferior de Alerta: } LIA = LC - 2 * \sigma \quad (4)$$

$$\text{Limite Superior de Alerta: } LSA = LC + 2 * \sigma \quad (5)$$

A partir dos limites LIC, LIA, LSA e LSC e da forma que os dados se comportam, realiza-se o estudo do controle de qualidade de cada indicador.

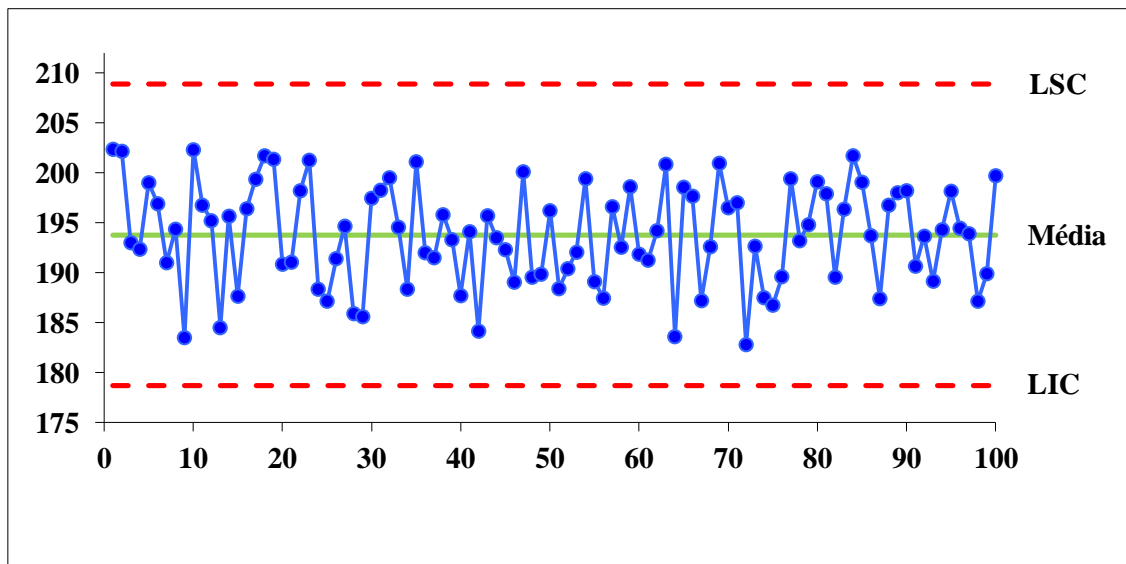
Em *Western Electric Handbook* (Montgomery, 2009) são apresentadas regras para o reconhecimento de padrões não aleatórios que indicam se o processo pode estar fora de controle, a saber:

- 1 ponto estiver fora dos limites 3σ , ou seja, abaixo do LIC ou acima do LSC;
- 2 em 3 pontos consecutivos estiverem além dos limites 2σ , ou seja, abaixo do LIA ou acima do LSA;
- 4 em 5 pontos consecutivos estiverem acima de uma distância de 1σ da LC, ou seja, abaixo de $LC - \sigma$ ou acima de $LC + \sigma$;
- 8 ou mais pontos consecutivos estiverem de um mesmo lado da LC, ou seja, estiverem todos esses abaixo da LC ou acima;
- 6 pontos em uma sequência sempre crescente ou decrescente;
- 15 pontos em uma sequência sempre a menos de 1σ de distância da LC, ou seja, acima de $LC - \sigma$ e abaixo de $LC + \sigma$ (tanto acima quanto abaixo da LC);
- 14 pontos em sequência alternadamente para cima e para baixo;
- 8 pontos em sequência de ambos os lados da LC com nenhum ponto a menos de 1σ de distância da LC, ou seja, abaixo de $LC - \sigma$ ou acima de $LC + \sigma$, mas dentro dos limites de controle;
- Um padrão não usual ou não aleatório nos lados;
- 1 ou mais pontos perto de um limite de alerta ou controle.

Montgomery (2009) faz uma observação sobre o comportamento apresentado pela distribuição dos dados no gráfico de controle. Espera-se um comportamento aleatório dos registros. Um comportamento cíclico, a presença de tendências ou sazonalidades, pode indicar que o processo está com alguma variação não aleatória, o que levaria a uma situação fora de controle.

A Figura 1 ilustra um exemplo genérico de um Gráfico de Controle, onde a média (LC) é 193,76 e o desvio padrão é 5,03. A partir destes parâmetros foram calculados os limites de controle, 178,67 (LIC) e 208,85 (LSC), e os limites inferior e superior de alerta são 183,70 e 203,82, respectivamente. Alguns dados arbitrários foram plotados no gráfico para observar seu comportamento. Observa-se que esses dados estão entres os limites de controle, o que indica que o processo está sob controle.

Figura 1 - Exemplo de Gráfico de Controle



Duas observações importantes são: (i) pode ocorrer algum ponto cair fora dos limites de controle e, neste caso, deve ser verificado se isso ocorreu devido à presença de alguma causa especial no processo, ou foi devido ao acaso; (ii) em alguns casos não há como admitir valores negativos para o limite inferior e, portanto, o limite inferior será zero. Um exemplo desta última observação seria analisar diâmetro em produção de peças e o cálculo do limite inferior resultar em um valor negativo. Como não há valores negativos para medida de diâmetro, seu limite inferior será zero.

O Controle Estatístico da Qualidade, por vezes, se concentra na mensuração de características da qualidade, atribuindo-lhes medidas em escala numérica, e no estudo dos comportamentos das distribuições das variáveis, ou características da qualidade medidas. Tal estudo, frequentemente, é feito através do cálculo de estatísticas, baseadas na amostra coletada, e posterior diagnóstico, que revelará se tais estatísticas apresentam valores aceitáveis, próximos ao esperado quando se supõe que o processo esteja controlado.

A utilização de gráficos de controle para variáveis é frequente quando o objetivo é um estudo visual do comportamento das características da qualidade e das suas respectivas estatísticas em estudo; também quando se deseja estabelecer limites aceitáveis para as variáveis. As estimativas de maior interesse são o comportamento médio da variável e a sua variabilidade.

O controle do nível médio de determinada característica da qualidade pode ser auxiliado pelo gráfico de controle para médias, ou gráfico de controle \bar{x} . Já a variabilidade pode ser estudada ao se observar a amplitude dos dados observados ou o desvio padrão. Por isso, serão apresentados, a seguir, gráficos de controle para a variabilidade: o para o desvio padrão, chamado gráfico S, e o para a amplitude, chamado gráfico R.

2.4.1 Gráficos de Controle para a Média e Amplitude

Para a construção dos gráficos de controle, se irá supor que a característica da qualidade em estudo tenha distribuição normal com média μ e desvio padrão σ , ambos os valores conhecidos. Cabe resaltar que, mesmo que a referida distribuição não seja normal, o Teorema Central do Limite permite inferir resultados aproximadamente corretos.

Os parâmetros μ e σ devem ser estimados com base em amostras coletadas em eventos dentro das especificações para a característica da qualidade. O melhor estimador de μ , baseado em m amostras, cada uma de tamanho n , é a estatística:

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \dots + \bar{x}_m}{m} \quad (6)$$

onde \bar{x}_i é a média da i -ésima amostra.

O desvio padrão é estimado utilizando o conceito de amplitude relativa, definida pela variável aleatória $W = R/\sigma$, onde R é a amplitude dos valores mensurados para a característica da qualidade. Seja d_2 estimador da média de W . Assim, $\hat{\sigma} = R/d_2$ é estimador de σ . Considere, ainda,

$$\bar{R} = \sum_{i=1}^m \frac{R_i}{m} \quad (7)$$

a amplitude média das amostras coletadas sob a suposição de processo controlado, onde R_i é a amplitude da i -ésima amostra, de um total de m amostras. Dessa forma pode-se utilizar:

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2} \quad (8)$$

como estimador não viesado de σ .

Finalmente, obtidas as estimativas, constrói-se o gráfico de controle \bar{x} , fazendo:

$$LSC = \bar{\bar{x}} + A_2 \bar{R} \quad (11)$$

$$LC = \bar{\bar{x}} \quad (12)$$

$$LIC = \bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R} \quad (13)$$

onde LSC é o Limite Superior de Controle, é a LC a Linha Central, LIC é o Limite Inferior de Controle e a constante A_2 encontra-se tabulada para vários tamanhos de amostra no Anexo 2 e é definida como segue.

$$A_2 = \frac{3}{d_2 \sqrt{n}} \quad (14)$$

Após traçadas LSC, LC e LIC num gráfico, basta plotar os valores amostrais. Dessa forma, obtêm-se o gráfico de controle para a média.

De forma equivalente, pode-se construir o gráfico R, onde:

$$LSC = D_4 \bar{R} \quad (15)$$

$$LC = \bar{R} \quad (16)$$

$$LIC = D_3 \bar{R} \quad (17)$$

As constantes D_3 e D_4 encontram-se tabuladas para vários tamanhos de amostras no Anexo 2. Cabe ressaltar que:

$$D_3 = 1 - 3 \frac{d_3}{d_2} \quad (18)$$

$$D_4 = 1 + 3 \frac{d_3}{d_2} \quad (19)$$

onde d_3 é estimador do desvio padrão de W.

No primeiro momento, os limites de controle são baseados em registros obtidos por meio de inspeções realizadas preliminarmente, por volta de 25 a 30 inspeções, coletadas de forma planejada, durante um período no qual o processo ainda não necessariamente esteja controlado. Tais limites são chamados de limites de controle tentativos. Caso não se observe valores de \bar{x} e/ou R extremos aos respectivos limites de controle tentativos e se os valores estão dispersos aleatoriamente, os limites de controle tentativos são apropriados.

No caso de valores extremos aos limites de controle tentativos, deve-se investigar se decorrem de causas atribuíveis (especiais). Neste caso, tais valores devem ser excluídos e novos limites de controle tentativos devem ser calculados. Este

procedimento deve ser repetido até que todos os registros estejam dentro dos limites de controle tentativos, ou aqueles registros que estejam externos aos mesmos sejam decorrentes de causas comuns, isto é, aleatórias.

Por vezes, não é necessário trabalhar com amostras preliminares para estimação dos parâmetros da distribuição da variável aleatória. Em alguns casos, tais parâmetros são tomados por valores de referência, ou seja, parâmetros especificados para a construção dos gráficos \bar{x} e R. Dessa forma, tem-se para o gráfico \bar{x} :

$$LSC = \mu + 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (20)$$

$$LC = \mu \quad (21)$$

$$LIC = \mu - 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (22)$$

e, para o gráfico R:

$$LSC = d_2\sigma + 3d_3\sigma \quad (23)$$

$$LC = d_2\sigma \quad (24)$$

$$LIC = d_2\sigma - 3d_3\sigma \quad (25)$$

onde μ e σ , aqui, são os parâmetros especificados, ou os valores de referência.

Cabe ressaltar que, a utilização de parâmetros previamente especificados poderá gerar diversos valores extremos aos limites de controle, principalmente quando o processo está sob controle, porém com outra média e desvio padrão. Nesses casos, recomenda-se encontrar os novos parâmetros de referência para os gráficos.

Apesar de, nesta seção, ser apresentado o gráfico \bar{x} antes do gráfico R, durante a construção destes gráficos recomenda-se inicialmente trabalhar-se com o gráfico R. Este procedimento se sustenta no fato de que alguns padrões não aleatórios dos valores do gráfico \bar{x} também podem acontecer no gráfico R, e a identificação e resolução da causa atribuível, eliminando o padrão no gráfico R, também eliminará o padrão não aleatório do gráfico \bar{x} . Dessa forma, deve-se interpretar o gráfico \bar{x} apenas sob a suposição de controle do gráfico R.

Segundo Montgomery (2009), diversos são os padrões de comportamento não aleatório para os valores que tais gráficos podem apresentar. Dentre eles tem-se: padrões cíclicos, representados por flutuações nos níveis dos valores amostrais de forma sistemática; mistura de distribuições, representada por valores amostrais próximos aos limites do gráfico de controle; deslocamento no nível do processo, que acontece quando se observa uma mudança perceptível nos níveis dos valores amostrais; tendência, identificada pela mudança contínua e em uma direção dos níveis dos valores amostrais;

e a estratificação, que ocorre quando os valores amostrais se agrupam artificialmente em torno da linha central.

Conforme o autor, a interpretação de tais padrões leva em conta os comportamentos em ambos os gráficos em referência. Caso a distribuição dos valores da característica da qualidade seja normal, \bar{x} e R se comportarão de forma independente. Nos casos em que tal independência não for satisfeita, existirão indícios de que a referida distribuição é assimétrica e, nesses casos, as análises podem se mostrar equivocadas, ao supor normalidade da distribuição.

Os gráficos de controle \bar{x} e R são apropriados para o controle de qualidade de um processo, disponibilizando informações preciosas. Tais informações concernem da identificação de valores além dos limites de controle tentativos, possíveis padrões desses valores, associação entre \bar{x} e R, interpretações sobre a capacidade do processo, entre outras. Outras ferramentas também são utilizadas no auxílio ao controle de qualidade. Entre elas estão os gráficos de controle para a média e desvio padrão, abordada na próxima seção.

2.4.2 Gráficos de Controle para Média e Desvio Padrão

Apesar do bom desempenho do gráfico R ao fornecer informações sobre o processo, o método da amplitude para estimar σ perde eficiência estatística para tamanhos de amostras moderados ou grandes, como explica Montgomery (2009). Nesses casos, pode-se estimar σ diretamente do processo, utilizando o conceito de variância amostral. Tal método levará aos gráficos de controle \bar{x} e S, onde os demais passos para a construção destes remetem aos passos da construção dos gráficos de controle \bar{x} e R.

Embora a construção tanto dos gráficos \bar{x} e R quanto dos gráficos \bar{x} e S sigam as mesmas etapas, nesta deve-se calcular a média amostral \bar{x} e o desvio padrão amostral S, para cada amostra. Porém, o desvio padrão amostral S não é um estimador não viesado do desvio padrão populacional σ . Pode-se mostrar que:

$$E(S) = \left(\frac{2}{n-1}\right)^{1/2} \frac{\Gamma(n/2)}{\Gamma[(n-1)/2]} \sigma = c_4\sigma \quad (26)$$

Dessa forma, um estimador não viesado para σ será:

$$\hat{\sigma} = \frac{S}{c_4} \quad (27)$$

desde que a distribuição da variável aleatória seja a normal. Então S, na verdade, estima $c_4\sigma$. Também se pode mostrar que o desvio padrão de S é $\sigma\sqrt{1-c_4^2}$. Respectivas estimativas serão utilizadas para definir:

$$LSC = c_4\sigma + 3\sigma\sqrt{1 - c_4^2} \quad (28)$$

$$LC = c_4\sigma \quad (29)$$

$$LIC = c_4\sigma - 3\sigma\sqrt{1 - c_4^2} \quad (30)$$

Caso os parâmetros da distribuição não sejam especificados, utiliza-se a Equação (27), de tal forma que:

$$LSC = \bar{S} + 3\frac{\bar{S}}{c_4}\sqrt{1 - c_4^2} \quad (31)$$

$$LC = \bar{S} \quad (32)$$

$$LIC = \bar{S} - 3\frac{\bar{S}}{c_4}\sqrt{1 - c_4^2} \quad (33)$$

onde \bar{S} estima S , sendo a média da variância das m amostras constituídas. Finalmente, obtidas as estimativas, constrói-se o gráfico de controle \bar{x} , fazendo:

$$LSC = \bar{x} + A_3\bar{S} \quad (34)$$

$$LC = \bar{x} \quad (35)$$

$$LIC = \bar{x} - A_3\bar{S} \quad (36)$$

onde a constante A_3 encontra-se tabulada para vários tamanhos de amostra no Anexo 2 e é definida como segue.

$$A_3 = \frac{3}{c_4\sqrt{n}} \quad (37)$$

Como já dito, os demais passos para a construção dos gráficos \bar{x} e S seguem os dos gráficos \bar{x} e R , bem como informações e interpretações.

2.4.3 Gráfico de Controle para a Variância

Uma alternativa para o acompanhamento e controle da variância, e que fornece limites de probabilidade para a variância da variável, é o gráfico de controle S^2 , baseados na variância amostral, como segue:

$$LSC = \frac{\bar{S}^2}{n - 1}\chi_{\alpha/2, n-1}^2 \quad (38)$$

$$LC = \bar{S}^2 \quad (39)$$

$$LIC = \frac{\bar{S}^2}{n-1} \chi_{1-(\alpha/2), n-1}^2 \quad (40)$$

onde $\chi_{\alpha/2, n-1}^2$ e $\chi_{1-(\alpha/2), n-1}^2$ denotam os valores críticos $\alpha/2$ e $1 - (\alpha/2)$ da distribuição Qui-Quadrado com $n - 1$ graus de liberdade, e \bar{S}^2 é a variância amostral média das m amostras coletadas, ou, simplesmente, o estimador da variância.

2.4.4 Gráfico de Controle para Médias Móveis Exponencialmente Ponderadas (MMEP)

O gráfico de controle da Média Móvel Exponencialmente Ponderada (MMEP) também é uma ferramenta empregada no controle de qualidade, mostrando-se relevante em estudos cujo interesse é detectar pequenas mudanças no processo. Para tanto, este gráfico é tipicamente utilizado com observações individuais. Mas também podem ser obtidos resultados com subgrupos racionais de tamanho $n > 1$.

Inicialmente, para construção deste gráfico, deve-se estabelecer a MMEP:

$$z_i = \lambda x_i + (1 - \lambda)z_{i-1} \quad (41)$$

onde x_i é a i -ésima observação da variável aleatória em estudo e $0 < \lambda < 1$ é uma constante, que estabelece a atribuição de pesos à observação corrente e às precedentes. O valor inicial é o alvo do processo, de modo que:

$$z_0 = \mu_0 \quad (42)$$

Por vezes, a média dos dados preliminares é usada como o valor inicial do MMEP, ou seja, $z_0 = \bar{x}$.

Caso as observações x_i sejam variáveis aleatórias independentes com variância σ^2 , então a variância de z_i será:

$$\sigma_{z_i}^2 = \sigma^2 \left(\frac{\lambda}{2 - \lambda} \right) [1 - (1 - \lambda)^{2i}] \quad (43)$$

Dessa forma, como a MMEP é a média ponderada das observações passadas e presente, o gráfico MMEP é insensível à hipótese de normalidade, que o torna ideal para ser usado com observações individuais e uma boa alternativa aos gráficos de controle de Shewhart, visto que é livre de distribuição e, portanto, robusto.

Finalmente, pode-se definir o gráfico de controle MMEP pelos seguintes limites de controle e linha central:

$$LSC = \mu_0 + L\sigma \sqrt{\left(\frac{\lambda}{2 - \lambda} \right) [1 - (1 - \lambda)^{2i}]} \quad (44)$$

$$LC = \mu_0 \quad (45)$$

$$LIC = \mu_0 - L\sigma \sqrt{\left(\frac{\lambda}{2-\lambda}\right) [1 - (1-\lambda)^{2i}]} \quad (46)$$

onde o fator L é a largura dos limites de controle, múltiplo de sigma. Como:

$$\lim_{i \rightarrow \infty} (1-\lambda)^{2i} = 0 \quad (47)$$

onde $0 < \lambda < 1$, os limites de controle, após vários períodos de mensuração, se aproximarão dos seguintes limites estacionários.

$$LSC = \mu_0 + L\sigma \sqrt{\left(\frac{\lambda}{2-\lambda}\right)} \quad (48)$$

$$LIC = \mu_0 - L\sigma \sqrt{\left(\frac{\lambda}{2-\lambda}\right)} \quad (49)$$

Entretanto, para melhor desempenho na detecção de processo fora do alvo no início da aplicação do gráfico de controle MMEP, devem ser utilizados os limites estabelecidos pelas Equações (44) e (46).

Além dos parâmetros L e λ , deve-se estabelecer o Comprimento Médio da Sequencia (CMS) do gráfico de controle, que é o número médio de pontos que devem ser marcados antes que um ponto indique uma condição fora de controle. Para tanto, estudos fornecem tabelas ou gráficos para o comprimento médio da sequência, em função de L e λ .

A magnitude do parâmetro λ deve acompanhar o tamanho da mudança que se deseja captar, ou seja, quanto menor for a variação tolerável, menor será λ , sendo $\lambda = 0,05$, $\lambda = 0,1$, $\lambda = 0,2$ e $\lambda = 0,4$ valores comumente citados. O parâmetro valorado $L = 3$, que designa os limites naturais do gráfico de controle, pode ser utilizado para maiores valores de λ . Para menores valores de λ , existe vantagem em reduzir a largura dos limites, fazendo $2,6 \leq L \leq 2,8$.

Segundo Montgomery (2009), embora o gráfico de controle MMEP tenha um bom desempenho ao captar pequenas variações no processo, tal eficiência não se estende à captação de grandes variações. Dessa forma, para um melhor controle da qualidade do processo, pode-se combinar o gráfico de controle MMEP com um gráfico de Shewhart. Neste caso, é útil utilizar limites um pouco mais amplos no gráfico de Shewhart. Temos também a sobreposição dos gráficos, permitindo visualizar em uma única fonte: x_i , ou \bar{x}_i , a estatística z_i e respectivos limites de controle. Cabe ressaltar que resultados similares podem ser observados na utilização de subgrupos racionais de tamanho $n > 1$, bastando apenas substituir x_i por \bar{x}_i , e σ por $\sigma_{\bar{x}} = \sigma\sqrt{n}$, onde couber.

A partir dos gráficos descritos neste Capítulo, pode ser feita proposta para análise e acompanhamento de indicadores que podem ser criados e implantados no SAMU/DF. Desta forma, os gráficos de controle usarão parâmetros dos indicadores para calcular os limites e, comparando com períodos anteriores, gerarão conclusões sobre as variáveis analisadas.

Capítulo 3. Aplicação dos Indicadores e Gráficos

Este capítulo apresenta a proposta de alguns indicadores a partir de informações coletadas pelo SAMU/DF. Em seguida, apresenta os gráficos de controle que serão propostos para o estudo, a análise descritiva das variáveis relacionadas e suas parametrizações. Uma vez que há problemas nos registros de alguns dados, alguns indicadores não poderão ser estudados devido à falta de informações.

3.1 Indicadores propostos para o SAMU

No SAMU/DF, dados coletados nos atendimentos realizados são registrados na Central de Regulação, cujos técnicos mantêm contato com as equipes de atendimento por meio de rádio durante todo o procedimento, sincronizando os registros relativos ao atendimento no momento em que o socorro é feito.

A partir desses registros, indicadores podem ser criados e estabelecidos pelo SAMU/DF. Este trabalho propõe alguns indicadores que podem ser utilizados para medir o nível de serviço realizado pelo SAMU. A Tabela 1 apresenta uma proposta de indicadores e faz uma adaptação em alguns indicadores já utilizados pelo SAMU/DF.

Tabela 1 - Indicadores proposto para medir o nível de serviço do SAMU/DF

Nome	Descrição	Fórmula
Número Médio de Atendimentos	Indica a quantidade média de atendimentos.	$\frac{\text{atendimentos realizados no período}}{\text{dias no período}}$
Fração do Tipo de Atendimento	Indica a fração de atendimentos para cada tipo (clínico, obstétrico, psicológico e traumático).	$\frac{\text{atendimentos do tipo X}}{\text{atendimentos no mês}}$
Fração da Gravidade de Atendimento	Indica a fração de atendimentos para cada gravidade (ileso, pequena, média, severa e morte).	$\frac{\text{atendimentos da gravidade Y}}{\text{atendimentos no mês}}$
Razão Percentual dos Locais de Atendimentos	Indica a porcentagem de atendimentos em cada cidade ou bairro onde foram feitos os socorros.	$\frac{\text{atendimentos no local}}{\text{atendimentos no mês}}$
Tempo Médio entre Acionamento e Chegada da Ambulância ao Local	Indica o tempo médio que durou desde o momento em que foi feito o acionamento da ambulância até a chegada ao local.	$\frac{\text{tempo decorrido até a chegada ao local}}{\text{quantidade de atendimentos}}$
Tempo Resposta Médio pela Gravidade do Atendimento	Indica o tempo médio que durou desde o momento que foi atendida a ligação de pedido de socorro até a chegada da ambulância ao local, para cada gravidade.	$\frac{\text{soma dos tempos resposta para gravidade Y}}{\text{quantidade de atendimentos}}$
Fração de Atendimentos em Faixas Horária	Indica a proporção de atendimentos em cada faixa horária.	$\frac{\text{atendimentos na faixa horária}}{\text{atendimentos no mês}}$

A proposta desses indicadores é fazer o acompanhamento e a avaliação dos atendimentos oferecidos pelo SAMU/DF através de Gráficos de Controle. A partir dessa análise, poderão ser feitas propostas para melhorias do nível de serviço desses atendimentos.

Dentre os indicadores propostos, foi escolhido o indicador *Número Médio de Atendimentos*, por dia e por mês, como um exercício da aplicação do controle de qualidade dado o caráter tático e operacional que o mesmo possui. O resultado mensal deve ser acompanhado pelo nível médio da empresa, isto é, pela gerência, enquanto o indicador diário deve ser acompanhado pela supervisão.

Ademais, para esse indicador os dados disponibilizados pelo SAMU/DF foram suficientes para ser realizada uma análise descritiva, enquanto para os demais, havia insuficiência de registros, ou os dados estavam incompletos.

Para o indicador mensal optou-se pelo uso do gráfico de controle proposto por Shewhart que acompanha a média e o desvio-padrão do processo, enquanto que para o indicador diário, propõe-se o uso do gráfico de Médias Móveis (MMEP).

3.2 Gráficos de Controle para os Indicadores do SAMU

Os gráficos de controle trazem uma visualização do comportamento do processo de acordo com os limites de controle, como descritos no Capítulo anterior. Neste estudo, sua principal aplicação será avaliar a quantidade média diária de atendimentos realizados pelo SAMU/DF, a partir do indicador *Número Médio de Atendimentos*, calculado por mês e por dia.

Desta forma, a fim de acompanhar a evolução da quantidade de atendimentos, as comparações com períodos anteriores através dos gráficos de controle podem ser objeto de planejamento para os meses seguintes.

Para esse acompanhamento não será necessário trabalhar com amostras. As informações disponibilizadas pelo SAMU/DF permitem trabalhar com todos os dados e obter interpretação e avaliação.

3.2.1 Gráficos de Controle para o Número Médio de Atendimentos, calculado por Mês

O indicador *Número Médio de Atendimentos* calculado por mês apresenta informações da quantidade média de atendimentos diários em cada mês. Para este indicador, foi escolhido o Gráfico de Controle de Shewhart para Média e Desvio Padrão, pois se adapta melhor ao aspecto gerencial. Este gráfico terá periodicidade mensal para seus cálculos e comparações com meses anteriores.

3.2.1.1 Parametrizando os Gráficos de Controle para Indicadores do SAMU

O indicador *Número Médio de Atendimentos por Mês*, definido na Tabela 1, auxiliará o controle da gestão estratégica, identificando valores médios esperados no mês e utilizando-os para tomadas de decisão, além das demais informações fornecidas por tais gráficos, tão citadas anteriormente.

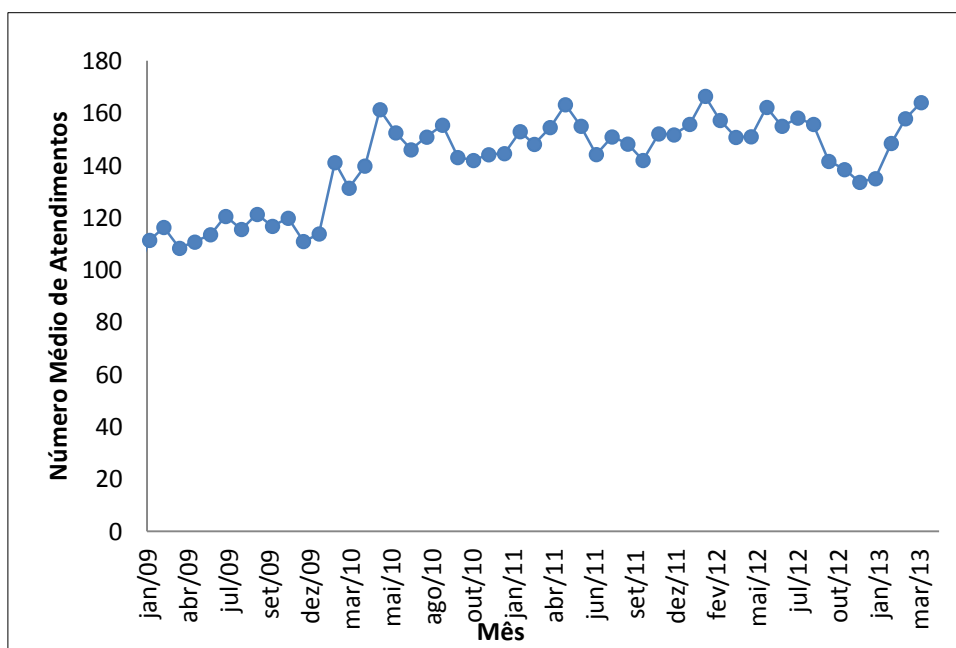
A valoração do indicador foi baseada em dados disponibilizados pelo SAMU/DF, os quais compreendiam o período entre 11 de janeiro de 2009 e 30 de abril de 2013 e referem-se à quantidade de atendimentos diários realizados pelo SAMU no Distrito Federal. A Tabela 2 apresenta as quantidades médias dos atendimentos, por mês.

Tabela 2 - Número Médio de Atendimentos por Mês Realizados pelo SAMU no Distrito Federal

Mês	Ano				
	2009	2010	2011	2012	2013
Janeiro	95,48	113,81	144,52	155,71	134,94
Fevereiro	111,36	141,07	152,93	166,45	148,43
Março	116,29	131,29	148,06	157,23	157,87
Abril	108,30	139,77	154,50	150,73	164,03
Mai	110,68	161,32	163,23	150,97	
Junho	113,50	152,47	155,00	162,20	
Julho	120,48	145,97	144,16	155,00	
Agosto	115,52	150,84	150,90	158,13	
Setembro	121,27	155,40	148,17	155,70	
Outubro	116,71	143,03	141,90	141,55	
Novembro	119,80	141,90	152,07	138,40	
Dezembro	110,90	144,10	151,68	133,55	

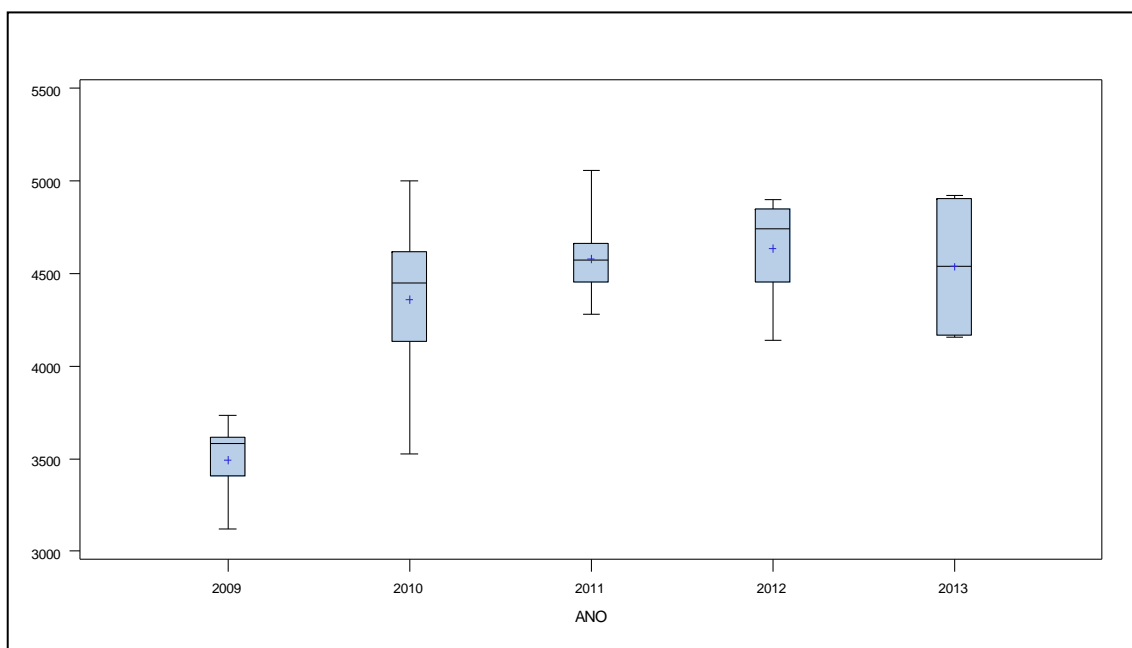
A visualização da dispersão destes dados pode ser feita através do Gráfico2.

Figura 2 - Dispersão do Número Médio de Atendimentos Realizados pelo SAMU/DF entre Fevereiro de 2009 e Março de 2013



Visando a obtenção de informações mais reais e atuais, serão utilizados neste trabalho apenas dados posteriores a janeiro de 2010. Isso se deve à mudança de nível do número médio de atendimentos ocorrida em fevereiro de 2010, como pode ser observado no Gráfico 2 e valorado na Tabela 2. Cabe ressaltar que o gráfico de Box-plot segregado por ano evidencia a discrepância dos valores registrados em 2009 dos demais.

Figura 3 - Box-plot do Número de Atendimentos Mensais entre Fevereiro de 2009 e Abril de 2013



Como o gráfico de controle de Shewhart para Média e Desvio Padrão, indicado para este indicador, é sensível à normalidade dos dados, faz-se necessário estudar a distribuição do número médio de atendimentos diários por mês. Para tanto, as seguintes medidas foram obtidas, relativas ao indicador.

Tabela 3 - Medidas Descritivas da Distribuição do Número Médio de Atendimentos por Mês entre Fevereiro de 2010 e Abril de 2013

Variável	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Assimetria	Meses Observados	Total de Atendimentos
Número Médio de Atendimentos	149,88	8,63	-0,183	39	177.569

Tabela 4 - Quartis da Distribuição do Número Médio de Atendimentos por Mês entre Fevereiro de 2010 e Abril de 2013

Variável	Primeiro Quartil	Mediana	Terceiro Quartil	Desvio Inter-quartílico	Amplitude	Mínimo	Máximo
Número Médio de Atendimentos	143,0	150,9	155,7	12,7	35,16	131,3	166,5

Dessa forma, a série utilizada possui 39 meses, os quais apresentam a média de atendimentos diários de, aproximadamente, cento e cinquenta. Também podemos observar as pequenas magnitudes relativas, tanto do desvio interquartílico e da amplitude da distribuição. Tais medidas nos informam uma concentração dos dados em torno da média. Tal indicação é confirmada pelo baixo desvio padrão da variável. Essas informações podem indicar uma normalidade da variável. Para sua confirmação, a hipótese de normalidade foi testada, conforme Tabela 5.

Tabela 5 - Testes para Normalidade da Distribuição do Número Médio de Atendimentos por Mês entre Fevereiro de 2010 e Abril de 2013

Teste	Estatística	p-Valor
Shapiro-Wilk	0,9831	0,8142
Kolmogorov-Smirnov	0,1037	> 0,15
Cramer-von Mises	0,0394	> 0,25
Anderson-Darling	0,2248	> 0,25

Para testar a normalidade, é definida a hipótese nula como a afirmação de que a variável tem distribuição Normal. A partir desta hipótese, é escolhido o valor do nível de significância, $\alpha = 0,05$, para o cálculo da estatística de teste. Assim, ao comparar a

estatística do teste calculada com valores tabelados ou comparar o p-valor obtido com o nível de significância α , decide-se rejeitar a hipótese de normalidade se o valor obtido foi menor que o valor tabelado ou 0,05, concluindo que a distribuição não é Normal; ou aceitar a hipótese de normalidade se o valor obtido foi maior que o valor tabelado ou 0,05, concluindo que a distribuição é Normal.

Logo, o alto p-valor observado nos testes para a hipótese de normalidade da variável indica a não rejeição de tal hipótese. Visualmente, podemos perceber tal normalidade a partir do histograma da variável, onde a curva normal ajustada aos dados também foi plotada; e através do Q-Q plot da variável em estudo com a normal.

Figura 4 - Histograma da Distribuição do Número Médio de Atendimentos por Mês entre Fevereiro de 2010 e Abril de 2013

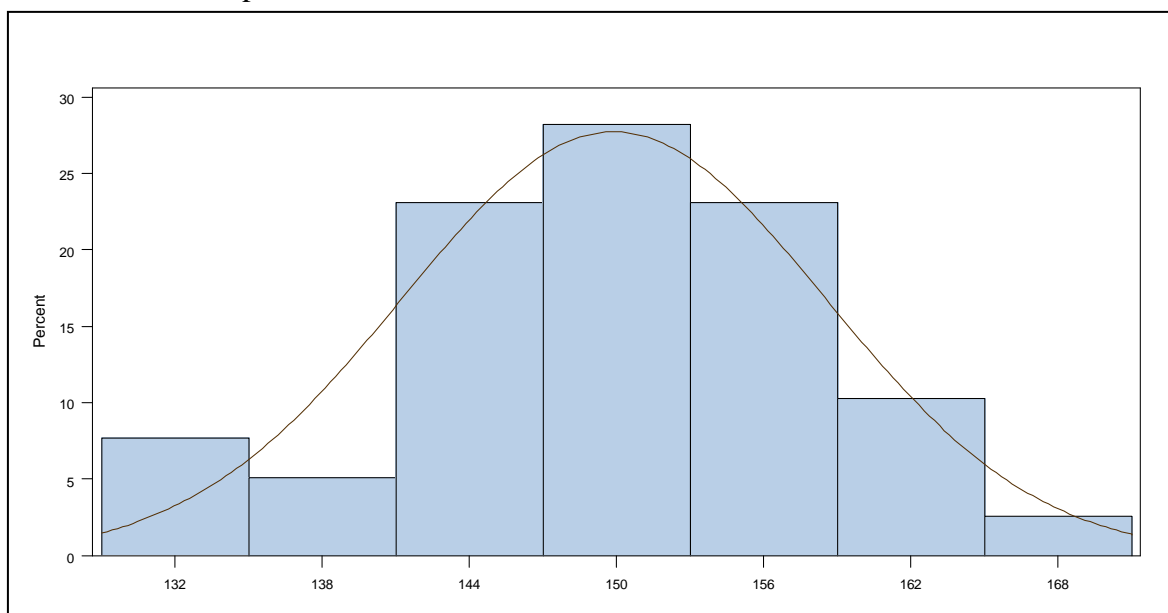
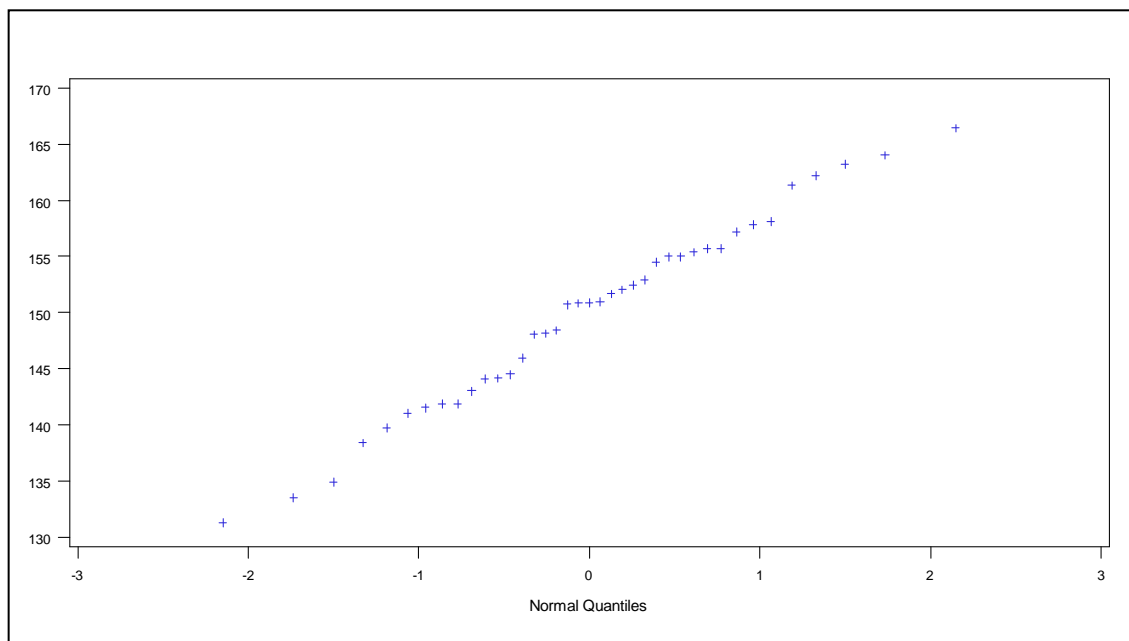


Figura 5 - Q-Q Plot da Distribuição do Número Médio de Atendimentos por Mês entre Fevereiro de 2010 e Abril de 2013



Satisfeita a condição de normalidade, é possível construir os gráficos de controle de Shewhart para Média e Desvio Padrão. Cabe ressaltar que a média informada na Tabela 3, que é a média das médias mensais da quantidade de atendimentos realizados, será a linha central do gráfico \bar{x} , conforme Equação (35). Para cálculo dos limites de controle dos gráficos \bar{x} e S , além da linha central do gráfico S , é necessário o cálculo da estatística \bar{S} , definida pela Equação (50). Para tanto, a Tabela 6 informa o desvio padrão do número de atendimentos por mês.

Tabela 6 - Desvio Padrão do Número de Atendimentos Realizados pelo SAMU no Distrito Federal

Mês	Ano			
	2010	2011	2012	2013
Janeiro	-	19,95	14,48	15,01
Fevereiro	13,39	14,83	16,78	14,26
Março	12,35	15,12	17,63	22,61
Abril	32,08	14,51	16,49	15,80
Maio	13,47	16,80	13,88	-
Junho	14,12	21,17	15,54	-
Julho	9,54	14,65	11,28	-
Agosto	15,92	14,59	14,40	-
Setembro	12,25	25,88	17,07	-
Outubro	15,84	19,56	17,86	-
Novembro	17,16	11,61	13,60	-
Dezembro	22,57	19,05	15,63	-

A partir dos dados informados na Tabela 6 e para construção do gráfico de controle para a variação do número médio de atendimentos, é definida a seguinte estatística:

$$\bar{S} = \sum_{i=1}^m \frac{S_i}{m} = 16,38 \quad (50)$$

onde S_i é o desvio padrão do i -ésimo mês, dentre os 39 analisados; assim, $i = 1, \dots, m$ e $m = 39$. Esta estatística será a linha central do gráfico S , cujos limites superior e inferior são determinados, respectivamente, pelas Equações (31) e (33), onde, para cálculo da constante c_4 , devemos considerar que o número de dias observados em cada mês $n = 30 > 25$. Dessa forma, segundo Montgomery (2009), a seguinte aproximação poderá ser utilizada.

$$c_4 \cong \frac{4(n-1)}{4n-3} = \frac{4(30-1)}{4*30-3} = 0,9915 \quad (51)$$

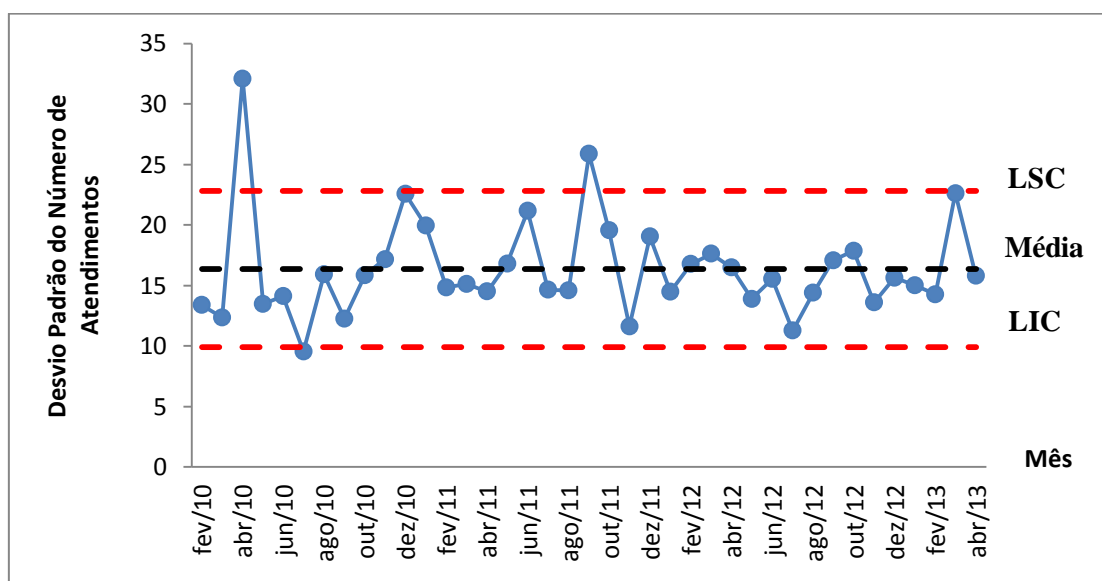
Finalmente, podemos estabelecer os limites para o gráfico S .

$$LSC = 16,38 + 3 \frac{16,38}{0,9915} \sqrt{1 - 0,983} = 22,84 \quad (52)$$

$$LIC = 16,38 - 3 \frac{16,38}{0,9915} \sqrt{1 - 0,983} = 9,92 \quad (53)$$

Feito isto, se obtém o gráfico S para a variação do número médio de atendimentos por mês, como segue.

Figura 6 - Gráfico de Controle de Shewhart para o Desvio Padrão dos Atendimentos por Mês



De maneira similar, pode-se construir o gráfico de controle de Shewhart para o número médio de atendimentos. Inicialmente é definido:

$$\bar{\bar{x}} = \sum_{i=1}^m \frac{\bar{x}_i}{m} = 149,86 \quad (54)$$

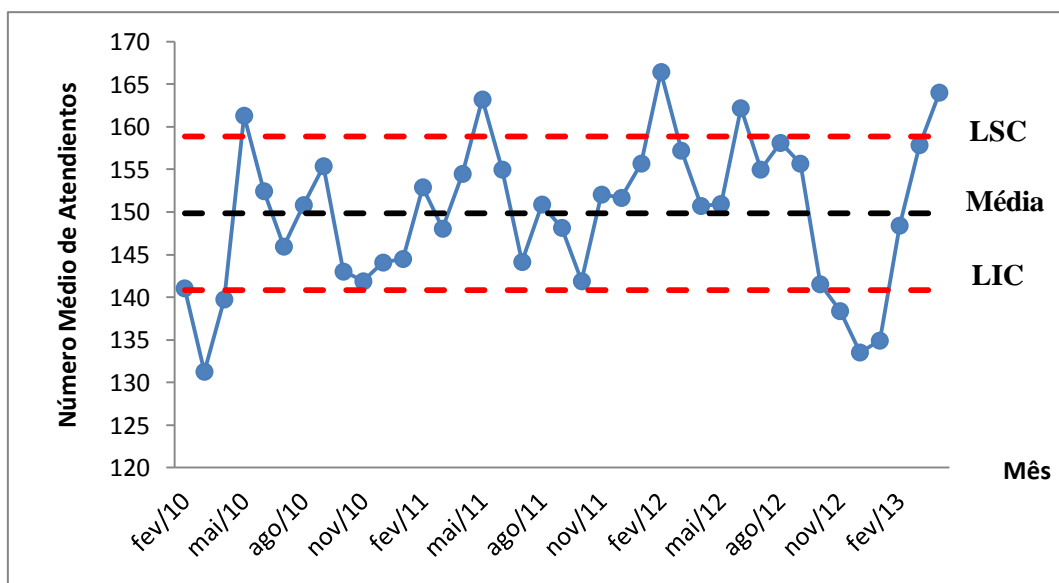
onde a estatística $\bar{\bar{x}}$ será a linha central do gráfico \bar{x} . A substituição nas Equações (34) e (36) pelas estatísticas obtidas fornecem os limites de controle do gráfico \bar{x} , como segue.

$$LSC = 149,86 + \frac{3}{0,9915\sqrt{30}} 16,32 = 158,88 \quad (55)$$

$$LIC = 149,86 - \frac{3}{0,9915\sqrt{30}} 16,32 = 140,84 \quad (56)$$

Feito isto, se obtém o gráfico \bar{x} para o número médio de atendimentos por mês, como segue.

Figura 7 - Gráfico de Controle de Shewhart para o Número Médio de Atendimentos por Mês



Nos dois gráficos apresentados, para desvios padrões e para médias, existem pontos fora de controle, ou seja, acima de LSC ou abaixo do LIC. Para esses casos, dever-se-ia procurar identificar suas causas. De acordo com as causas detectadas, ações como descritas como na seção 2.4.1 deverão ser tomadas, seja manter esses pontos ou retirá-los e refazer os limites e gráficos.

Ainda pode-se observar na Figura 7 que há uma sequência de 11 pontos acima da LC, o que seria um indicativo de o processo estar fora de controle, segundo descrito no item 2.4.

3.2.2 Gráficos de Controle para o Número de Atendimentos, por Dia

Para acompanhar a evolução do indicador *Número de Atendimentos* realizados por dia foi escolhido o Gráfico de Controle de MMEP, pois se adapta melhor ao aspecto operacional.

3.2.2.1 Parametrizando os Gráficos de Controle para Indicadores do SAMU

O indicador tratado nesta seção, o *Número de Atendimentos Diários*, realizados pelo SAMU/DF, tem importância no acompanhamento operacional da instituição. No entanto, não será utilizado o exato número do respectivo dia, mas sim uma Média Móvel Exponencialmente Ponderada (MMEP) deste com as quantidades de atendimento dos dias anteriores.

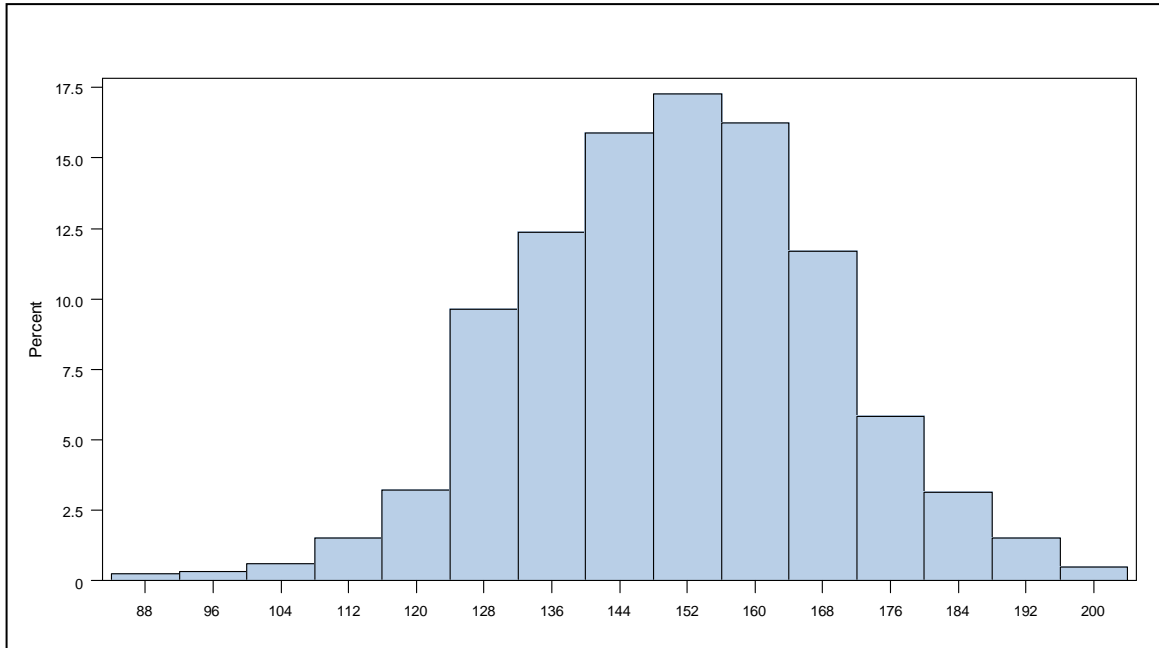
A fim de identificar média e variância das observações diárias do número de atendimentos, foi construída a Tabela 7, com as medidas descritivas da distribuição do número diário de atendimentos. Para tanto, foi utilizado apenas os dados entre fevereiro de 2010 e abril de 2013, visando a atualidade das informações.

Tabela 7 - Medidas Descritivas da Distribuição do Número de Atendimentos Diários entre Fevereiro de 2010 e Abril de 2013

Variável	Média	Variância	Desvio Padrão	Coefficiente de Assimetria	Dias Observados
Número Médio de Atendimentos Diários	150,16	324,54	18,015	-0,1071	1.184

Como o gráfico MMEP não é sensível à normalidade das observações, não foram realizados testes para a hipótese de normalidade, embora o baixo nível absoluto do coeficiente de assimetria informado na Tabela 7 e o histograma da variável em estudo, que pode ser observado na Figura 8, sugiram tal normalidade.

Figura 8 - Histograma da Distribuição do Número de Atendimentos Diários entre Fevereiro de 2010 e Abril de 2013



A definição da MMEP, dada pela Equação (41), necessita da escolha do parâmetro λ , parâmetro este que atribuirá os pesos da observação atual e das observações passadas. Optou-se, inicialmente, por valorizar as observações atuais, utilizando $\lambda = 0,2$. Em seguida, obteve-se $z_0 = \bar{x} = 150,16$, possibilitando a construção da estatística z_i para todos os dias e o conhecimento da linha central do gráfico MMEP. Então, o valor da variância da estatística z_i , dada pela Equação (43), é:

$$\sigma_{z_i}^2 = 324,54 \left(\frac{0,2}{2 - 0,2} \right) [1 - (1 - 0,2)^{2i}] = 36,06 [1 - (0,8)^{2i}] \quad (57)$$

A definição dos limites de controle do gráfico MMEP, além das informações já obtidas, envolve a escolha do parâmetro L . Para $\lambda = 0,2$, foi definido $L = 2,86$. Finalmente pode-se construir o gráfico MMEP tal que,

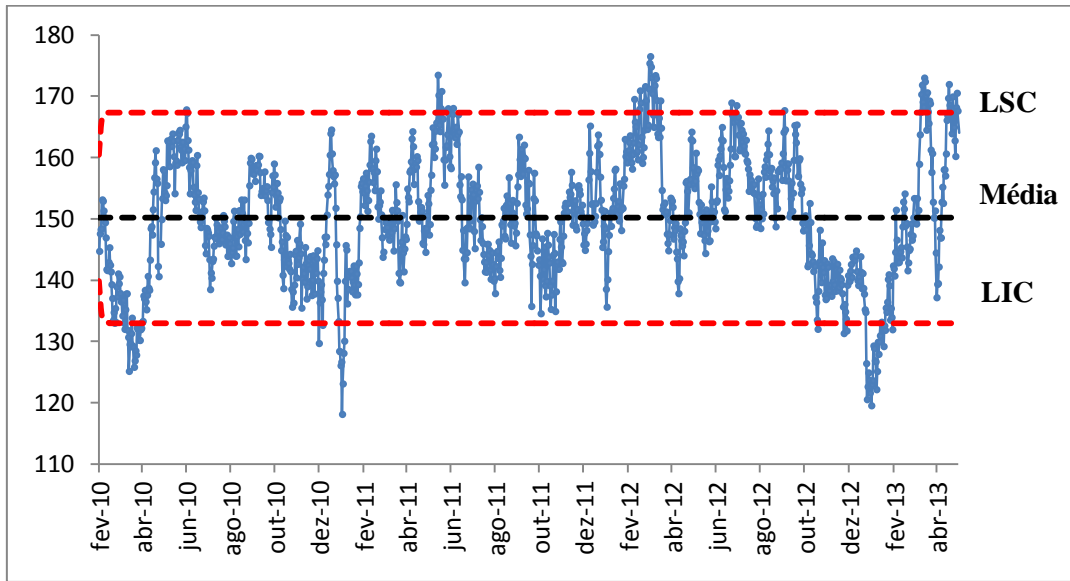
$$LSC_i = 150,16 + 2,86 * 18,01 \sqrt{\left(\frac{0,2}{2 - 0,2} \right) [1 - (1 - 0,2)^{2i}]} \quad (58)$$

$$LC = 150,16 \quad (59)$$

$$LIC_i = 150,16 - 2,86 * 18,01 \sqrt{\left(\frac{0,2}{2 - 0,2} \right) [1 - (1 - 0,2)^{2i}]} \quad (60)$$

conforme Equações (44), (45) e (46). Assim, se obteve o seguinte gráfico MMEP.

Figura 9 - Gráfico MMEP do Número de Atendimentos Diários Realizados pelo SAMU/DF entre Fevereiro de 2010 e Abril de 2013



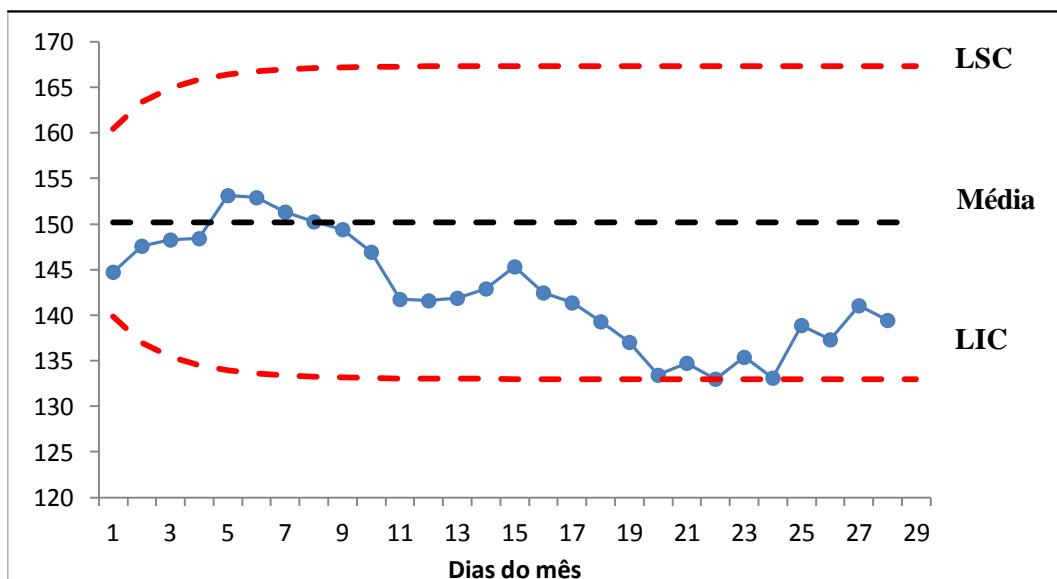
Como previsto pelas Equações (48) e (49) os limites de controle se tornam estacionários. Isso ocorre já na vigésima oitava observação, apresentando os seguintes níveis.

$$LSC = 167,33 \quad (61)$$

$$LIC = 132,99 \quad (62)$$

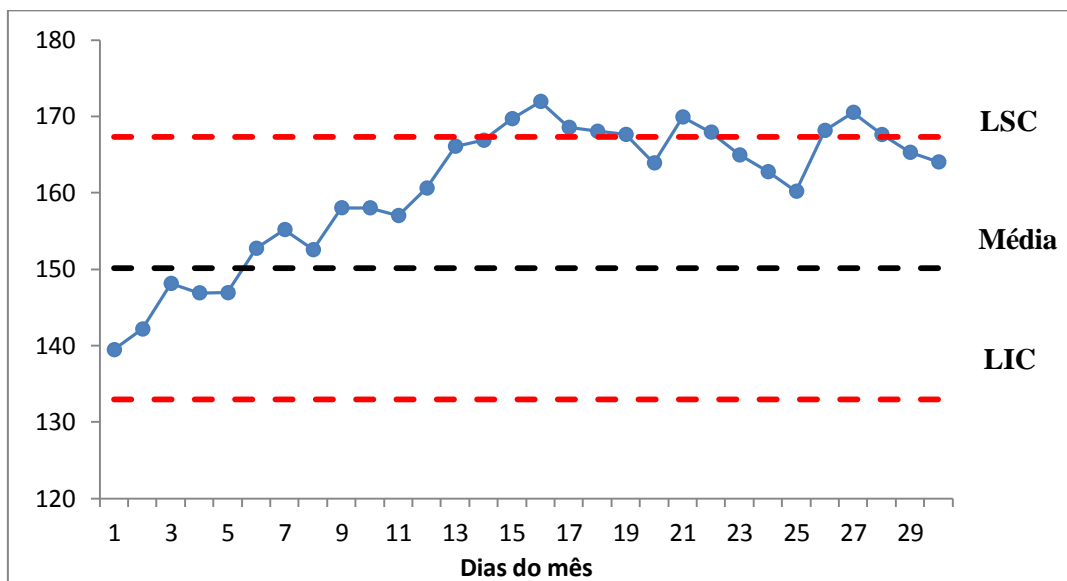
Para uma melhor visualização dessa estabilização, segue o gráfico MMEP para o primeiro mês em análise.

Figura 10 - Gráfico MMEP do Número de Atendimentos Diários Realizados pelo SAMU/DF em Fevereiro de 2010



Dessa forma, o controle operacional do processo pode ser feito utilizando os limites supracitados e investigando as possíveis causas dos pontos fora de controle, caso existam. A identificação visual destes pontos pode ser feita plotando as observações diárias do número de atendimentos, em cada mês, por exemplo, como segue para abril de 2013.

Figura 11 - Gráfico MMEP do Número de Atendimentos Diários Realizados pelo SAMU/DF em Abril de 2013



Na Figura 10 observa-se que todos os pontos estão dentro dos limites de controle, apesar de 3 deles estarem muito próximos do LIC. Esta proximidade pode indicar que o processo pode estar saindo de controle, o que indica uma situação de alerta. Na Figura 11 observam-se alguns pontos acima do LSC. Para esses casos, dever-se-ia procurar identificar suas causas. De acordo com as causas identificadas, ações como descritas como na seção 2.4.1 deverão ser tomadas, seja manter esses pontos ou retirá-los e refazer os limites e gráficos.

Nas Figuras 10 e 11 ainda se observa uma sequência de pontos em um mesmo lado da LC, o que seria outro indicativo de que o processo pode estar fora de controle, segundo descrito na seção 2.4.

Logo, deve-se observar que, caso o nível do número diário de atendimentos mude de forma significativa e em longo prazo, os referidos limites devem ser atualizados, garantindo um controle mais aprimorado sobre a gestão da qualidade do processo.

Uma vez feitos os cálculos e gráficos, devidamente padronizados, pode-se analisar e concluir os resultados apontados neste estudo. A partir dessas conclusões,

pode ser iniciado um planejamento para controlar ou melhorar o processo. Essas conclusões serão apontadas no capítulo seguinte.

3.3 Passo-a-passo para a implantação dos gráficos sugeridos

Uma vez estudado e aplicado o CEP e os gráficos de controle, se faz necessário apresentar os passos a serem seguidos para a implantação deles. Esses passos serão direcionados para a implantação no SAMU/DF, que foi objeto de estudo deste trabalho.

3.3.1 Implementação do Controle Estatístico do Processo

Para o sucesso do CEP é importante o compromisso e o envolvimento da gerência e deve envolver um grupo de pessoas. Como o CEP visa melhoria contínua com um programa de redução de variabilidade, este processo precisa se tornar parte da rotina da organização.

Assim, para implementar o CEP, Montgomery (2009) apresenta elementos de um programa de CEP bem sucedido, apresentados a seguir:

1. Liderança gerencial;
2. Abordagem de equipe;
3. Educação dos empregados em todos os níveis;
4. Ênfase na redução da variabilidade;
5. Avaliação do sucesso em termos quantitativos (econômicos); e
6. Um mecanismo para comunicar os resultados de sucesso por toda a empresa.

A gerência deve orientar a implantação, orientando o grupo envolvido nesta implantação, assumindo o primeiro tópico. É importante comunicar aos funcionários sobre os resultados, sucessos e progressos, a fim de motivá-los e incentivá-los a melhorar outros aspectos na organização e ajudar a tornar o CEP uma atividade rotineira.

3.3.2 Implementação do Gráfico de Controle

Podendo ser aplicado a qualquer processo, o CEP possui várias ferramentas, onde sete são citadas na seção 2.4. Dentre elas, os gráficos de controle foram foco deste estudo. Montgomery (2009) apresenta algumas diretrizes gerais para a implementação dos gráficos de controle:

1. Determinação de quais características do processo controlar;

2. Determinação de onde, no processo, os gráficos devem ser implementados;

Sobre essas duas diretrizes, identificar as características e os pontos do processo que devem ser aplicados os gráficos de controle não é uma tarefa fácil no início de um programa de implantação. Portanto, algumas indicações são utilizadas para complementar:

- 1.1. No início de um programa de gráficos de controle, esses gráficos devem ser aplicados a quaisquer características do processo que se acredite ser importantes. Os gráficos darão retroação imediata sobre se são realmente necessários.
- 1.2. Os gráficos de controle que forem considerados desnecessários devem ser removidos, e outros, que o julgamento da gerência considerar necessários, devem ser acrescentados. Em geral, mais gráficos de controle serão usados no início de que após a estabilização do processo.
- 1.3. Informações sobre o número e os tipos de gráficos de controle no processo devem ser mantidas atualizadas. É melhor manter registros separados sobre gráficos de variáveis e atributos. Em geral, após a instalação inicial dos gráficos de controle, pode-se ver que o número deles tende a crescer de maneira estável. Depois, usualmente decresce. Quando o processo estabiliza, vê-se que tipicamente o processo tem o mesmo número e gráficos de um ano para o seguinte. No entanto, não são necessariamente os mesmos gráficos.
- 1.4. Se os gráficos de controle estão sendo usados efetivamente e se novo conhecimento sobre as variáveis-chave do processo está sendo adquirido, verifica-se que o número dos gráficos \bar{x} e R aumenta e o número dos gráficos de controle de atributos diminui.
- 1.5. No início de um programa de gráfico de controle haverá, usualmente, mais gráficos de controle de atributos, aplicados a unidades semi-acabadas, perto do final do processo. Na medida em que se aprende mais sobre o processo, esses gráficos serão substituídos por gráficos \bar{x} e R aplicados mais cedo no processo a parâmetros e operações críticos que resultem em não-conformidades no final. Em geral, quanto mais cedo o controle do processo puder ser estabelecido, melhor.
- 1.6. Os gráficos de controle são um procedimento *on-line* de monitoramento do processo. Eles devem ser implementados e mantidos o mais próximo possível do centro de trabalho, de modo que a retroação seja rápida. Além disso, os operadores do processo devem ter a responsabilidade direta pela coleta de dados para o processo, mantendo os gráficos e interpretando os resultados. Os operadores têm o conhecimento detalhado do processo necessário para corrigir as alterações do processo e usar o gráfico de controle como um instrumento

para melhorar o desempenho do processo. Microcomputadores podem acelerar a retroação e devem ser parte integrante de qualquer procedimento moderno, *on-line*, de controle do processo.

3. Escolha do tipo próprio de gráficos de controle;

Escolher o tipo de gráfico de controle não é ocasional. Existem situações em que determinado gráfico se aplica melhor, dependendo da meta a ser atingida com a aplicação deste. Segue algumas recomendações.

3.1. Gráficos \bar{x} e R (ou \bar{x} e S) são recomendados para as seguintes situações:

- 3.1.1. Um novo processo esta sendo introduzido.
- 3.1.2. O processo está em operação já por algum tempo, mas está cronicamente com problemas ou é incapaz de manter as tolerâncias especificadas.
- 3.1.3. O processo está com problemas, e o gráfico de controle pode ser útil para propósito de diagnóstico.
- 3.1.4. Gráficos de controle de atributos foram usados, mas o processo ou está fora de controle ou a produção é inaceitável.
- 3.1.5. Há especificações muito rigorosas, sobrepondo-se às tolerâncias de montagem, ou outros problemas difíceis de produção.
- 3.1.6. O operador deve decidir se ajusta, ou não, o processo, ou quando uma organização deve ser avaliada.
- 3.1.7. É desejada uma mudança nas especificações do produto (atendimento).
- 3.1.8. A estabilidade e a capacidade do processo devem ser continuamente demonstradas, tal como em indústrias reguladas.

3.2. Gráficos de controle para unidades individuais são recomendados para as seguintes situações:

- 3.2.1. É inconveniente ou impossível obter-se mais de uma medida por amostra, ou medidas repetidas diferirão sempre por erro de laboratório ou de análise.
- 3.2.2. Teste automatizado e tecnologia de inspeção permitem a medição de toda unidade produzida. Nesses casos, considere também o gráfico de controle MMEP.
- 3.2.3. Os dados se tornam disponíveis muito lentamente, e a espera por uma grande amostra é impraticável ou torna o procedimento de controle muito lento para reagir a problemas.

Em geral, gráficos de unidades individuais têm desempenho pobre em detectar mudanças e podem ser muito sensíveis a afastamentos da normalidade. Recomenda-se usa o gráfico MMEP neste caso.

4. Tomada de ações para melhorar os processos como resultados do CEP (análise do gráfico de controle);

O CEP tem como objetivo melhorar o processo e utiliza os gráficos de controle como ferramenta. Sua aplicação resulta em informações sobre o controle estatístico e a capacidade do processo. Tecnicamente, a capacidade do processo depende do estabelecimento do controle estatístico. Nesta fase, duas perguntas precisam ser respondidas: “O processo está sob controle?” e “O processo é capaz?” (em relação à conformidades no processo).

Os métodos do CEP podem ser úteis para diagnóstico e melhoria do processo. Quando o processo não está sendo capaz, além do CEP, pode ser necessário interferir no processo com métodos de planejamento experimental, reconsideração das especificações ou mudanças no processo, como último recurso.

5. Seleção dos sistemas de coleta de dados e dos programas de computador.

Existem muitos softwares disponíveis que podem ser utilizados para o controle de qualidade e dispositivos eletrônicos para coleta de dados. O uso de computador permite o uso dos dados no CEP, tornando os dados úteis não só para o controle de qualidade, mas também para outros setores da instituição.

O programa utilizado deve ser capaz de operar em um computador pessoal, em rede com terminais ou em um sistema multiterminal de microcomputadores. Pacotes restritos a um sistema com um computador central podem não produzir gráficos de controle e relatórios.

Os operadores devem saber usar o sistema, ele deve ter opções limitadas, ser fácil de usar, fornecer oportunidades de correção de erros adequadas e conter características de ajuda *on-line*. O ideal é ser possível adaptar o sistema a cada aplicação.

O sistema deve permitir visualizar os gráficos de controle das últimas 25 amostras, pelo menos, ou de uma quantidade a ser controlada pelo operador. Além disso, deve ser capaz de lidar com vários arquivos ao mesmo tempo, aceitando uma variedade de variáveis de entrada. o sistema deve, também, apoiar outras aplicações, como mínimo, histogramas e cálculo de índices de capacidade do processo.

Conclusões e Recomendações

A gestão pela qualidade tem sido largamente utilizada por organizações governamentais e não governamentais. O Controle Estatístico da Qualidade é uma das técnicas mais utilizadas na gestão, e tem nos Gráficos de Controle a ferramenta mais importante para o acompanhamento e para o controle de qualidade dos processos.

Este trabalho teve como objeto de estudo a proposição de ferramentas de controle estatístico para indicadores do SAMU/DF que possibilitem o acompanhamento do nível de qualidade dos serviços realizados junto à população do Distrito Federal.

Para tanto, foi realizado um estudo para a identificação de indicadores utilizados por organizações que atuam na área da saúde, mais especificamente aqueles relacionados aos serviços de atendimento de urgência. Por outro lado, verificou-se que o SAMU/DF possui um banco de dados que contém registros dos atendimentos realizados, cujas variáveis orientaram a proposta dos indicadores aqui relacionados.

O indicador escolhido para ser objeto deste estudo foi o *Número Médio de Atendimentos*, para o qual foram propostos dois gráficos de controle a serem utilizados conforme a abordagem que se queira dar. Para o caso de se desejar acompanhar o indicador num contexto mais tático, recomendou-se o uso do Gráfico de Controle de Shewhart. Para o caso de se desejar o indicador num contexto mais operacional, recomendou-se o uso do Gráfico de Médias Móveis Exponencialmente Ponderadas. Aos indicadores que não foram selecionados, foram descritos os tipos de gráficos de controle que poderão ser aplicados, de acordo com o nível de análise do estudo, seja gerencial ou operacional.

Feito isso, foram gerados os parâmetros dos gráficos de controle sugeridos, a partir das informações disponibilizadas no banco de dados do SAMU/DF. Para tanto, foi realizada uma análise exploratória dos dados.

No estudo realizado, verificou-se que o indicador *Número Médio de Atendimentos* encontra-se fora de controle para ambos os gráficos sugeridos. Significa que o SAMU/DF precisaria levantar os motivos que levaram alguns pontos a caírem fora dos limites de controle, identificando se decorrem de causas comuns ou de causas especiais de variação.

Selecionado o indicador, identificados e parametrizados os gráficos de controle de Shewhart e MMEP, o passo seguinte será implantá-los.

Neste sentido, seguem algumas recomendações gerais:

- ▶ A determinação das características a serem controladas deve considerar os serviços considerados importantes. Via de regra, tais características são vinculadas aos objetivos estratégicos e às ações estratégicas.

- ▶ Os gráficos devem ser implementados e mantidos o mais próximo possível do centro de trabalho, de modo que a retroalimentação seja rápida, visto que devem ser um procedimento *on-line* de monitoramento de processo.
- ▶ Os operadores dos processos devem ter a responsabilidade direta pela coleta de dados para o processo.
- ▶ A escolha do tipo de gráfico de controle deve ocorrer em função das características dos indicadores relacionados.
- ▶ Um sistemas de coleta de dados deve ser escolhido, assim como os programas de computador a serem utilizados para gerar os gráficos de controle.
- ▶ Uma vez que os gráficos indiquem alguma situação fora de controle, o SAMU/DF deve investigar os motivos que potencialmente geraram a observação.
- ▶ A implementação dos indicadores e dos gráficos de controle deve ser paulatina, as pessoas envolvidas devem ser preparadas para exercer as atividades relacionadas ao controle dos processos, assim como a organização que deve ser preparar para implantar um programa que deve evoluir continuamente.

Referências Bibliográficas

- BRASUS <<http://www.brasilsus.com.br/legislacoes/gm/108708-1600.html>>. Acesso em 16 maio 2013.
- DEMING, W. Edwards, Qualidade: a revolução da administração, tradução Clave Comunicações e Recursos Humanos, Rio de Janeiro: Marques-Saraiva, 1990.
- Fundação Nacional da Qualidade, Critérios de Excelência: avaliação e diagnóstico da gestão organizacional. Edição 2010. São Paulo, 2009.
- GOMES, J. Simeone; SALAS, J. M. Amat, Controle de Gestão: uma abordagem contextual e organizacional. 3ª Ed., São Paulo: Atlas, 2001.
- ISO <<http://www.iso.org/iso/home/about.htm> >. Acesso em 22 maio 2013.
- JURAN, J. M.; A Qualidade desde o Projeto: novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços, tradução de Nivaldo Montingelli Jr., 3ª Ed., São Paulo: Pioneira, 1997.
- JURAN, J. M.; Juran na Liderança pela Qualidade: um guia para executivos, tradução de João Mário Csillag, São Paulo: Pioneira, 1990.
- MONTGOMERY, Douglas C. Introdução ao Controle Estatístico de Qualidade, tradução Ana Maria Lima de Farias, Vera Regina Lima de Farias e Flores; revisão técnica Luiz da Costa Laurencel. 4ª Ed., Rio de Janeiro: LTC, 2009.
- NUINTIN, Adriano Antonio. O desenvolvimento de indicadores do desempenho e da qualidade para o processo de produção: Estudo de casos do processo de produção do café. 2007. Dissertação (Mestrado em Controladoria e Contabilidade) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2007. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/96/96133/tde-20072007-164549/>>. Acesso em: 08 outubro 2013.
- Qualidade Brasil <www.qualidadebrasil.com.br>. Acesso em 20 outubro 2013.
- SAMU-192 <www.samu192df.com.br>. Acesso em 12 novembro 2012.
- SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS; Indicadores de desempenho empresarial: módulo I: para que usar indicadores. Brasília: SEBRAE, 1997.
- SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS; Indicadores de desempenho empresarial: módulo II: como implantar um indicador. Brasília: SEBRAE, 1997.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS;
Indicadores de desempenho empresarial: módulo III: como compor e administrar
um sistema de indicadores. Brasília: SEBRAE, 1997.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS;
Indicadores de desempenho empresarial: módulo IV: como utilizar as
informações fornecidas pelos indicadores. Brasília: SEBRAE, 1997.

TAKASHINA, N. T., FLORES, M. C. X. Indicadores da Qualidade e do Desempenho,
Qualitymark Editora, Rio de Janeiro, 1996.

Apêndices

Apêndice 1: Sobre o SAMU/DF

Os atendimentos de emergência podem salvar vidas quando aplicadas corretamente e a tempo, porém se prestado de forma equivocada pode agravar a situação do paciente, podendo ocasionar sequelas ou óbito, em casos mais extremos. O problema é que não há um médico ou socorrista por perto quando ocorre um incidente e por isso existem os atendimentos de emergência e urgência. Assim, socorristas e médicos de atendimento móvel estão em constante treinamento e atualização de técnicas para melhor atender à comunidade, sendo que no Distrito Federal, as duas organizações responsáveis pelo socorro gratuito são SAMU (192) e Corpo de Bombeiros (193).



O SAMU atende a urgências relacionadas a pessoas, como paradas cardíacas, crises convulsivas, partos, entre outros. O Corpo de Bombeiros atende, além desses casos, a outras naturezas emergenciais, como incêndios, incidentes com animais, resgates a animais e pessoas, entre outras. Em acidentes mais graves, pode ser que ambas as organizações prestem o socorro juntos, como por exemplo, um acidente envolvendo múltiplas vítimas.

O SAMU foi criado em 2003 com a finalidade de proteger a vida das pessoas e garantir a qualidade no atendimento do SUS – Sistema Único de Saúde. Em um artigo, o Ministério da Saúde o seguinte comentário:

“O componente Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU 192) e suas Centrais de Regulação tem como objetivo chegar precocemente à vítima após ter ocorrido um agravo à sua saúde (de natureza clínica, cirúrgica, traumática, obstétrica, pediátricas, psiquiátricas, entre outras) que possa levar a sofrimento, sequelas ou mesmo à morte, sendo necessário garantir atendimento e/ou transporte adequado para um serviço de saúde devidamente hierarquizado e integrado ao SUS.”

Portanto, é importante avaliar a qualidade dos serviços prestados nos atendimentos e se os atendimentos estão alcançando esses objetivos.

A sede administrativa do SAMU-DF se localiza no SIA Trecho 3. Visando otimizar o tempo, ou seja, chegar mais rápidos aos locais, foram escolhidos 15 locais estratégicos no DF onde ficam algumas unidades móveis disponíveis para sair em socorro a um atendimento. Entre esses pontos, estão os 7 Núcleos, que são os pontos onde cada uma possui uma unidade avançada (UTI móvel) em prontidão para o socorro.

A sede administrativa também possui unidades móveis, inclusive uma UTI móvel. E é na sede que fica a Central de Regulação que atende aos chamados.

O acionamento de socorro do SAMU é através do telefone 192, onde a ligação é atendida por técnicos na Central de Regulação que identificam a emergência e transferem a ligação imediatamente ao Médico Regulador. Este, por sua vez, faz o diagnóstico da situação e inicia o atendimento perguntando e orientando o paciente sobre as primeiras ações enquanto avalia a melhor decisão para o chamado, ou seja, dependendo da gravidade da situação, após as primeiras orientações, o médico regulador decide se orienta a pessoa a procurar uma unidade de saúde (casos bem leves) ou se envia unidade móvel para atendimento.

As solicitações de atendimento são classificadas quanto ao tipo (clínico, obstétrico, psicológico e traumático) e quanto à gravidade (ileso, pequena, média, severa e morte). Dessa forma, o médico regulador decide se é necessário enviar uma unidade de atendimento e qual unidade, dentre: Unidade de Suporte Avançado (USA ou UTI móvel), Unidade de Suporte Básico (USB), Veículo Rápido (“motolância”) ou helicóptero. No DF, existem disponíveis 30 unidades básicas, 8 unidades avançadas, 14 unidades de motolância e 2 helicópteros. Os helicópteros não são propriedade do SAMU, um pertence aos Bombeiros e outro à Polícia Rodoviária Federal.

Por atender a urgências e emergências, e principalmente por estar relacionado a socorro de pessoas, espera-se que os atendimentos estejam sob controle de qualidade e com a menor variação possível. Para que seja possível esse estudo, alguns indicadores serão propostos, visto que ainda não existem indicadores específicos para a análise da qualidade.

Apêndice 2: Programações SAS

```
/*formar um novo banco sem a variável data_hora*/
data samu.aph12; set samu.aph1; drop data_hora;
run;
data samu.aph22; set samu.aph2; drop data_hora;
run;
data samu.aph32; set samu.aph3; drop data_hora;
run;
/*juntar os novos bancos*/
data samu.aph;
set samu.aph12 samu.aph22 samu.aph32;
run;
data samu.ligacoes;
set samu.lig1 samu.lig2 samu.lig3 samu.lig4 samu.lig5 samu.lig6 samu.lig7;
run;
data samu.tempotarm;
set samu.tempo_tarm1 samu.tempo_tarm2 samu.tempo_tarm3;
run;
data samu.chamados;
set samu.chamados1 samu.chamados2;
run;
data samu.enviados;
set samu.enviado1 samu.enviado2 samu.enviado3 samu.enviado4;
run;
data samu.tempo_missao;
set samu.tempo_missao1 samu.tempo_missao2;
run;
/* Identificar e corrigir erros da base */
proc freq data = samu.aph;
table sexo idade meses faixa_etaria faixa_horaria solicitante cidade motivo medico_regulador
decisao_local gravidade_comprovada
gravidade_presumida tipo_de_socorro_nivel_1 tipo_de_socorro_nivel_2 tipo_de_socorro_comp_nivel_1
tipo_de_socorro_comp_nivel_2
equipe base incidente_local hospital_destino ano mes dia hora minutos;
run;
data samu.aph_v1;
set samu.aph;
if idade > 111 then idade = "."; else idade = idade;
if solicitante = "POPULAÇÃO" or solicitante = " POPULAÇÃO" then solicitante = "POPULAÇÃO";
else solicitante = solicitante;
drop paciente bairro endereco medico_regulador;
run;
proc freq data = samu.aph_v1;
table idade solicitante;
run;

proc freq data = samu.chamados;
table motivo motivo_transporte cidade faixa_horaria primeira_decisao gravidade_presumida acionamento
segunda_decisao
gravidade_comprovada ano mes dia hora minutos;
run;
data samu.chamados_v1;
set samu.chamados;
if motivo_transporte = "Enfermaria Hospitalar" then motivo_transporte = "Enfermaria";
else if motivo_transporte = "Exame Espec" then motivo_transporte = "Exame
Específico";
else motivo_transporte = motivo_transporte;
if cidade = "CANDANGOLANDI" then cidade = "CANDANGOLANDIA";
else if cidade = "NUCLEO BANDEI" then cidade = "NUCLEO BANDEIRANTE";
```

```

else if cidade = "NUCLEO BANDEIRA" then cidade = "NUCLEO BANDEIRANTE";
else if cidade = "RECANTO DAS E" then cidade = "RECANTO DAS EMAS";
else if cidade = "RECANTO DAS EMA" then cidade = "RECANTO DAS EMAS";
else cidade = cidade;
if primeira_decisao = "Int. Necessária e Sem Meios ou Mante" then primeira_decisao = "Int.
Necessária e Sem Meios ou Manter Regulação";
else if primeira_decisao = "Int. Necessária e Sem Meios ou Manter Regul" then cidade
= "Int. Necessária e Sem Meios ou Manter Regulação";
else primeira_decisao = primeira_decisao;
if gravidade_presumida = "tentativa" then gravidade_presumida = "";
else gravidade_presumida = gravidade_presumida;
if segunda_decisao = "Remoção Necessária e Poss" then segunda_decisao = "Remoção
Necessária e Possível";
else segunda_decisao = segunda_decisao;
if gravidade_comprovada = "tentativ" then gravidade_comprovada = "";
else gravidade_comprovada = gravidade_comprovada;
drop bairro regulador;
run;
proc freq data = samu.chamados_v1;
table motivo_transporte cidade primeira_decisao gravidade_presumida segunda_decisao
gravidade_comprovada;
run;
proc freq data = samu.enviados;
table sexo idade faixa_etaria faixa_horaria solicitante cidade motivo decisao_local
gravidade_comprovada gravidade_presumida
tipo_de_socorro_nivel_1 tipo_de_socorro_nivel_2 tipo_de_socorro_comp__nivel_1
tipo_de_socorro_comp_nivel_2 equipe base incidente_local
hospital_destino ano mes dia hora minutos;
run;
data samu.enviados_v1;
set samu.enviados;
if idade > 111 then idade = "."; else idade = idade;
if sexo = "," or sexo = "E" then sexo = ""; else sexo = sexo;
if solicitante = "POPULAÇÃOfO" or solicitante = " POPULAÇÃOfO" then solicitante = "POPULAÇÃO";
else solicitante = solicitante;
drop data_hora paciente bairro endere_o medico_regulador;
/**/rename tipo_de_socorro_comp__nivel_1 = socorro_nivel1;
rename tipo_de_socorro_comp_nivel_2 = socorro_nivel2;
run;
proc freq data = samu.enviados_v1;
table idade solicitante sexo;
run;
proc freq data = samu.ligacoes;
table ano mes dia hora minuto sentido classe perfil;
run;
data samu.ligacoes_v1;
set samu.ligacoes;
if sentido = "Entra" then sentido = "Entrada"; else sentido = sentido;
if classe = "Confirmação de Hospit" then classe = "Confirmação de Hospital";
else if classe = "Confirmação de Pacien" then classe = "Confirmação de Paciente";
else if classe = "Fora da Área de Abran" then classe = "Fora da Área de Abrangência";
else if classe = "Fora da Área de Abra" then classe = "Fora da Área de Abrangência";
else if classe = "Fora da Área de Abrangênc" then classe = "Fora da Área de Abrangência";
else if classe = "Fora da Área de Abrangênci" then classe = "Fora da Área de Abrangência";
else if classe = "Fora da Área de Abrangência" then classe = "Fora da Área de Abrangência";
else classe = classe;
if perfil = "Médico Regulad" then perfil = "Médico Regulador"; else perfil = perfil;
drop usuario;
run;
proc freq data = samu.ligacoes_v1;

```

```

table sentido classe perfil;
run;
data samu.ligacoes_v2;
set samu.ligacoes_v1;
if classe = "Abandonada" then classe = "Abandonada";
else if classe = "Atendida" then classe = "Atendida";
else if classe = "Arelada" then classe = "Arelada";
else if classe = "Confirmação de Equipe" then classe = "Confirmação de Equipe";
else if classe = "Confirmação de Hospital" then classe = "Confirmação de Hospital";
else if classe = "Confirmação de Médico" then classe = "Confirmação de Médico";
else if classe = "Confirmação de Paciente" then classe = "Confirmação de Paciente";
else if classe = "Decisão" then classe = "Decisão";
else if classe = "Engano" then classe = "Engano";
else if classe = "Informações" then classe = "Informações";
else if classe = "Interrompida" then classe = "Interrompida";
else if classe = "Não Classificada" then classe = "Não Classificada";
else if classe = "Regulação" then classe = "Regulação";
else if classe = "Repetida" then classe = "Repetida";
else if classe = "Serviço de Apoio" then classe = "Serviço de Apoio";
else if classe = "Transferida" then classe = "Transferida";
else if classe = "Trote" then classe = "Trote";
else classe = "Fora da Área de Abrangência";
run;
proc freq data = samu.ligacoes_v2;
table sentido classe perfil;
run;
proc freq data = samu.temptarm;
table sentido classe perfil;
run;
proc freq data = samu.transporte;
table motivo motivo_transporte cidade origem primeira_decisao equipe base destino ano mes dia hora
minutos;
run;
data samu.transporte_v1;
set samu.transporte;
drop solicitante bairro regulador;
run;
/* BASES FINAIS */
data finais.apfh; set samu.apfh_v1; run;
data finais.chamadosf; set samu.chamados_v1; run;
data finais.enviadosf; set samu.enviados_v1; run;
data finais.ligacoesf; set samu.ligacoes_v2; run;
data finais.tempof; set samu.tempo; run;
data finais.temptarmf; set samu.temptarm; run;
data finais.tempomissaof; set samu.tempo_missao; run;
data finais.transportef; set samu.transporte_v1; run;
proc freq data = finais.apfh;
table ano mes hora faixa_horaria sexo idade faixa_etaria solicitante cidade equipe base motivo
gravidade_presumida gravidade_comprovada tipo_de_socorro_nivel_1 tipo_de_socorro_nivel_2
tipo_de_socorro_comp#_nivel_1 tipo_de_socorro_comp_nivel_2 decisao_local hospital_destino;
run;
proc freq data = finais.chamadosf;
table ano mes hora faixa_horaria cidade motivo motivo_transporte
primeira_decisao segunda_decisao graidade_presumida gravidade_comprovada;
run;
proc freq data = finais.enviadosf;
table ano mes hora faixa_horaria sexo idade faixa_etaria solicitante cidade equipe base motivo
decisao_local
gravidade_presumida gravidade_comprovada tipo_de_socorro_nivel_1 tipo_de_socorro_nivel_2
tipo_de_socorro_comp#_nivel_1 tipo_de_socorro_comp_nivel_2 incidente_local hospital_destino;

```

```

run;
proc freq data = finais.ligacoesf;
table ano mes hora tempo_total tempo_espera sentido classe perfil;
run;
proc freq data = finais.tempof;
table ano mes equipe missoes acionamento acionamento2 decisao partida deslocamento
atendimento_local resposta;
run;
proc freq data = finais.tempomissaof;
table ano mes equipe acionamento decisao partida deslocamento atendimento_local resposta;
run;
proc freq data = finais.tempotarmf;
table ano mes hora tempo_total tempo_espera sentido classe perfil;
run;
proc freq data = finais.transportef;
table ano mes hora motivo motivo_transporte primeira_decisao cidade equipe base origem destino;
run;

proc univariate data = sand1 normal plots;
var atendmed;
histogram atendmed / normal;
qqplot atendmed / normal;
run;
proc tabulate data = diaa;
var atend;
table stddev*atend;
by mes;
run;
proc univariate data = diaa plots;
var atend;
histogram atend;
run;
data diab;
set diaa;
if atend < 80 then delete;
run;
proc univariate data = diab plots;
var atend;
histogram atend;
run;

```


Anexos

Anexo 1: Os 14 Pontos do Método Deming

1. Estabelecer a Constância de Finalidade para Melhorar o Produto e o Serviço;
2. Adotar a Nova Filosofia;
3. Acabar com a Dependência da Inspeção em Massa;
4. Cessar a Prática de Avaliar as Transações Apenas com Base no Preço;
5. Melhorar Sempre e Constantemente o Sistema de Produção e Serviço;
6. Instituir o Treinamento e o Retreinamento;
7. Instituir a Liderança;
8. Afastar o Medo;
9. Eliminar as Barreiras entre as Áreas e o Meio;
10. Eliminar Slogans, Exortação e Metas para os Empregados;
11. Eliminar as Cotas Numéricas;
12. Remover as Barreiras ao Orgulho da Execução;
13. Instituir um Sólido Programa de Educação e Retreinamento;
14. Agir no Sentido de Concretizar a Transformação.

Anexo 2: Constantes para Gráficos de Controle

<i>n</i>	<i>A</i>	<i>D₁</i>	<i>D₂</i>	<i>d₂</i>	<i>A₂</i>	<i>d₃</i>	<i>D₃</i>	<i>D₄</i>	<i>c₄</i>	<i>B₅</i>	<i>B₆</i>	<i>A₃</i>	<i>B₃</i>	<i>B₄</i>
2	2,121	0	3,687	1,128	1,881	0,853	0,000	3,269	0,798	0,000	2,606	2,659	0,000	3,266
3	1,732	0	4,357	1,693	1,023	0,888	0,000	2,574	0,886	0,000	2,276	1,954	0,000	2,568
4	1,500	0	4,699	2,059	0,729	0,880	0,000	2,282	0,921	0,000	2,088	1,628	0,000	2,266
5	1,342	0	4,918	2,326	0,577	0,864	0,000	2,114	0,940	0,000	1,964	1,427	0,000	2,089
6	1,225	0	5,078	2,534	0,483	0,848	0,000	2,004	0,952	0,029	1,874	1,287	0,030	1,970
7	1,134	0,205	5,203	2,704	0,419	0,833	0,076	1,924	0,959	0,113	1,806	1,182	0,118	1,882
8	1,061	0,387	5,307	2,847	0,373	0,820	0,136	1,864	0,965	0,178	1,752	1,099	0,185	1,815
9	1,000	0,546	5,394	2,97	0,337	0,808	0,184	1,816	0,969	0,232	1,707	1,032	0,239	1,761
10	0,949	0,687	5,469	3,078	0,308	0,797	0,223	1,777	0,973	0,277	1,669	0,975	0,284	1,716
11	0,905	0,812	5,534	3,173	0,285	0,787	0,256	1,744	0,975	0,314	1,637	0,927	0,322	1,678
12	0,866	0,924	5,592	3,258	0,266	0,778	0,284	1,716	0,978	0,346	1,609	0,886	0,354	1,646
13	0,832	1,026	5,646	3,336	0,249	0,770	0,308	1,692	0,979	0,374	1,585	0,850	0,381	1,619
14	0,802	1,118	5,696	3,407	0,235	0,763	0,328	1,672	0,981	0,399	1,563	0,817	0,407	1,593
15	0,775	1,204	5,74	3,472	0,223	0,756	0,347	1,653	0,982	0,420	1,544	0,789	0,428	1,572
16	0,750	1,282	5,782	3,532	0,212	0,750	0,363	1,637	0,984	0,441	1,526	0,763	0,448	1,552
17	0,728	1,356	5,82	3,588	0,203	0,744	0,378	1,622	0,985	0,458	1,511	0,739	0,466	1,534
18	0,707	1,423	5,857	3,64	0,194	0,739	0,391	1,609	0,985	0,475	1,496	0,718	0,482	1,518
19	0,688	1,487	5,891	3,689	0,187	0,734	0,403	1,597	0,986	0,490	1,483	0,698	0,496	1,504
20	0,671	1,548	5,922	3,735	0,180	0,729	0,414	1,586	0,987	0,503	1,471	0,680	0,510	1,490
21	0,655	1,606	5,95	3,778	0,173	0,724	0,425	1,575	0,988	0,517	1,459	0,663	0,523	1,477
22	0,640	1,659	5,979	3,819	0,167	0,720	0,434	1,566	0,988	0,529	1,448	0,647	0,535	1,465
23	0,626	1,71	6,006	3,858	0,162	0,716	0,443	1,557	0,989	0,539	1,438	0,633	0,545	1,455
24	0,612	1,759	6,031	3,895	0,157	0,712	0,452	1,548	0,989	0,549	1,429	0,619	0,555	1,445
25	0,600	1,807	6,055	3,931	0,153	0,708	0,460	1,540	0,990	0,558	1,421	0,606	0,564	1,436